

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN TELAS EN UNA EMPRESA
TEXTIL GUATEMALTECA**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

KARINA CECILIA LISSETTE ARMAS MÉNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN
TELAS EN UNA EMPRESA TEXTIL GUATEMALTECA**

Tema que fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 5 de mayo de 1997.



Karina Cecilia Lissette Armas Méndez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL 1	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL 2	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL 3	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL 4	BR. OSCAR STUARDO CHINCHILLA GUZMÁN
VOCAL 5	BR. MAURICIO GRAJEDA MARISCAL
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
EXAMINADORA	INGA. MARTHA GUISELA GAITÁN GARAVITO
EXAMINADOR	ING. LUIS EMILIO RODAS SAMAYOA
EXAMINADOR	ING. EDWIN ADALBERTO BRACAMONTE OROZCO
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

Guatemala, 10 de mayo de 1999

Ingeniero
Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted, para someter a su consideración el trabajo de Tesis de la estudiante KARINA CECILIA LISSETTE ARMAS MENDEZ, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo en mención se titula: MEJORAMIENTO EN EL PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN UNA EMPRESA TEXTIL GUATEMALTECA. He asesorado y revisado el trabajo y considerando que llena satisfactoriamente los requisitos recomienda su aprobación.

Agradeciendo su atención al presente y sin otro particular me suscribo,


Aldo García
Ingeniero Industrial
ASESOR

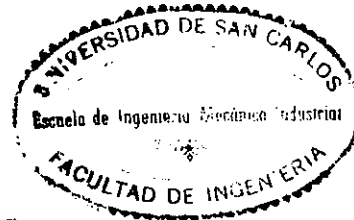


FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor de esta Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN TELAS EN UNA EMPRESA TEXTIL GUATEMALTECA**, presentado por el estudiante universitario **Karina Cecilia Lissette Armas Méndez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

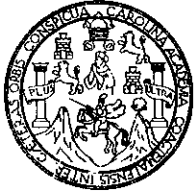
YO, EL DIRECTOR, ASESORO Y ENSEÑO A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Director de la Escuela de
Ingeniería Mecánica



Guatemala, 24 de junio de 1999.

ends



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN TELAS EN UNA EMPRESA TEXTIL GUATEMALTECA**, presentado por la estudiante universitaria **Karina Cecilia Lissette Armas Méndez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR

INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, agosto de 1999.

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN TELAS EN UNA EMPRESA TEXTIL GUATEMALTECA**, presentado por la estudiante universitaria **Karina Cecilia Lissette Armas Méndez**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Francisco Gómez Rivera
DECANO EN FUNCIONES



Guatemala, agosto de 1999

emds

DEDICATORIA

A DIOS

Mi creador y guardador que me ha guiado por sendas de amor y me ha dado las fuerzas para alcanzar una meta más de las que me he trazado.

A MI MADRE

Rosalina Méndez, que me ha apoyado, dándome aliento en los momentos más difíciles de mi carrera.

A MI HERMANA

Kenya Armas Méndez, que con su amor y ternura me ha motivado para seguir adelante.

A MI FAMILIA

Por el amor que me han brindado.

2.	Proceso de estampado directo en telas	16
2.1	Descripción general	16
2.1.1	Preparación de colores	16
2.1.1.1	Materia prima	16
2.1.1.2	Maquinaria	17
2.1.1.3	Mano de obra	18
2.1.1.4	Métodos de trabajo	19
2.1.2	Estampado directo en telas	21
2.1.2.1	Materia prima	21
2.1.2.2	Mano de obra	22
2.1.2.3	Maquinaria	22
2.1.2.4	Métodos de trabajo	24
2.1.3	Grabado de cilindros	26
2.1.3.1	Preparación de película	26
2.1.3.1.1	Materia prima	26
2.1.3.1.2	Maquinaria o equipo de trabajo	27
2.1.3.1.3	Mano de obra	28
2.1.3.1.4	Métodos de trabajo	28
2.1.3.2	Preparación de cilindros	29
2.1.3.2.1	Materia prima	29
2.1.3.2.2	Maquinaria	31
2.1.3.2.3	Mano de obra	32
2.1.3.2.4	Métodos de trabajo	33

2.2	<i>Estudio de tiempos de las operaciones que intervienen en el proceso de estampado</i>	34
2.2.1	<i>Análisis de tiempos en el departamento de grabado y cilindros</i>	35
2.2.2	<i>Análisis de tiempos de preparación de colores y preparación de máquina</i>	37
3.	<i>Propuesta de mejoras en los métodos de trabajo y en tecnología moderna que se puede aplicar</i>	45
3.1	<i>Propuesta de mejoras métodos de trabajo</i>	45
3.1.1	<i>Carta de colores</i>	45
3.1.1.1	<i>Justificación</i>	45
3.1.1.2	<i>Objetivo general</i>	46
3.1.1.3	<i>Procedimiento para hacer carta de colores</i>	46
3.1.1.4	<i>Resultados obtenidos al realizar la carta de colores</i>	47
3.1.1.5	<i>Seguimiento a las cartas y tablas de colores</i>	49
3.1.2	<i>Modificaciones en métodos y área de trabajo</i>	50
3.2	<i>Propuesta de químicos</i>	56
3.2.1	<i>Preparación de colores</i>	56
3.2.2	<i>Grabado de cilindros</i>	57
3.3	<i>Propuesta de equipo</i>	57
3.3.1	<i>Preparación de colores</i>	57

3.3.2	<i>Estampado de tela</i>	57
3.3.3	<i>Grabación de cilindros</i>	59
3.4	<i>Estudio económico</i>	59
3.4.1	<i>Estudio de beneficios y costos actuales</i>	60
3.4.2	<i>Estudio de beneficios y costos propuestos</i>	61
3.4.2.1	<i>Forma de pago # 1</i>	62
3.4.2.2	<i>Forma de pago # 2</i>	63
3.4.3	<i>Análisis de valor presente actual con las opciones propuestas</i>	64
	CONCLUSIONES	66
	RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

No.	Título	Pág.
1.	<i>Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de tela</i>	4
2.	<i>Ilustración de transporte de tela</i>	21
3.	<i>Partes de una rasqueta</i>	25
4.	<i>Tipos de anillos</i>	30
5.	<i>Diagrama de operaciones del área grabado de cilindros</i>	36
6.	<i>Diagrama de operaciones de las áreas preparación de color y preparación de maquina estampadora</i>	38
7.	<i>Diagrama de flujo de operaciones de la operación agregar colores base</i>	39
8.	<i>Diagrama de recorrido del área preparación de colores</i>	40
9.	<i>Diagrama bimanual de la operación pesar colores base</i>	44
10.	<i>Diagrama de recorrido del área preparación de colores mejorado</i>	52
11.	<i>Diagrama bimanual de la operación pesar colores base propuesto</i>	53
12.	<i>Diagrama de flujo de operaciones de la operación agregar colores base mejorado</i>	54
13.	<i>Diagrama de flujo de caja actual</i>	60
14.	<i>Diagrama de flujo de caja forma de pago # 1</i>	63
15.	<i>Diagrama de flujo de caja forma de pago # 2</i>	63

Tablas

No.	Título	Pag.
I	<i>Balance de líneas actual de pesar colores base</i>	41
II	<i>Porcentajes de absorción de la tela</i>	48
III	<i>Balance de líneas mejorado de pesar colores base</i>	55
IV	<i>Comportamiento de los costos de mantenimiento</i>	61
V	<i>Resumen de Alternativas</i>	64

GLOSARIO

- Burra** *Es el transporte que se utiliza para manejar rollos de tela dentro de la planta. Estos rollos constan de 5,000 a 7,000 yardas.*
- Canoa** *Es un aparato que permite manipular los cilindros que se acaban de sacar del empaque, también se utiliza cuando se desanillan los cilindros.*
- Hidrofilidad** *Que absorbe el agua (tela hidrófila).*
- Mesh** *Es el poro que tienen los cilindros, el poro permite la salida de colorante.*
- Pasada** *Cuando se quita la película de la máquina, ésta se enrolla para llevarla al cuarto de revelado, donde se procede a introducirla en los líquidos que ayudan a obtener el resultado deseado. Esto se lleva a cabo enrollando la película de una punta hasta llegar a la otra, cada vez que se repite esta operación se cuenta una pasada.*

Solidez al

frote *Propiedad del colorante que consiste en resistir a la acción del frote en húmedo o en seco.*

Trama *Es el hilo que lleva a lo ancho la tela.*

Urdimbre *Se le llama así al hilo que va a lo largo de un tejido.*

Variante *Es cada color diferente con que se elabora un diseño, por ejemplo si el dacrón está estampado en un dibujo de osos y estos se hacen en color rojo, azul y amarillo, se dice que es un diseño con tres variantes.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han dado cambios bruscos en cuanto a la fabricación de productos, debido a que el consumidor es cada día más exigente, dando lugar a que los fabricantes busquen mejorar en forma continua los mismos.

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo principal, analizar el proceso de estampado directo de telas en una empresa textil guatemalteca, para determinar los problemas existentes y proponer soluciones que permitan el mejoramiento de dicho proceso.

Cuando se habla de mejorar un proceso de producción, significa hacer cambios en los elementos que forman parte del mismo (mano de obra, materia prima, maquinaria, métodos de trabajo), para obtener buenos resultados en la calidad del producto, tiempos de elaboración e incremento en los beneficios de la empresa.

Para llevar a cabo el presente trabajo, se procedió en primer lugar a efectuar una observación general del proceso de elaboración de telas, específicamente del proceso de estampado directo y se hizo una investigación documental sobre dicho tema. Por otra parte se efectuaron entrevistas tanto al personal operativo como a los ejecutivos de la empresa.

El capítulo número uno contiene la teoría existente sobre procesos de producción de estampado de tela, métodos de trabajo y estudio económico.

El capítulo número dos abarca la descripción general del proceso de estampado directo en telas, así como el estudio de tiempos y de métodos para este proceso. Incluye la propuesta de cambios en los métodos de trabajo que permitirán a la empresa optimizar sus recursos.

Por último, en el capítulo número tres se encuentran las propuestas en cuanto a utilizar nuevos químicos y equipos, con las diferentes opciones, que ayuden a la empresa a tomar la mejor decisión, para continuar trabajando con las herramientas actuales o efectuar un cambio.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción de la empresa

Para elaborar la presente tesis se realizó un trabajo de investigación en una empresa textil que fue fundada en 1972, la cual inició operaciones en un edificio situado en la zona 1 de la ciudad de Guatemala. Posteriormente, la empresa creció y fue necesario trasladar sus instalaciones a la zona 11 de la ciudad de Guatemala, que es donde se encuentra actualmente, disponiendo de un área total de 320,000 metros cuadrados.

La empresa textil a la que hace referencia este trabajo, realiza todas las operaciones que dan como producto final telas; además, lleva a cabo operaciones de acabado de la mismas, que consisten en: planchado, teñido y estampado. En cuanto al estampado, hace tres años utilizaba únicamente estampado de transferencia; actualmente, aplica también el estampado directo.

La principal finalidad de esta empresa es ofrecerle al cliente un producto de alta calidad a un precio razonable. Para lograr este fin, se ha preocupado del bienestar de sus trabajadores, tratando de que cada uno de ellos se sienta como parte de una familia, con lo cual se ha obtenido mayor colaboración.

Actualmente, esta empresa tiene distribuidores en el país pero también exporta sus productos a otros países, por ejemplo: Panamá, El Salvador, Estados Unidos y Puerto Rico. La producción se realiza con base en los pedidos de los clientes.

La presentación final del producto es en rollos de tela, cada uno consta de 50 yardas. Cuenta con varios diseños para las telas los cuales a su vez se estampan en cinco o seis variantes (véase glosario). Todos los departamentos trabajan en horario de 7:00 a 19:00 horas; excepto el de telares y acabados que tienen dos turnos de trabajo; uno de 7:00 a 19:00 horas y el otro de 19:00 a 7:00 del siguiente día; debido a que el proceso requiere de mayor tiempo.

1.1.1 Materia prima utilizada

En esta empresa, se usa hilo poliéster en un 98% ya que este evita la mota y por las características que tiene éste como apariencia lustrosa, semitrasluciente y opaca, las fibras tienen superficie uniforme, suave y una sección transversal circular. El título del hilo (tamaño de hilo) y de filamento son especificados como peso por unidad de longitud, llamándose a la unidad de medición con el nombre denier, que es el peso en gramos de 9000 metros de longitud de hilo. Las cajas donde vienen el hilo, traen una etiqueta, en la cual nos indica todas las características de mismo: tipo (lustroso u opaco), el número de filamento, el número de lote y peso neto.

El hilo poliéster como se origina del polímero polietileno tereftalato tiene varias propiedades las cuales se encuentran resumidas a continuación. Entre las propiedades químicas y físicas se encuentran: resistencia a la hidrólisis y al frío, alto punto de fusión. De las propiedades tensiles tenemos: la tenacidad y elongación que se mantienen cuando este se encuentra mojado, su módulo inicial (resistencia a fuerza inicial) es alto, este disminuye cuando se somete el hilo a tratamientos de estiramiento o de encogimiento. Tiene propiedades de recuperación muy buenas ya que al estirarlo y luego soltarlo vuelve a la forma inicial. Entre las propiedades térmicas, la tenacidad es más baja y la elongación

más alta cuando se expone el hilo a altas temperaturas, el punto de fusión de la fibra es de 249 grados centígrados aproximadamente, el encogimiento de las fibras en agua hirviendo es de 11% a 12%. La resistencia química y biológica, es alta a insectos y microorganismos, así como la resistencia a la degradación es buena.

Aquí se utiliza más el hilo poliéster porque facilita el proceso para elaborar telas. Los tipos de hilo que utiliza pueden ser: sencillo, compactado y texturizado. La apariencia del hilo sencillo es continua (—). La apariencia del hilo compactado ($\leftarrow\rightleftarrows$) es como que tuviera nudos pequeños. La apariencia del hilo texturizado es como varios filamentos en una sola fibra. Los títulos de hilos que más se utilizan son: 75/33, 30/1, 160/33. Entre las combinaciones de tipo de hilo y título están:

75/33 → sencillo y texturizado

30/1 → normal (fibra corta)

160/33 → sencillo, compactado

A continuación se muestra el diagrama de flujo de operaciones actual para fabricar tela en la empresa.

Figura 1. Diagrama de flujo de operaciones

Asunto: fabricacion de tela

Método: actual

Analista: KCLAM

Hoja: 1/2

Inicia: Bodega de materia prima

Finaliza: Bodega de producto terminado

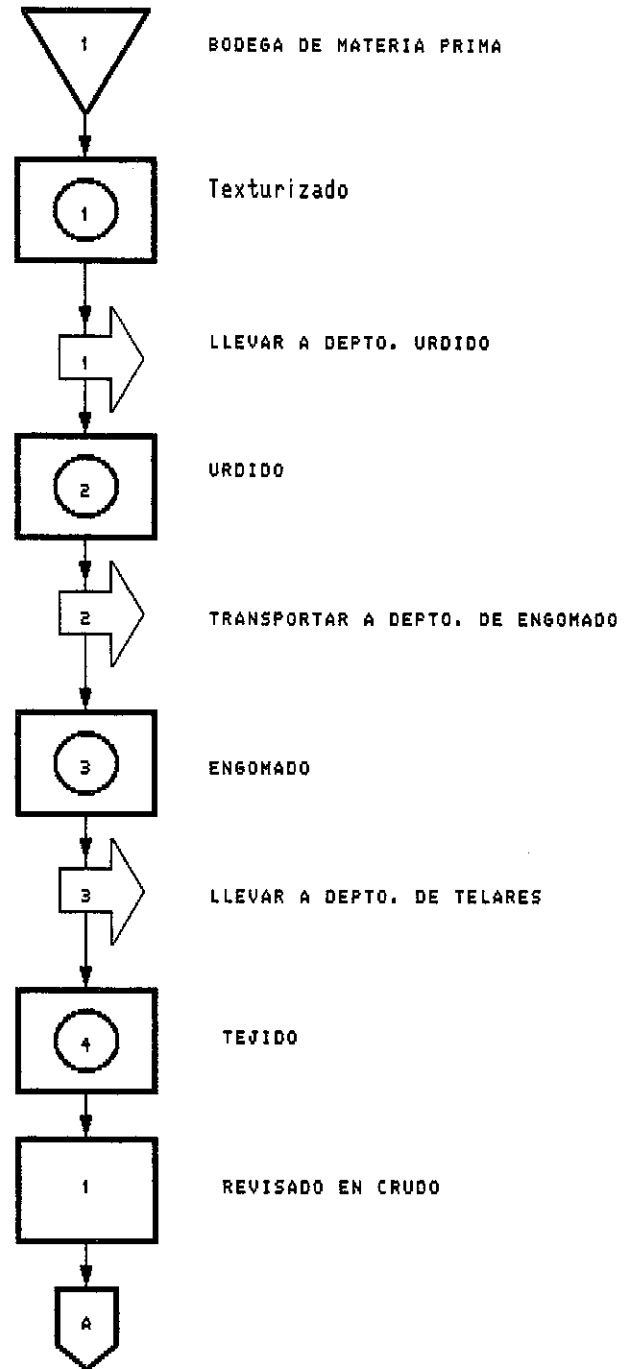


Figura 1. Diagrama de flujo de operaciones

Asunto: fabricación de tela





Inicia: Bodega de materia prima

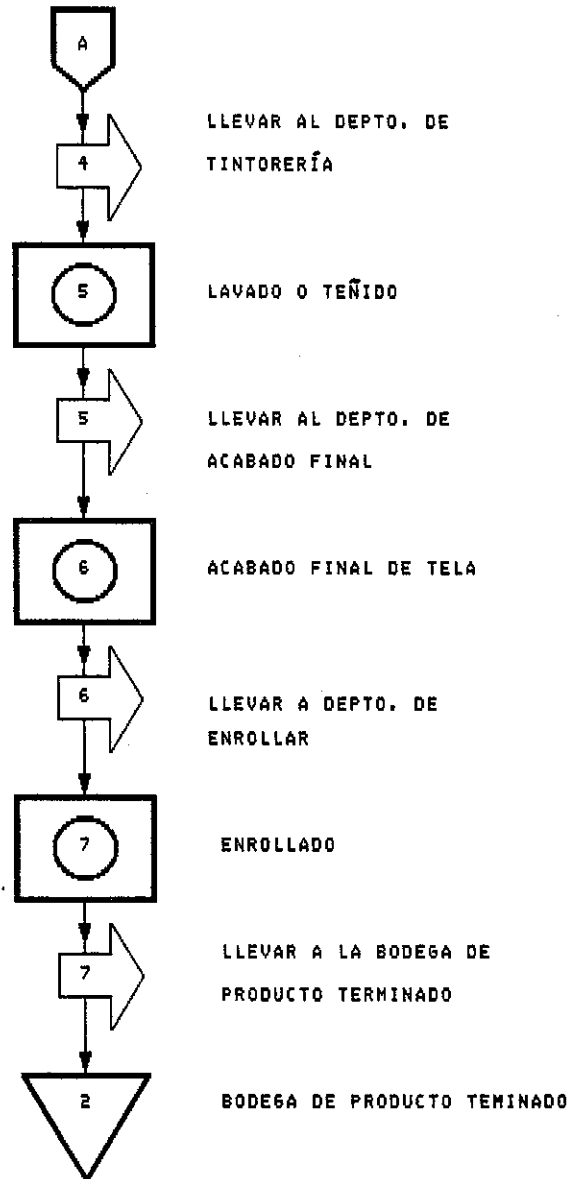
Método: actual

Finaliza: Bodega de producto terminado

Analista: KCLAM

Hoja: 2/2

RESUMEN	
SÍMBOLO	ACTIVIDADES
	1
	7
	2
	7
TOTAL DE ACTIVIDADES	17



1.2 Marco teórico

1.2.1 Conceptos básicos

Empresa textil: es la entidad industrial que se dedica a la transformación de materia prima para obtener como resultado telas de distintas clases.

Texturizado: es la operación en la cual se prepara el hilo para la siguiente operación, esta consiste en revisar que la materia prima cumpla con los requisitos para someterla a un proceso de cocimiento en hornos a altas temperaturas con lo cual se logra mayor resistencia.

Urdido: cuando el hilo está texturizado, se realiza la urdimbre (véase glosario), la cuál puede hacerse en máquina directa o máquina seccional. La máquina directa urde hilos que tienen un mismo color, la seccional urde hilos de diferente color, esto se hace por medio de programas que ya tienen las máquinas en los cuáles está especificado el dibujo.

Engomado: es la operación por la que se aplica pegamento a la urdimbre para incrementar su resistencia y poderla procesar en los telares.

Tejido: consiste en agregar la trama (véase glosario) a la urdimbre, esta operación se efectúa en los telares planos de los cuales existen varias marcas: Saurer 500, Checos, Nissan, Somet y Vamatex; cada marca de telar tiene diferente forma de funcionamiento.

Revisado en crudo: es la revisión que se hace a la tela que sale del departamento de telares, que consiste en separar tela defectuosa de la tela se

encuentra en buenas condiciones para continuar el proceso en el departamento correspondiente.

Lavado y teñido: consiste en lavar y/o teñir tela dependiendo del siguiente proceso que se le dará. El proceso de lavado sirve para quitarle la goma que se aplicó al hilo y el de teñido se realiza para dar color a la tela.

Acabado: consiste en dos sub-operaciones las cuales se aplican de acuerdo al tipo de tela:

- Termofijado: consiste en planchar la tela.*
- Estampado: consiste en estampar un dibujo sobre una tela lisa.*

Enrollado: consiste en formar rollos de 50 yardas de tela teniendo el cuidado de que la misma se encuentre en buenas condiciones, caso contrario se clasifica como tela defectuosa. Luego se empaca cada rollo de tela y se manda a la bodega de producto terminado.

1.2.2 Estampado de telas

El estampado de telas es un proceso al cual se somete la tela para que esta tenga un acabado final. Debido a la demanda que ha tenido la tela estampada se han mejorado los procesos de estampado, ya que dependiendo del tipo de tela se debe tener una máquina específica para llevar a cabo dicha operación.

1.2.2.1 Tipos existentes de estampado en tela

De acuerdo al tipo de colorante que se utilice en la estampado de hilo poliéster este puede ser: de transferencia o directo.

Estampado de transferencia: en este tipo se utilizan colorantes dispersos, estos deben ser de buena solidez a la sublimación, debido a la temperatura de fijación. Es importante controlar el pH en las pastas de estampación a un medio neutro o débilmente ácido, ya que disminuyen su rendimiento o cambios de matiz al fijar las estampaciones. La fijación del estampado puede ser: con vaporización o por termofijación. La fijación por termofijación, consiste en estampar primero en un papel especial en el cual se le adhieren los colorantes dispersos, y luego se transfiere el color a la tela.

Ventajas	Desventajas
La tela mantiene el color por más tiempo, la textura de la tela es suave.	Los colores son más opacos y el costo de fabricación es mayor.

Estampado directo: los colorantes que se utilizan son pigmentarios insolubles, los cuales durante la coloración y en el material textil se presenta como pequeñas partículas sólidas. Este se aplica directamente a la tela por medio de un proceso mecánico que se explicará detalladamente en el siguiente capítulo.

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
<i>Es más económico, su aplicación es sencilla, colores son más llamativos.</i>	<i>El brillo original se oculta algunas veces por el pigmento o el ligante, para obtener tonos intensos y que sean mas resistentes al uso al lavado es necesario utilizar grandes cantidades de ligante dando lugar a que la tela sea mas dura, la solidez al frote (véase glosario) en ciertos casos es insuficiente, confiere al género mala hidrofiliidad (véase glosario).</i>

1.2.3 Métodos de trabajo

Los métodos de trabajo es un conjunto de procedimientos sistemáticos que indican la forma en que se debe realizar un trabajo, dichos procedimientos se puede analizar para introducir mejoras que faciliten la realización del mismo.

Los beneficios que se obtienen al realizar estudios de métodos de trabajo es el aumento de la producción por unidad de tiempo y en consecuencia reducir el costo por unidad. Otras ventajas que se obtienen pero que no es posible cuantificar son: aumentar el grado de calidad del producto, acondicionar el área de trabajo para facilite el trabajo que se este realizando.

¿En dónde se deben mejorar los métodos de trabajo?

Se debe mejorar en la áreas de trabajo donde existan:

- Tareas altamente repetitivas,*
- Tareas que implican un movimiento extenso de un lugar a otro dentro del sitio del trabajo.*
- Conceptos de obra con un costo alto de mano de obra y/o equipo en relación con el costo total del proyecto.*

- *Conceptos de obras grandes en las cuales se encuentra que la producción esta abajo de lo normal.*
- *Donde existan movimientos innecesarios de personal y materiales.*
- *Existencia de trabajo que implica mucha fatiga.*
- *Existencia de cuellos de botella.*

Para mejorar los métodos de trabajo existen varias herramientas, las cuales ayudan a presentar en una forma clara y lógica la información actual relacionada con el proceso a analizar, en el cual intervienen operaciones que permiten la transformación del producto. Para efectos de este trabajo se determinará que herramientas se pueden usar, sin profundizar en ellas ya que para esto existen libros los cuales explican claramente cómo se deben usar.

Entre estas herramientas encontramos desde las que ayudan a analizar desde un punto general hasta un punto específico, tomando en cuenta ese orden se explicarán brevemente a continuación:

- 1) Diagrama de operaciones del proceso: esta herramienta muestra la secuencia lógica de todas las operaciones y las inspecciones que se realizan en el taller desde la llegada de la materia prima hasta el empaque final del producto.*
- 2) Diagrama de flujo de operaciones del proceso: es más completa que la anterior, ya que además incluye posibles demoras, transportes ó almacenamientos que pueden existir cuando se esta elaborando el producto.*
- 3) Diagrama de recorrido: ésta ayuda a visualizar la localización de todas las actividades que aparecen en un diagrama de flujo.*

- 4) *Estudio de tiempos: para poder realizarlo es necesario utilizar la técnica de balance de líneas, la cual ayuda a determinar el tiempo requerido para que un operario calificado y debidamente adiestrado ejecute una operación específica a paso normal en su estación de trabajo; ayuda a analizar en la línea de producción si es factible la realización del producto requerido, en un determinado tiempo.*
- 5) *Estudio de métodos: es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces para reducir los costos.*

El estudio de métodos, elimina tiempo ineficaz y precede a la medición del trabajo, además ayuda a planear eficazmente las operaciones.

1.2.4 Estudio económico

Todo cambio que se realice en un proceso de producción para que sea aceptado por la gerencia aparte de que debe realizarse un estudio técnico debe ir acompañado también por un estudio económico, el cual indique que ganancia estaría la empresa percibiendo si realiza dicho cambio, lo cual ayudara para que se tome la decisión acertadamente.

Un estudio económico se hace con el fin de elegir la mejor alternativa de inversión que satisfaga los objetivos inmediatos y a largo plazo de la empresa. Para poder obtener economía en una inversión, la clave es saber seleccionar.

1.2.4.1 Principios fundamentales para una correcta elección de inversión:

- *Considerar únicamente las opciones factibles. Se debe evitar toda acción que tenga restricciones en cuanto a consideraciones tecnológicas.*
- *Utilizar unidades de medición y monetaria comunes, para poder medir y comparar los resultados.*
- *Para el análisis, solo deben importar las diferencias que existan entre alternativas, no así los datos en común.*
- *Evitar incluir costos o ingresos que se realicen antes de tomar la decisión, ya que esto distorsiona la información.*
- *Todas las opciones deben examinarse de acuerdo con un horizonte de planeación común. Se le dice horizonte de planeación al periodo de estudio ó periodo de análisis.*
- *Los criterios para las decisiones de inversión deben incluir el valor del dinero en el tiempo y los problemas relacionados con el racionamiento del capital.*
- *Las decisiones separables deberán tomarse aparte. Esto se refiere a que para tomar una decisión se estudie separadamente el punto de vista tecnológico y el punto de vista financiero, para evitar soluciones óptimas ocultas.*
- *Deben tomarse en consideración los grados relativos de incertidumbre asociados con los diversos pronósticos. Si se toma en cuenta el grado y tipo de incertidumbre, se garantizará que la calidad de la solución sea evidente para los responsables de tomar las decisiones de distribución del capital.*
- *Las decisiones deben dar importancia a las consecuencias que no se puedan reducir a unidades monetarias.*
- *Las auditorías posteriores a la decisión retroalimentan las consecuencias de las decisiones logrando mejorar la calidad de las decisiones tomadas.*

1.2.4.2 Herramientas que se utilizan para realizar un estudio económico.

- Factores de interés compuesto: estos factores nos ayudan a hacer equivalencias en función de la tasa de interés apropiada por unidad de tiempo y el intervalo temporal relevante.

Simbología

P = valor presente o gasto inicial de inversión.

F = valor futuro.

R = renta uniforme de fin de período.

n = número de capitalizaciones en el período de estudio.

i = valor de interés de una de las capitalizaciones.

G = gradiente.

Los factores son los siguientes:

Factores de pago simple

$$F = P * spcaf (i-n) = P (1 + i)^n$$

$$P = F * sppwf (i-n) = F (1 + i)^{-n}$$

Factores de serie uniforme

$$F = R * uscaf (i-n) = R [(1+i)^n - 1 / i]$$

$$P = R * uspwf (i-n) = R [(1+i)^n - 1 / i(1+i)^n]$$

Factor de depósito de fondo de amortización

$$R = F * sfd (i-n) = F [i / ((1+i)^n - 1)]$$

Factor de recuperación de capital

$$R = P * crf (i-n) = P [i(1+i)^n / ((1+i)^n - 1)]$$

Factor gradiente

$$P = G [(1+i)^n - 1 - i / i^2 (1+i)^n]$$

$$A = G [(1+i)^n - 1 - i / i (1+i)^n - i]$$

1.2.4.3 Métodos para elegir entre opciones

Existe diversidad de métodos para evaluar alternativas de inversión . En relación con cada método, hay un estadístico o “cifra de comparación” y una regla de decisión. A continuación se presentan los métodos más usados:

- **Valor presente (VP):** *consiste en transformar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente , los valores futuros. Es equivalente al valor presente de los flujos de efectivo por la inversión propuesta durante un intervalo de tiempo específico, con el descuento a una tasa de interés establecida, la cual representa la tasa mínima atractiva de rendimiento o sea la tasa de rendimiento que podría esperarse si los fondos a invertir en el proyecto propuesto se invirtieran en otra parte. Se puede trabajar con alternativas de vidas útiles iguales y desiguales. El criterio que se utiliza para seleccionar la alternativa es aquella que dé el mayor valor presente. Tomar en cuenta que la diferencia entre alternativas es menor cuando la vida de los proyectos es larga o la tasa de interés es alta.*

- **Costo anual uniforme equivalente (CAUE):** *es transformar todos los valores a una serie equivalente de valores uniformes de fin de año. La ventaja que tiene sobre el valor presente es que no requiere hacer la comparación sobre el mismo número de años, cuando las alternativas tienen diferentes vidas útiles. Para seleccionar la opción que más conviene, se usará el mismo criterio del valor presente.*

- **Tasa interna de retorno (TIR):** *es determinar la tasa de interés o tasa de retorno que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos. La teoría del método del análisis de la TIR se basa en que los ingresos brutos totales de una*

empresa por lo general se usan para dos fines: a) reintegrar los costos (inversiones y gastos); b) obtener una tasa de retorno. Los métodos de cálculo que se pueden usar son: método de valor presente y método de costo anual uniforme equivalente.

En el primer método se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_{ping} - V_{peg} = 0$$

El proceso a realizar es el siguiente: 1) Determinar el flujo de caja y visualizarlo por medio de un diagrama. 2) Establecer la ecuación de la TIR. 3) Seleccionar los valores de cantidad de períodos por ensayo y error hasta determinar el valor de interés que satisfaga la ecuación.

El segundo método utiliza el mismo proceso que el anterior, lo único que cambia es la ecuación:

$$CAUE \text{ de ingresos} - CAUE \text{ de egresos} = 0$$

- **Relación Beneficio/costo (B/C)** : es determinar la relación de beneficios y costos, generalmente se aplica para inversiones públicas.

2. PROCESO DE ESTAMPADO DIRECTO EN TELAS

2.1 Descripción general

Como se explicó en el capítulo 1, el estampado directo en telas consiste en estampar dibujos directamente del cilindro a la tela. Actualmente, del 100 % de tela que produce esta empresa, un 15 % es estampada por medio del proceso de estampado directo. El 100 % de tela estampada por este proceso es vendida en el país, porque internacionalmente no es del gusto del cliente por tener una textura un poco áspera, debido a que absorbe bastante colorante.

2.1.1 Preparación de colores

Este proceso se lleva a cabo en el área de cocina de colorantes, el cual tiene por objetivo abastecer colores preparados al área de estampado directo, la cantidad de color que se prepara es de acuerdo al pedido del cliente. Por lo regular, se preparan de 3 a 6 colores de cada variante en un mismo diseño, razón por la que se mantiene constante trabajo en esta área.

A continuación se describe los cuatro elementos que interviene en el proceso de preparación de colores.

2.1.1.1 Materia prima

La materia prima consta de colores base y químicos auxiliares que se presentaran a continuación:

<u>Los colores base</u>	<u>Proveedor</u>
Verde Acrimina	Química Hoechst
Amarillo Quisaprint GG	Química Hoechst
Naranja Quisaprint GM	Química Hoechst
Rojo Quisaprint MB	Química Hoechst
Violeta Quisaprint	Química Hoechst
Azul Helizarin BRT	Basf
Negro Helizarin LG	Basf

<u>Químicos auxiliares</u>	<u>Proveedor</u>
Alcoprint PBA (ligante)	Allied colloids Inc.
Alcoprint PTF (espesante)	Allied colloids Inc.
Amoniaco	Proquirsa
Fijador Imperon AG	Química Hoechst

El PBA y el PTF conforman pasta base. El espesante mejora la estabilidad de la pasta. El amoniaco da viscosidad a la pasta. El fijador ayuda a que los colores se fijen en la tela. Los ligantes son dispersiones acuosas, poco viscosas, y forman película sobre la tela.

2.1.1.2 Maquinaria

Agitador: éste sirve para mezclar los colorantes, trabaja a 1700 revoluciones por minuto y tiene un motor de 5 caballos de fuerza.

Pesa pequeña: ésta tiene capacidad para pesar hasta 6 kilogramos, por lo regular se usa para pesar los colores base y los químicos auxiliares que se utilizan cuando se prepara un color.

Pesa grande: su función es pesar la mezcla que resulta de unir los colores base con los químicos auxiliares y que se usará en el área de estampado directo.

Filtrador: tiene capacidad para filtrar 50 kilogramos de colorante, tiene una bomba que le proporciona el aire para poder trabajar. Con esta máquina se debe tener cuidado ya que si el colorante trae partículas muy grandes, podría provocar que el colador se tape; si por descuido esto llegara a suceder, se deberá bajar la presión del aire del filtrador para evitar alguna explosión.

También en la base del elevador que tiene el filtrador no se deben poner tapaderas para evitar que se rompan las cadenas del elevador.

2.1.1.3 Mano de obra

El área de preparación de colores utiliza actualmente en esta empresa, a tres personas:

Un encargado de mezclar químicos auxiliares con colorantes base.

Un encargado de filtrar los colores que ya se mezclaron.

Un encargado de lavar botes y de transportar los materiales de la bodega hacia el área de preparación de colores.

2.1.1.4 Métodos de trabajo

Preparación de la pasta madre

La pasta madre es la base para realizar un color, ésta se prepara en cantidades de 100 kilogramos de la cual se tomará la cantidad necesaria para hacer un determinado color. La forma de prepararla es la siguiente: los elementos son introducidos en un recipiente plástico, éste se coloca debajo del agitador con el cual se mezclarán hasta lograr una pasta uniforme, estos elementos son los siguientes:

	<i>Cantidades por utilizar</i>
<i>Agua</i>	<i>82.500 kilogramos</i>
<i>Ligante</i>	<i>14.000 kilogramos</i>
<i>Amoniaco</i>	<i>0.500 kilogramos</i>
<i>Espesante</i>	<i>1.500 kilogramos</i>
<i>Fijador</i>	<i><u>1.500 kilogramos</u></i>
	<i>100.000 kilogramos</i>

La pasta que se preparo alcanzara para estampar de 40 a 100 yardas esto dependerá del tipo de tela o del dibujo que se estampe en la tela.

El orden en que se agregan los elementos no alteran la pasta final, sin embargo para estandarizar el procedimiento es aconsejable mezclarlos en el orden en que aparecen arriba. El ligante y el espesante son traídos de Irlanda y vienen en botes de 131 kilogramos cada uno.

Preparación de colores

En el momento que se tiene la orden de pedido se verifica que las fórmulas de los colores existan, caso contrario se debe hacer según la muestra. Las fórmulas están hechas o deben hacerse considerando una pasta madre de 100 kilogramos; si se desea más o menos color, se debe aplicar la fórmula proporcionalmente.

Al determinar la cantidad que se debe agregar de cada color base, entonces se procede a agregarlos a la pasta madre, para luego volver a agitar la mezcla hasta lograr un color uniforme. Los colores base vienen en recipientes de 20 kilogramos. cada uno y son fabricados en México.

Filtración de colores

La razón por la que se filtran los colores es para eliminar partículas que caen sobre los colorantes al haber sido sometidos a los procesos anteriores. La forma de llevar a cabo esta operación es colocando el recipiente que contiene el color sobre el elevador del filtrador para ser llevado al filtro y trasladarlo a otro recipiente, que será pesado posteriormente.

Pesado de colores

En una pesa de 250 kilogramos de capacidad, se pesan los colores que ya fueron filtrados, luego de lo cual el personal encargado coloca en un lugar visible del recipiente los siguientes datos: cantidad y color. El bote pesado se traslada al área de estampado para continuar con el proceso.

2.1.2 Estampado directo en telas

Este proceso consiste en estampar diseños en una tela lisa, este proceso se puede realizar siempre y cuando lleguen a tiempo los siguientes elementos: tela, cilindros y colores. Si faltara uno de los elementos indicados, la actividad no puede realizarse.

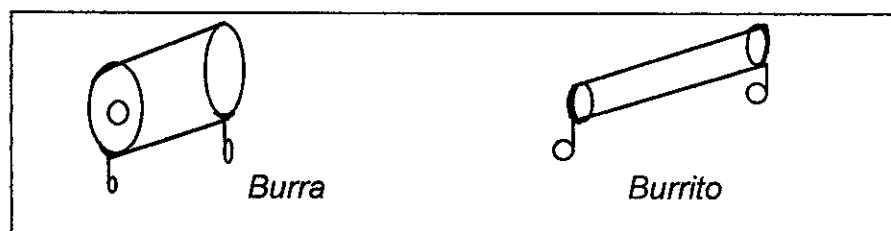
A continuación se describirá como intervienen los elementos indicados arriba en el proceso, tomando en cuenta que todo proceso requiere de materia prima, maquinaria, mano de obra y métodos de trabajo.

2.1.2.1 Materia prima

La materia prima utilizada en este proceso es la tela, la cual viene en burras (véase glosario) y en rollos. Las burras traen de 6,000 a 8,000 yardas y los rollos vienen de 300 yardas.

Para poder estampar la tela que viene en burras, ésta se coloca enfrente de la máquina estampadora. La tela que viene en rollos, se coloca sobre un equipo llamado "burrito", el cual también se colocará enfrente de la máquina estampadora para dar inicio al proceso. La burra consta de un cilindro mientras que el burrito consta de tres.

Figura 2. Ilustración de transporte de tela



Los diferentes tipos de tela que llegan para estampado son: dacrón, mantel, doco, cretona, chambray, jersey, rayón tailandés y brasilia. La tela que ingresa para ser estampada, viene con una boleta de identificación en la cual se indica: tipo de tela, cantidad de yardas, número de burra, fecha de entrega y nombre de la persona que planchó la tela; esta boleta debe estar firmada por el supervisor del área de planchado.

2.1.2.2 Mano de obra

En el área de estampado de tela se cuenta con el siguiente recurso humano:

Un operario, que maneja el tablero y el panel de control de la máquina estampadora, así mismo verifica continuamente la calidad del estampado.

Un ayudante de operario, que controla la alimentación de color a las rasquetas (accesorio de la máquina), verifica el estampado de tela y lava las rasquetas y los cilindros cuando termina el proceso.

2.1.2.3 Maquinaria

El área de estampado cuenta con la siguiente maquinaria:

Una máquina estampadora, marca Stork - Boxmeer Holland, la cuál consta de las siguientes partes:

- **Área de entrada de tela:** aquí se encuentran ubicados siete rodillos que permiten el deslizamiento de tela, también se encuentran los palpadores y una resistencia para el calentamiento del pegamento.

- **Área de estampado de tela:** aquí se encuentran ubicados seis cabezales en donde se enganchan los cilindros, cada cabezal tiene cojinetes los cuales permiten una circulación suave a los cilindros en una rotación continua, además estos cabezales tienen seguros que protegen los cilindros y una corona numerada donde se indica la posición del cilindro. En la parte de abajo de esta área existe una lavadora con cepillos que permite lavar la banda de caucho para eliminar los residuos de colorante que quedan después de que el cilindro ha tenido contacto con la tela. A la par del área de estampado se encuentra ubicado un tanque de agua de 10 metros de largo, 2 metros de ancho y 0.5 metros de profundidad, el cuál se utiliza para lavar las mangueras. Además se encuentran 6 bombas de 1.5 caballos de fuerza cada una, su función es bombear colorante por medio de las mangueras y rasquetas hacía los cilindros. Esta área cuenta con un contador que determina la cantidad de tela estampada.
- **Recámara:** su función es secar la tela, tiene una capacidad máxima de evaporación de terpentina de 2.92 kilogramos por minuto, a una aspiración de 11,000 metros cúbicos por hora; cuatro compuertas , una banda rotativa, dos ventiladores que le proporcionan aire caliente y otros accesorios.
- **Área donde sale la tela estampada:** existe un plegador que ayuda a tender la tela sobre carretas, éstas tienen una capacidad de almacenamiento de 2,500 a 6,000 yardas de tela estampada, dependiendo del grueso de la misma.
- **Tablero de control:** su función es mantener bajo control la máquina estampadora.
- **Control central de la máquina:** este controla la recamara, área de estampado, bombas, área de entrada de tela y área de salida de tela.

Un compresor: Este proporciona aire a la máquina estampadora.

Una máquina de coser: Esta se utiliza para juntar las puntas de las telas de las diferentes burras para evitar el tiempo de enhebrado (introducir la tela en los rodillos ubicados en el área de entrada).

2.1.2.4 Métodos de trabajo

Colocación de la tela

En esta operación se ubica la burra, con la respectiva tela en el lugar adecuado para luego estampar la tela.

Conectar el vapor

Abrir la llave de vapor, que se encuentra ubicada en la parte superior de la recámara de la máquina.

Encender la máquina

En esta operación el operario encargado del manejo de la máquina se encarga que la forma de encender la máquina sea la apropiada para realizar el estampado esta operación forma del tiempo de preparación de la misma.

Colocación de cilindros

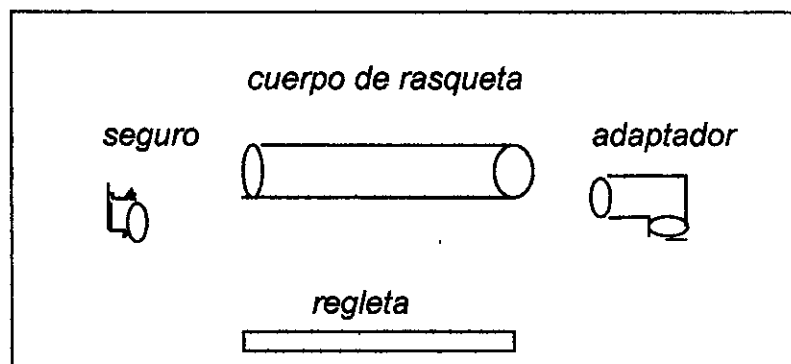
Aquí los cilindros que se encuentran con el dibujo grabado respectivo, se colocan en la máquina estampadora , teniendo un orden para evitar errores en el momento de llevarse a cabo el estampado.

Lavado de cilindros

Cada vez que se cambia de colores en un dibujo determinado es necesario que se laven cilindros, teniendo el cuidado de que no queden restantes de color en dichos cilindros, para luego ubicar el nuevo color.

Lavado de rasquetas

Figura 3 . Partes de una rasqueta



También debe lavarse rasquetas, las cuales se colocan dentro de cada cilindro y que también deben ser lavadas en el momento de un cambio de colores que exista en el dibujo que se este estampando.

Mientras la máquina trabaja, se deben controlar los siguientes aspectos:

Centrar los dibujos, lo cual se logra de la siguiente manera:

- Controlar la velocidad con la que se está trabajando.
- Verificar que la recámara tenga una temperatura de 130 grados centígrados.
- Encender las bombas para que se mantenga el nivel del color.
- Observar que los cilindros no se tapen, ya que si se diera esta situación se deberá llevar al departamento de grabados.

2.1.3 Grabado de cilindros

Este proceso es de importancia, y se realiza antes de empezar a estampar, primero describiremos la preparación de la película y después la de los cilindros.

2.1.3.1 Preparación de la película

2.1.3.1.1 Materia Prima

Películas: éstas vienen con dimensiones de 30 por 100 pulgadas, las cuales son rojas de un lado y del otro lado blancas, vienen en cajas. Sobre estas películas se quema el acetato que contiene el dibujo que elabora el departamento de diseño, el cual se imprime en una impresora láser y contiene las indicaciones sobre los colores que se combinarán en el diseño, el tamaño de los acetatos es de 21.4 por 17.5 centímetros.

Químicos auxiliares:

- * *Revelador A y revelador B, esto permite que se puedan ver los dibujos.*
- * *Fijador, el cual ayuda a fijar el dibujo en la película .*
- * *Aditan, esta solución ayuda en la fijación del dibujo..*
- * *SCR56 waterproof opaque red, éste sirve para retocar las películas y los acetatos .*

2.1.3.1.2 Maquinaria o Equipo de trabajo:

- **Máquina fotomécanica:** *tiene una dimensión de 4 por 2.5 metros, trabaja a base de electricidad y de aire. Cuando se utiliza esta máquina es necesario usar luz roja para evitar que las películas se arruinen.*

- **Mesa de luz:** *tiene vidrio en la parte superior y luz en la parte inferior, lo cual permite revisar los acetatos y las películas. Al realizar este trabajo, se utiliza luz blanca.*

- **Mesa normal:** *sirve para colocar películas y acetatos trabajados o pendientes.*

- **Bandejas:** *se tienen tres bandejas en el área de revelado, las cuales contienen agua, revelador y aditan con fijador.*

- **Pila:** *aquí se lavan las bandejas cuando ya han sido usadas.*

- **Útiles de dibujo:** *cinta adhesiva, reglas de escala, escuadras, cuchilla, tinta china y rapidógrafos.*

2.1.3.1.3 Mano de obra

Se utilizan los servicios de una persona debido a que el área de trabajo es pequeña y que la dificultad de trabajar en la obscuridad ocasiona problemas de desempeño, aquí solo se trabaja un turno.

2.1.3.1.4 Métodos de trabajo

- **Quemado de un negativo**

Consiste en pasar un dibujo que llega en acetato trasladarlo a un folex (película) que tendrá el mismo tamaño que el acetato lo único que variara es que todo lo que este en negro en el acetato en el negativo estará en blanco .

- **Revelado del negativo:**

Luego el negativo debe someterse a un proceso que permite observar si el negativo esta bien quemado, así como fijar los dibujos en el negativo.

- **Retocado del negativo:**

El objetivo en esta operación es revisar que el dibujo se encuentre correctamente y si existe algún error, corregirlo con el equipo apropiado.

- **Preparación de película base para grabar un cilindro:**

Para lograr esto es necesario repetir los pasos del uno al tres mencionados anteriormente, con la diferencia de que se utiliza el negativo en vez del acetato, teniendo como resultado final la película que servirá de base para grabar un cilindro.

2.1.3.2 Preparación de cilindros

2.1.3.2.1 Materia prima

- **Cilindros:** los cilindros están hechos de una aleación de cobre, aluminio y acero. Los tipos de cilindro que existen están clasificados de acuerdo al mesh (véase glosario) que tienen, éstos pueden ser de 60, 70, 80, 100, 125 y 155 mesh. Si se tiene un cilindro de 60 mesh significa que en éste existen 60 poros por pulgada cuadrada, este tipo de mesh permite que exista más salida de colorante.

Para identificar el tipo de mesh se utiliza una aguja de coser, la cual se introduce en los poros del cilindro, si la aguja entra indica que pertenece a los tipos del 60 al 80; si la aguja no entra, indica que pertenece al grupo de 100 mesh en adelante. Estos cilindros se reciben en caja de cartón, cada caja tiene 20 cilindros. El diámetro de cada cilindro es de 64.2 centímetros y el largo de 196.8 centímetros. Un cilindro puede ser utilizado varias veces, lo cual dependerá de la condición en que se encuentre, para reutilizarse debe ser desgrabado.

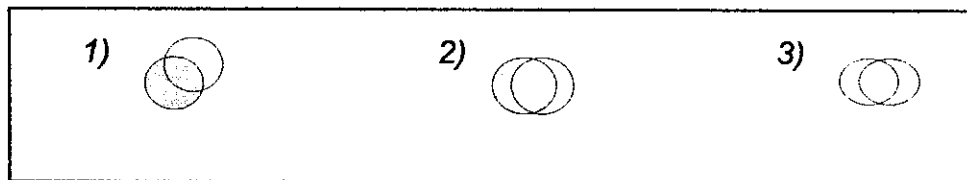
Dependiendo del trabajo que se realice, así se utilizará el cilindro adecuado, por ejemplo: los dibujos que tienen fondo utilizan mesh de 80; los dibujos punteados, filete y línea utilizan mesh de 100 a 125. Debe tenerse cuidado con los cilindros cuando se extienden utilizando la canoa (véase glosario) ó cuando se transportan ya que podrían quebrarse. Para facilitar el manejo de los cilindros se utilizan anillos, cada cilindro lleva dos anillos uno en cada lado, existen tres tipos de anillos:

Tipo 1: estos anillos tienen un diámetro de 64.2 centímetros, están hechos de aluminio lo cual los hace durables. Estos anillos se pegan al cilindro cuando los cilindros ya están grabados.

Tipo 2: éstos son de cobre y son mas delgados, con el mismo diámetro de los del tipo 1, se utilizan para poder lavar y grabar cilindros.

Tipo 3: éstos son de aluminio y se puede encoger la circunferencia, estos son utilizados cuando se retoca los cilindros.

Figura 4. Tipos de anillos



- Químicos que se utilizan para la preparación de un cilindro.

Químico

Para que sirve

Ácido fosfórico

Sirve para desgrabar.

Jabón y cloro

Quita la suciedad del cilindro

Solperclorotileno

Quita la grasa del cilindro

Scr63 y Scr61

La mezcla cubre el cilindro de una película rosada.

Adhesivo scr53 y

Catalizador scr53c La mezcla se utiliza como goma para pegar el anillo al cilindro

Arcapak adb Sirve para cubrir los agujeros blancos que puedan existir en el folex.

Alcohol industrial Sirve para limpiar la suciedad de las mesas de dibujo.

Thiner Ayuda a quitar el exceso de goma en los anillos.

2.1.3.2.2 Maquinaria

-Horno para desgravar: se utiliza para borrar el dibujo que se grabo en el cilindro. Este trabaja a 130 grados centígrados, debe calentarse dos horas antes de comenzar a desgravar los cilindros. Es necesario que los trabajadores utilicen careta, gabacha y guantes ya que el olor del ácido fosfórico es muy fuerte y es peligroso para la piel.

-Caballote: éste se utiliza para lavar, revisar y quitar grasa de los cilindros.

-Tanque: éste contiene agua que es la que sirve para revelar los cilindros recién salidos de la máquina grabadora.

-Pistolas de presión: se utilizan para limpiar cilindros.

-Enlacadora: es hidráulica, trabaja a 60 libras de presión de aire, a una temperatura determinada por la máquina, utiliza un tanque en donde se deposita la laca y conforme el tanque va bajando al mismo tiempo cubre el cilindro.

-Climatizador: seca la laca, trabaja con aire caliente a una temperatura que ya tiene nivelada, la máquina es eléctrica y tiene capacidad para secar ocho cilindros al mismo tiempo.

-Grabadora (máquina SCR70-S): para que empiece a trabajar la máquina se necesita que este a una presión de 0.6 kilogramos fuerza por centímetro. Para grabar el cilindro realiza 8 pasadas (quema la película 8 veces), en trabajos finos 10 veces. La luz que quema es de rayos ultravioleta, por lo que es necesario que el operario utilice anteojos para proteger los ojos y mantenerse a una distancia de la máquina cuando está quemando el cilindro.

- Polimerizador: su función es fijar la laca del cilindro que ya fue grabada, la máquina trabaja a 180 grados centígrados , es eléctrica, tiene extractor de aire, tiene capacidad para introducir ocho cilindros al mismo tiempo. Los operarios utilizan guantes para poder sacar y meter los cilindros.

-Anilladora: en ésta se colocan los cilindros que ya tienen los anillos de tipo 1, con el objetivo de que seque la goma que junta el cilindro con el anillo, teniendo resistencias en cada extremo del cilindro.

2.1.3.2.3 Mano de obra

En esta área trabajan cuatro operarios bajo la supervisión del jefe del departamento de Grabado de Cilindros, cada operario realiza todo el proceso para obtener un diseño determinado, esto se hace así para que todos los integrantes del área conozcan todas las operaciones y evitar así retrasos en caso de ausencia de algún operario. Los turnos a trabajar son de lunes a viernes de 7:00 - 19:00 horas, también existe un turno por la noche en el cual

solo se queda un operario, el cual tiene como atribución arreglar cilindros que se han quebrado, éste turno es rotativo entre los operarios.

2.1.3.2.4 Métodos de trabajo

Desgrabado de cilindros: esta operación se lleva a cabo cuando ya no se va utilizar un determinado dibujo porque este ya paso de moda y como todavía sirven los cilindros, entonces se opta por borrar el dibujo que tenia para grabar otro nuevo.

Revisión de cilindros: ésta se realiza después de desgravar los cilindros, básicamente se revisan tres cosas en un cilindro: orillas, luz del cilindro, golpes.

Nota: si el cilindro está perforado en el área central ya no debe utilizarse.

Operación de desengrasado: esta operación se lleva a cabo con el objetivo de dejar libre el cilindro de todo tipo de suciedad que pueda haber contraído el cilindro.

Operación de lacado: aquí se cubre el cilindro de una capa llamada laca en la cual se grabara el dibujo que se desea.

Operación de grabado: esta operación es delicada y es la que consume más tiempo de todas las operaciones anteriormente citadas, ya que requiere de cuidado porque es aquí donde el cilindro tendra el dibujo que se haya quemado en la película base.

Operación de anillado de cilindros: es aquí donde a los cilindros se le colocan anillos los cuales sirven de agarraderos que se encajaron luego en la máquina estampadora, para que estos puedan estampar el dibujo requerido.

2.2 Estudio de tiempos de las operaciones que intervienen en el proceso de estampado directo de tela

El tipo de proceso de producción que se utiliza en la fabricación de tela en esta empresa es a base de pedidos, por lo que no se puede establecer una tasa de producción semanal, mensual o anual. Para estampar tela es necesario que se tengan los siguientes elementos: tela, cilindros y colores. Con respecto a la tela, el departamento de estampado directo no ha tenido retrasos por falta de existencia.

En lo que se refiere a cilindros, han existido problemas de retraso en la producción, por lo que fue necesario mejorar la programación de la producción, de tal manera que actualmente se programa el grabado de cilindros con una semana de anticipación.

Respecto a la preparación de colores, también se han tenido problemas de retraso en la producción, por lo que se procedió a analizar las operaciones que intervienen en el proceso, así como a tomar tiempos que ayudaran a construir diagramas que permitieran determinar en donde se debe mejorar el método de trabajo con el objetivo de optimizar el recurso " tiempo "

2.2.1 Análisis de tiempos en el departamento de grabado de cilindros

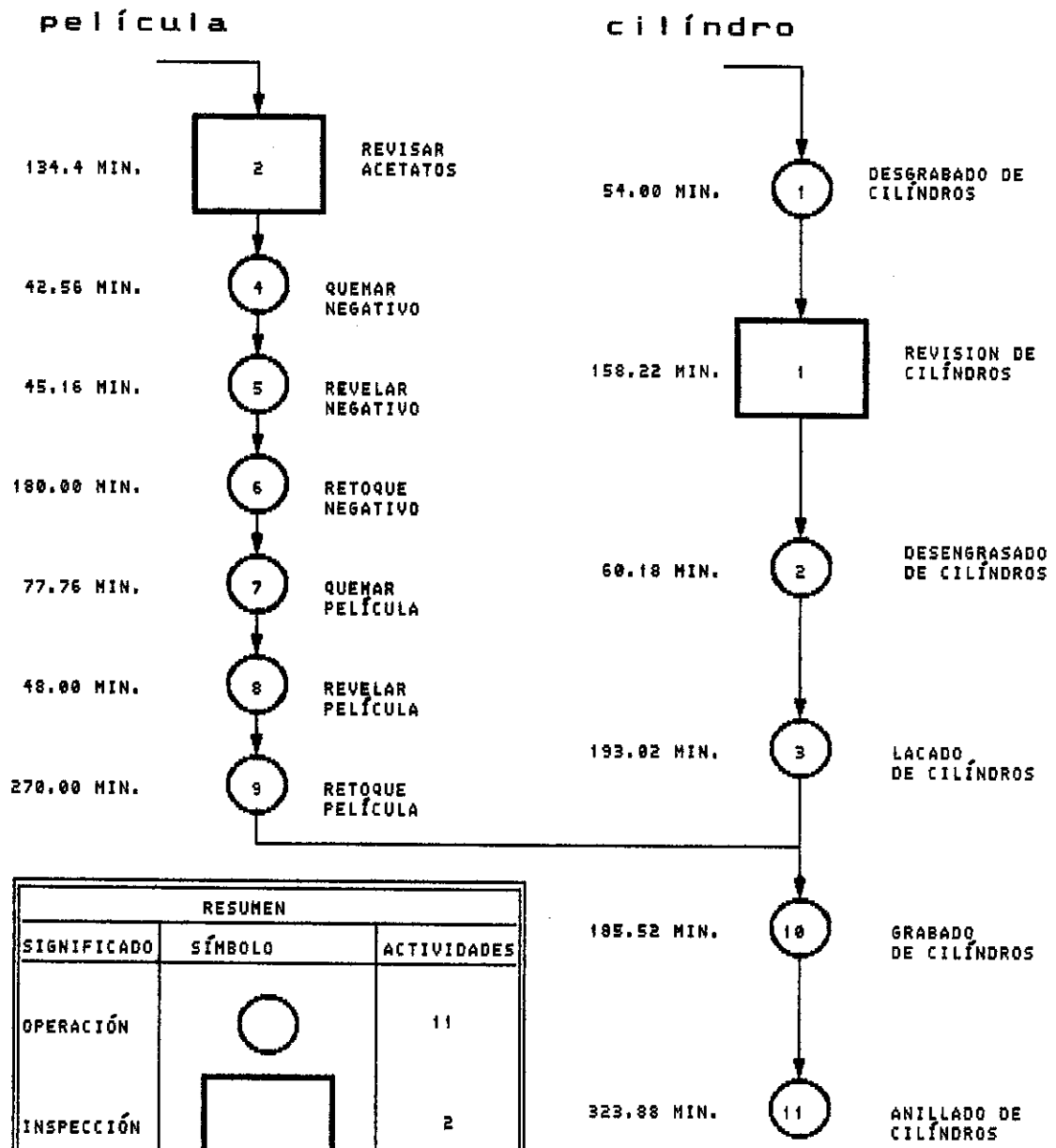
Anteriormente, se describió cada operación que interviene en el grabado de cilindros, ahora se analizará el diagrama de operaciones que se encuentra en la próxima hoja.

Se puede observar que en el proceso de grabación de cilindros existe un tiempo de espera de 332.46 minutos antes de que se lleve a cabo la operación grabado de cilindros, debido a que el tiempo de elaboración de la película es mayor al tiempo de preparación del cilindro.

En este proceso se deberían realizar propuestas de mejoras en métodos de trabajo, sin embargo en este trabajo de tesis no se propondrá nada al respecto, porque la Gerencia de producción de esta empresa ya detectó este problema y tomó las medidas de tipo técnico que consisten en cambiar el equipo que se utiliza en la preparación de la película el cual ayudará a disminuir el tiempo de trabajo para obtener una mayor capacidad de producción, este equipo ya se adquirió y será instalado en un tiempo cercano.

Figura 5. Diagrama de operaciones

Asunto: Grabado de cilindros **Inicia:** Desgrabado de cilindros y revisión acetatos
Método: Actual **Finaliza:** Anillado de cilindros
Hoja: 1 **Diseño :** 6 colores



RESUMEN		
SIGNIFICADO	SÍMBOLO	ACTIVIDADES
OPERACIÓN	○	11
INSPECCIÓN	□	2
TOTAL ACTIVIDADES		13

2.2.2 Análisis de tiempo de preparación de colores y preparación de máquina

Este estudio se hizo unido, debido a que ambos procesos pertenecen a un mismo departamento, como se puede observar en el diagrama de operaciones de " preparación de colores y preparación de máquina " que se encuentra en la página 38, es en el área de preparación de colores donde se está retrasando la producción.

Observando el diagrama de flujo de operaciones (véase página 39), en la operación " agregar colores base " y sub-operación " pesar los colores" se puede afirmar que es aquí donde existe un retraso, entonces será aquí donde se averiguara de que manera el operario hace dicha sub-operación.

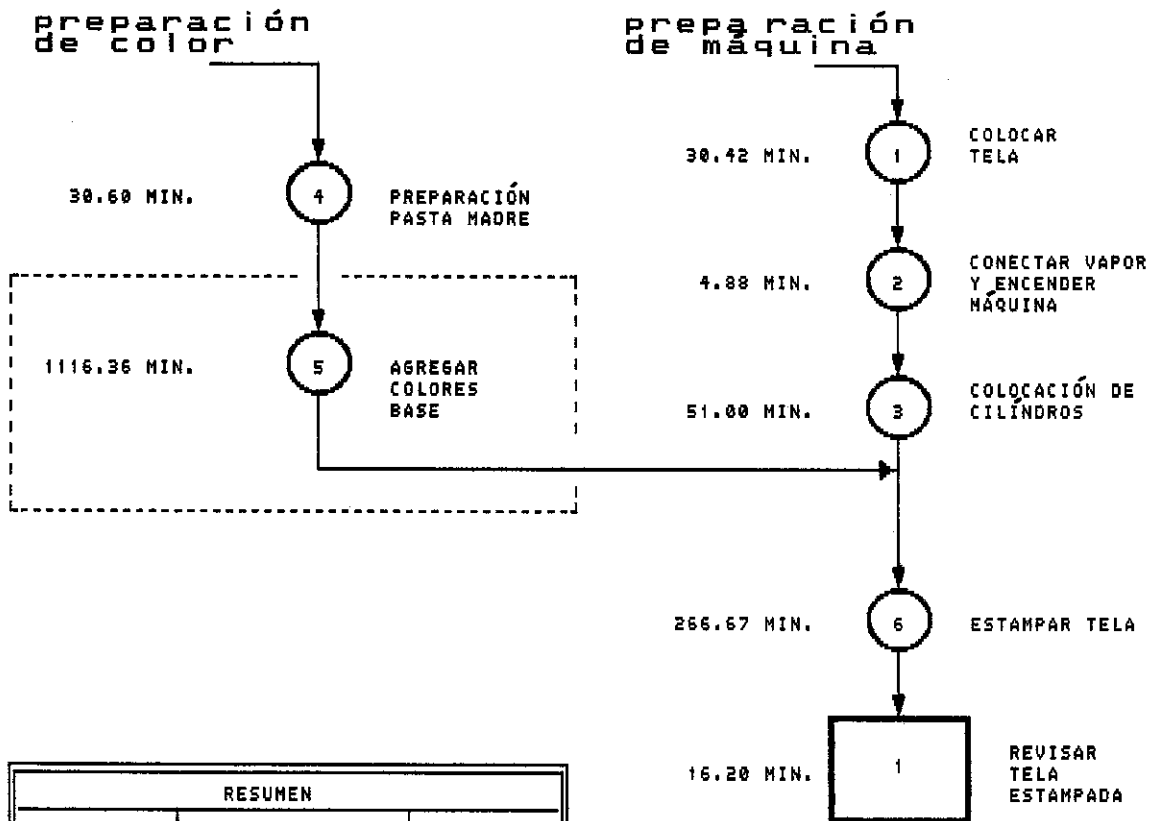
Lo que nos muestra el diagrama de recorrido (véase página 40), es lo siguiente:

- *La distancia que existe entre los botes que contienen los colorantes base y la pesa utilizada por el operario para determinar cuantos kilogramos debe agregar a la pasta madre, es de siete metros, distancia que debe recorrer hasta cuatro veces por un color base.*

Aplicando la ingeniería de métodos se propondrá que estos colorantes base, se acerquen más a la pesa para disminuir o eliminar el tiempo de transporte utilizado.

Figura 6. Diagrama de operaciones

Asunto: estampado de tela · Inicia: Preparación de colores y preparación de máquina
 Método: actual Finaliza: Revisar tela estampada
 Hoja: 1 Diseño : seis colores



RESUMEN		
SIGNIFICADO	SÍMBOLO	ACTIVIDADES
OPERACIÓN	○	6
INSPECCIÓN	□	1
TOTAL ACTIVIDADES		7

NOTA

AL ANALIZAR EL DIAGRAMA DE OPERACIONES, OBSERVAMOS QUE EN AGREGA COLORES BASE ES DONDE SE ENCUENTRA UNA DEMORA DE 1060.66 MINUTOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TELA ESTAMPADA; POR LO QUE EL ESTUDIO DE TIEMPOS SE LLEVARÁ A CABO EN ESTA OPERACIÓN.

Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones

Asunto: Agregar colores base

Inicia: Almacen de colores base

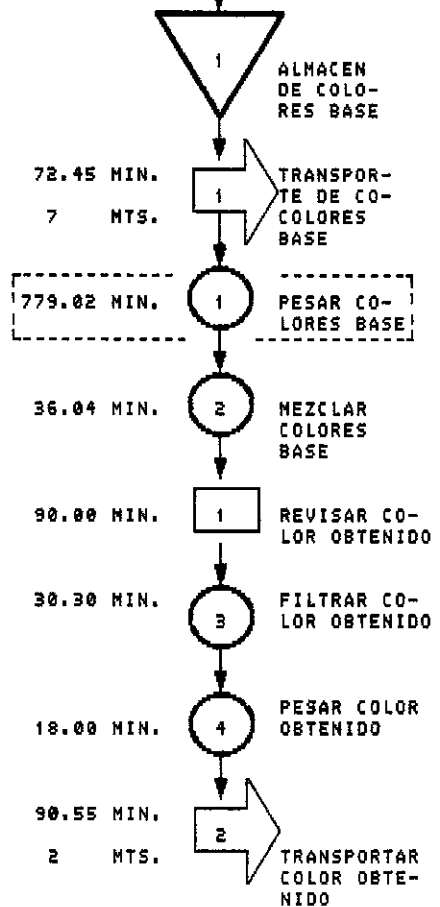
Método: Actual

Finaliza: Transportar botes con color

Hoja: 1

Diseño : seis colores

agregar
colores base



RESUMEN				
SIGNIFICA	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	DIST.	TIEMPO
OPERACIÓN	○	4		863.36 MIN.
ALMACENAJE	▽	1		
INSPECCIÓN	□	1		90.00 MIN.
TRANSPORTE	→	2	9 MTS.	163.00 MIN.
	TOTAL	8	9 MTS.	1116.36 MIN.

NOTA

Al analizar el diagrama de FLUJO DE OPERACIONES, observamos EN PESAR COLORES BASE es donde SE ENCUENTRA UN CUELLO DE BOTTLEA DE 779.02 MIN. POR LO TANTO AQUÍ SE ESTUDIARÁN LOS MÉTODOS.

Figura 8. Diagrama de recorrido

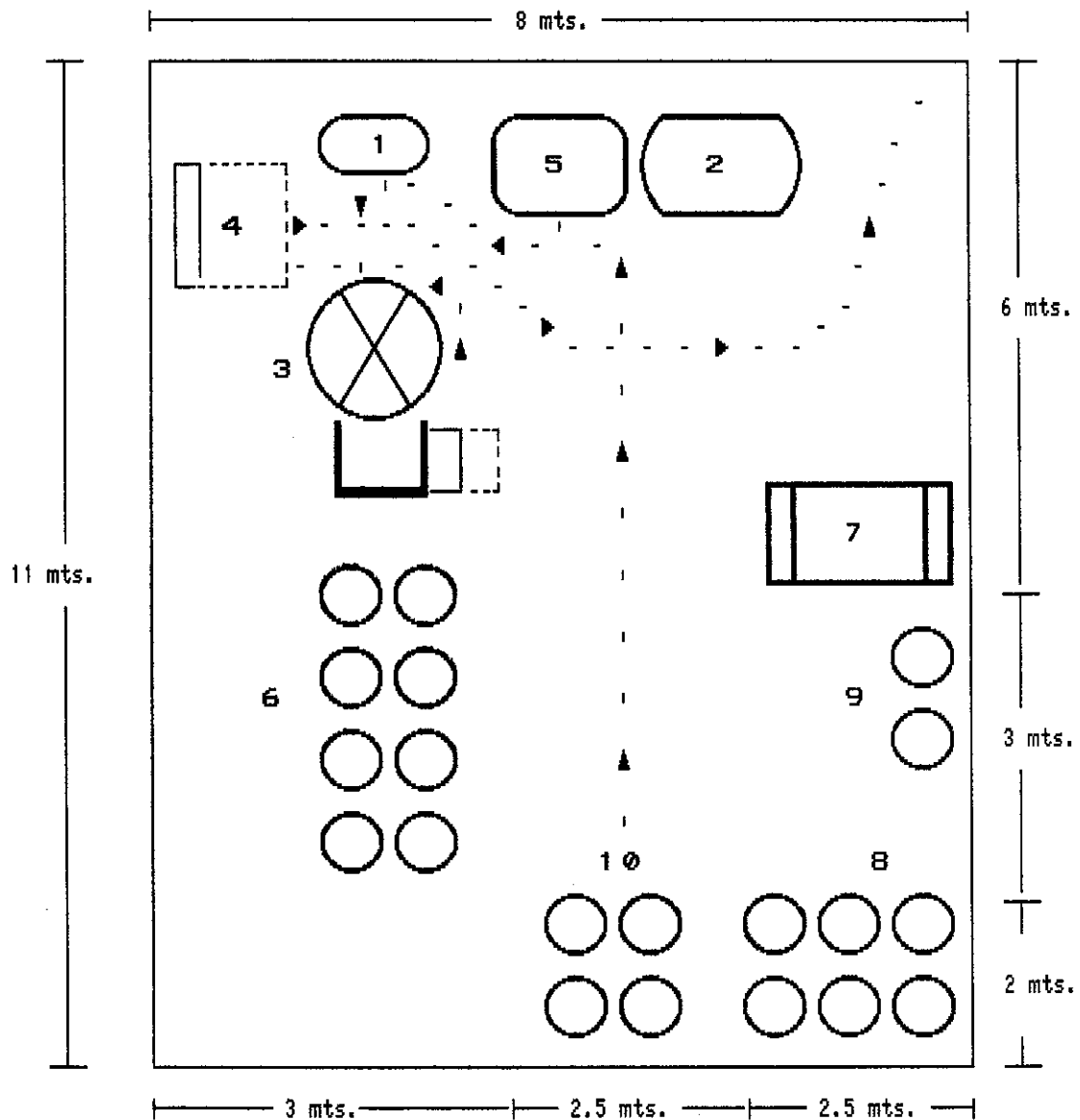
Asunto: Agregar colores base

Inicio: Traer colores base

Recorrido: Actual

Finaliza: Llevar color preparado al área de estampado de tela

Hoja: 1



- 1. Agitador
- 2. Bomba de aire
- 3. Filtrador
- 4. Pesa de capacidad de 250 Kgs.
- 5. Pesa de capacidad de 6 Kgs.

- 6. Área de botes con colorantes
- 7. Oficina cálculos e información
- 8. Área de botes sin colorantes
- 9. Área de químicos auxiliares
- 10. Área de colorantes base

Según el diagrama de la página 40, se puede observar:

- La ubicación de la pesa que es utilizada para pesar el color obtenido (con capacidad de 250 kilogramos), causa problema debido a que existe una interferencia entre los dos operarios cuando realizan su trabajo (pesar color obtenido y pesar colores base), razón por la que se propondrá cambio en la ubicación de dicha pesa.

De acuerdo al balance de líneas realizado, el cual se elaboró con el fin de determinar la eficiencia que se esta obteniendo al agregar los colores base a la pasta madre con el método de trabajo utilizado actualmente, se concluyó que la eficiencia es 65.55% lo que indica baja eficiencia en el trabajo que se hace. Para construir este balance de líneas se tomó la información del diagrama de flujo de operaciones de " agregar colores base ", agrupando las operaciones en dos estaciones de trabajo.

Tabla I. Balance de líneas actual

No	Operación	Tiempo estándar	Tiempo estándar máximo
1.	Transporte y pesado colores base	851.47 minutos	851.47 minutos
2.	Mezclar colores base, revisar, filtrar, pesar y transportar color.	264.89 "	851.47 "
	Total	1116.36 minutos	1702.94 minutos

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo estándar} * 100}{\text{tiempo estándar máximo}}$$

$$E = \frac{1116.36 \text{ minutos} * 100}{1702.94 \text{ minutos}} = 65.55\%$$

De acuerdo a lo analizado anteriormente, si se llevará a cabo la propuesta de efectuar cambios al área de trabajo de la sub-operación " pesar colores base ", entonces el trabajo se realizaría con más orden y menor cansancio para los encargados.

En cuanto a disminución de tiempos de trabajo en la sub-operación "pesar colores base" , al principio de este capítulo se describió el método de trabajo que se utiliza en forma general, a continuación se observa un diagrama bimanual (véase página 44) por medio del cual se puede saber en que movimientos se esta utilizando demasiado tiempo. Al analizar el diagrama bimanual de la sub-operación pesar colores base, se observa que la mayor parte de movimientos utilizados son eficientes, de manera que se debe lograr mejorar éstos. A continuación se analizará un conjunto de movimientos que intervienen de acuerdo al método de trabajo utilizado y que abarcan demasiado tiempo al operador:

- Hacer cálculos: el operador antes de comenzar a mezclar los colores base necesita saber, si el color requerido ya existe ó se debe realizar; si ya existe se buscará la fórmula en los cuadernos que el operario tiene; de lo contrario deberá determinar la fórmula que usará para ese color. Además decidirá cuanto debe agregar de cada color base, tomando en cuenta la cantidad de kilogramos de color que necesita preparar para una cantidad de yardas de tela estampada. Estos movimientos abarcan 401.02 minutos de los 779.02, si la fórmula ya existiera, si no existe la fórmulas los movimientos abarcarán 779.02 minutos.

En los 779.02 minutos se esta tomando en cuenta que el color deseado no se obtiene al primer intento, entonces es necesario realizar de nuevo los movimientos desde realizar cálculos, esto es lo que podría evitarse.








En el próximo capítulo se presentara una propuesta para mejorar tiempos de trabajo y hacer más eficiente la operación

Figura 9. Diagrama bimanual

OPERACION: Pesar colores base INICIA: Alcanzar orden

HOJA: 1/1

FINALIZA: Soltar cubeta MÉTODO: Actual

	MANO IZQUIERDA									MANO DERECHA
1. Orden del pedido										
						*				Alcanzar orden
Tomar orden	*					*				Tomar orden
Mover orden			*				*			Mover orden
Usar orden	*					*				Usar orden
Soltar orden	*					*				Soltar orden
2. Hacer calculos										
Alcanzar hoja	*					*				Alcanzar calculadora
Tomar hoja	*					*				Tomar calculadora
Mover hoja			*				*			Mover calculadora
Sostener hoja					*	*				Usar calculadora
Sostener hoja					*	*				Soltar calculadora
Sostener hoja					*	*				Alcanzar lápiz
Sostener hoja					*	*				Tomar lápiz
Sostener hoja					*		*			Mover lápiz
Usar hoja	*					*				Usar lápiz
Soltar hoja	*					*				Soltar lápiz
3. Traer cubeta										3. Traer recipiente
Alcanzar cubeta	*					*				Alcanzar recipiente
Tomar cubeta	*					*				Tomar recipiente
Mover cubeta			*				*			Mover recipiente
Sostener cubeta					*	*				Usar recipiente
mover cubeta			*			*				Soltar recipiente
4. Pesar color base										4. Utilizar pesa
soltar cubeta	*					*				Alcanzar pesa
sostener cubeta					*	*				Usar pesa
sostener cubeta					*	*				Tomar cubeta
Mover cubeta			*				*			Mover cubeta
Soltar cubeta	*					*				Soltar cubeta

3 PROPUESTA DE MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO Y EN TECNOLOGÍA MODERNA QUE SE PUEDE APLICAR

3.1 Propuesta en mejorar métodos de trabajo

Como se observa en la sección anterior, el análisis de métodos de trabajo se hizo desde lo general hasta lo particular, logrando determinar las causas que están retardando la sub-operación " pesar colores base". Al respecto, la solución que se propone es que se ponga en práctica una carta de colores, para realizar esta sub-operación de una manera más eficiente, tomando como base que para realizar pasta madre se tiene ya una fórmula para 100 kilogramos de mezcla, entonces se puede hacer lo mismo con los colores a utilizar en el proceso.

3.1.1 Carta de colores

3.1.1.1 Justificación

En la actualidad existen varios problemas, como por ejemplo "tela manchada" la cual se debe a que no se puede determinar de una manera exacta la cantidad de color a utilizar en un estampado, entonces cuando se necesita más color hay que parar la máquina estampadora y esperar a que se prepare más color, mientras tanto deben lavarse los cilindros y las rasquetas,

los cuales al volver a colocarse manchan la tela. Como consecuencia de lo anterior surgen demoras de hasta 45 minutos en cada interrupción.

Se pierde tiempo al preparar un color y si éste es nuevo se utiliza un tiempo aproximado de cuatro horas.

3.1.1.2 Objetivo general

El objetivo general que persigue la carta de colores, es contar con una herramienta que permita al operario realizar los colores sin ningún cálculo previo, lo que da como resultado eliminar los problemas descritos anteriormente y por consiguiente optimizar el tiempo.

3.1.1.3 Procedimiento para hacer la carta de colores

Pasos a seguir:

Se debe hacer un muestrario de los colores utilizados en los diferentes tipo de tela, obteniendo un pedazo de tela con su respectiva fórmula.

Encontrar porcentajes de diferencia según el tipo de tela, utilizando una fórmula de un color en varios tipos de tela, para obtener la capacidad de absorción de cada uno.

Escoger un color de la lista de colores y trabajarlo de la siguiente manera:

- Comparar muestras de ese color en los diferentes tipos de tela.
- Si la tonalidad es igual, revisar las fórmulas que tienen ese color en los diferentes tipos de tela, para determinar si son los mismos colores

base que se utilizan. En caso de ser diferentes colores base, escoger la fórmula que utilice menor cantidad, esto con el propósito de bajar costos.

- Si la tonalidad en el color escogido es diferente, escoger la fórmula de la tonalidad que más se utiliza. Aquí se tomara la decisión de eliminar las fórmulas restantes.

Definir una tonalidad fuerte, media y suave para el color escogido.

- Comparar las muestras del color escogido, haciendo grupos con colores similares y así definir cual será la tonalidad fuerte, media y suave.

Realizar los anteriores pasos para cada color escogido.

Nota: A cada color se le pondrá: #1 al color suave, #2 al color medio y # 3 al color fuerte.

3.1.1.4 Resultados obtenidos al realizar la carta de colores

- Al recaudar pedazos de tela con su respectiva fórmula se obtuvo aproximadamente 150 colores en los diferentes tipos de telas que se estampan en el departamento de estampado de tela.

- La capacidad de absorción de color de la tela depende de su estructura, mientras más tupida es ésta, absorbe menos. Se tomó como tela base el "doco", porque es el que más se utiliza en el departamento. Si se tiene la fórmula que corresponde a un color determinado en tela "doco", y esta fórmula desea aplicarse en otro tipo de tela, se deben tomar como guía los siguientes porcentajes:

Tabla II. Porcentajes de absorción de la tela

Chambray:	(-) 20%,
Cretona:	"
Pañuelo:	"
Pañal:	"
Mantel:	"
Jersey:	"
Brasilía:	(-) 24 %
Rayón tailandés	(+) 20 % .
Dacrón	No se cambia

- *En el momento de escoger los colores que formarían parte de la carta de colores, se contó con la asesoría del encargado de formular colores y del Jefe del Departamento de Estampado Directo. Teniendo como resultado :*

32 colores, cada uno con tres tonalidades las fórmulas de todos los colores son para una mezcla de 100 kilogramos. Estas fórmulas fueron grabadas en un archivo para ser utilizado por la empresa.

Considerando los diferentes tipos de tela, fue necesario hacer tablas para cada uno de ellos , estas tablas contienen las fórmulas para cada uno de los colores. En base a los datos recopilados, se determinó que era necesario que también se incluyeran en las tablas, las fórmulas para cantidades de 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 kilogramos ya que éstas son las más utilizadas en el departamento.

Estas tablas se trabajaron en hojas electrónicas con base en la hoja electrónica que contiene las fórmulas de los colores para 100 kilogramos en tela "doco", la forma en que se encuentran las tablas de fórmulas es la siguiente:

Tabla No. 1 fórmulas para el tipo de tela rayón tailandés.

Tabla No. 2 fórmulas para los tipos de tela: mantel, cretona, pañal, pañuelo, jersey, chambray.

Tabla No. 3 fórmulas para el tipo de tela brasilía.

Tabla No. 4 fórmulas que se utilizaran para el tipo de tela doco y dacrón.

En las tablas no se incluyó la preparación de pasta madre, ya que ésta se prepara siempre para 100 kilogramos y de ahí se toma la pasta necesaria para completar la cantidad de kilos a preparar, por ejemplo, si se necesitan 20 kilos de color "añil medio", se deben sumar las cantidades de colores base y luego restarle a 20 kilos esa sumatoria, lo cual indica la cantidad de pasta madre que se necesita.

Existen clientes que solicitan colores especiales, por lo que se elaboraron tablas y cartas de colores especiales, las cuales están ordenadas por el nombre del cliente. También se elaboro una tabla y su respectiva carta de colores para "clientes varios" que incluye colores que se utilizan en algún tipo de tela para clientes específicos. Estas cartas y tablas se encuentran en otro archivo de hojas electrónicas, en la siguiente forma:

Cliente "X", carta especial con 9 colores.

Cliente "Y", carta especial con 5 colores.

Clientes varios, carta especial con 8 colores.

3.1.1.5 Seguimiento a las cartas y tablas de colores

De acuerdo a la necesidad de la empresa se deben chequear periódicamente los colores que hay en la carta, para determinar si aún se

utilizan esos colores y si existen otros colores que están desplazando a algunos incluidos en la carta de colores. Es recomendable hacer esta revisión cada año y si como consecuencia se agregan algunos colores, los mismos deben elaborarse siempre en tres tonalidades.

Cuando se realice un color nuevo, se debe seguir el siguiente orden:

El encargado de formular colores realizará la fórmula a utilizar para el color que se desea, identificando: cliente, diseño, variante, color, tipo de tela. La fórmula debe hacerse tomando como base 100 kilogramos y el tipo de tela "doco".

El grabador de datos, ingresará los datos recibidos, obteniendo las fórmulas para las diferentes cantidades de mezcla. Imprimirá la hoja para enviarla al preparador de colores.

El preparador de colores aplicará las fórmulas recibidas y verificará la exactitud del color. Si existiera variación en el color lo reportará al encargado de formular colores para su corrección.

3. 1.2 Modificaciones en métodos y área de trabajo.

Al analizar el diagrama de recorrido mejorado (véase página 52), se observa que los botes que contienen los colores base y los químicos auxiliares se acercaron al lugar donde se encuentra ubicada la pesa con capacidad de 6 kilogramos, con lo que se logra eliminar transporte de colores base. También se cambió la ubicación de la pesa con capacidad de 250 kilogramos que permitirá el buen desarrollo en el trabajo que realizan los operadores, sin ninguna interferencia.

El diagrama bimanual mejorado (véase página 53) de la sub-operación “ pesar colores base”, queda reducido a tres conjuntos de operaciones, eliminándose los movimientos por elaboración de cálculos y se evita la repetición de los conjuntos de movimientos posteriores a los cálculos por no tener el color que se necesita. Esto se logra al contar con materiales de ayuda (cartas de colores, cartas especiales y tablas de fórmulas).

En el diagrama de flujo de operaciones mejorado de la operación “agregar colores base”, (véase página 54) se observa la disminución de 630 minutos en la sub-operación “pesar colores base”, y la eliminación del transporte de los botes que contienen los colores base.

Figura 10. Diagrama de recorrido

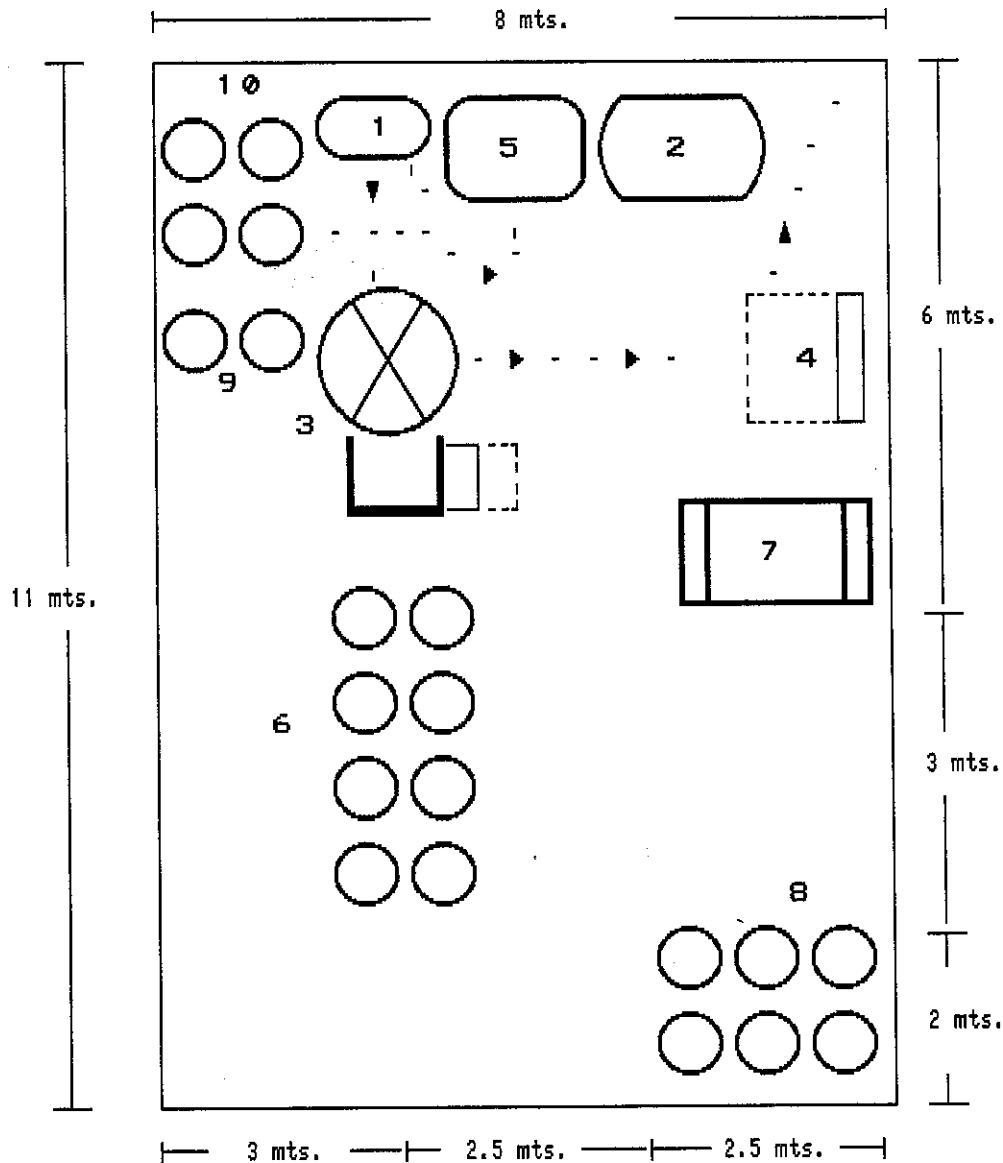
Asunto: Agregar colores base

Inicio: Traer colores base

Recorrido: Mejorado

Finaliza: Llevar color preparado al área de estampado de tela

Hoja: 1



1. Agitador
2. Bomba de aire
3. Filtrador
4. Pesa de capacidad de 250 Kgs.
5. Pesa de capacidad de 6 Kgs.

6. Área de botes con colorantes
7. Oficina cálculos e información
8. Área de botes sin colorantes
9. Área de químicos auxiliares
10. Área de colorantes base

Figura 11. Diagrama Bimanual

OPERACION: Pesar colores base INICIA: Alcanzar orden

HOJA: 1/1

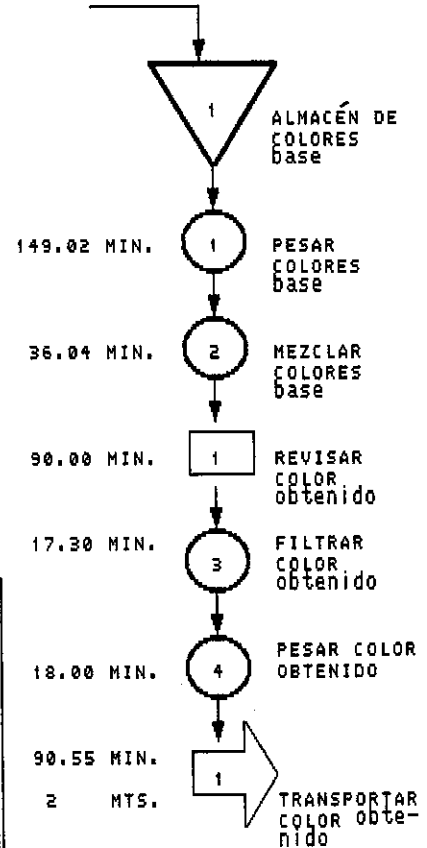
FINALIZA: Soltar cubeta MÉTODO: Propuesto

	MANO IZQUIERDA									MANO DERECHA
		○	⇄	⌋	▽	○	⇄	⌋	▽	
1. Orden del pedido										
						*				Alcanzar orden
Tomar orden	*					*				Tomar orden
Mover orden			*				*			Mover orden
Usar orden	*					*				Usar orden
Soltar orden	*					*				Soltar orden
2. Traer cubeta										2. Traer recipiente
Alcanzar cubeta	*					*				Alcanzar recipiente
Tomar cubeta	*					*				Tomar recipiente
Mover cubeta			*				*			Mover recipiente
Sostener cubeta				*		*				Usar recipiente
Mover cubeta			*			*				Soltar recipiente
3. Pesar color base										3. Utilizar pesa
Soltar cubeta	*					*				Alcanzar pesa
						*				Usar pesa
Tomar cubeta	*					*				Tomar cubeta
Mover cubeta			*				*			Mover cubeta
Usar cubeta	*					*				Usar cubeta
Soltar cubeta	*					*				Soltar cubeta

Figura 12. Diagrama de flujo de operaciones

Asunto: Agregar colores base Inicia: Almacén de colores base
 Método: Mejorado Finaliza: Transportar botes con color
 Hoja: 1 Diseño : seis colores

agregar
colores base



RESUMEN				
SIGNIFICA	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	DIST.	TIEMPO
OPERACIÓN	○	4		161.34 MIN.
ALMACENAJE	▽	1		
INSPECCIÓN	□	1		90.00 MIN.
TRANSPORTE	➔	1	2 MTS.	90.55 MIN.
	TOTAL	7	2 MTS.	341.89 MIN.

NOTA

Al analizar el diagrama de flujo de operaciones mejorado y lo comparamos con el diagrama de flujo de operaciones actual vemos la disminución de tiempo en la operación de pesar color base de 630 minutos menos después de aplicar un estudio métodos

Por último, en el balance de líneas mejorado que se encuentra a continuación, se observa lo siguiente:

Tabla III. Balance de líneas mejorado

No	Operación	Tiempo estándar	Tiempo estándar máximo
1.	Pesar y mezclar colores base	185.06 minutos	228.85 minutos
2.	Revisar, filtrar, pesar y transportar color.	228.85 "	228.85 "
	Total	413.91 minutos	457.70 minutos

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo estándar} * 100}{\text{tiempo estándar máximo}}$$

$$E = \frac{413.91 \text{ minutos} * 100}{457.70 \text{ minutos}} = 90.43\%$$

Existe un aumento en la eficiencia del 24.88%, en comparación con el balance de líneas actual como consecuencia de los cambios propuestos y también de que en la estación no. 1, el operador trabaja con colores base y en la estación No.2, el otro operador trabaja con el color obtenido.

3.2 Propuesta de químicos

3.2.1 Preparación de colores

En cuanto a esta área no se hará una propuesta, considerando que los colorantes y químicos auxiliares que se utilizan aquí, son los mejores que existen hasta el momento en el mercado.

En caso de llegar a existir nuevos colorantes ó auxiliares químicos, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Para cambiar los colorantes, tendría que existir un incremento en el rendimiento de los nuevos productos, en relación a los actuales, de un 30 %. Cuando se habla de rendimiento se refiere a que los colorantes sean más concentrados, es decir que permitan utilizar menos colorante para realizar la mezcla para un determinado color. Por otra parte un cambio de colores implicaría para el proceso una serie de efectos, los cuales se indican seguidamente:

- * Establecer qué tan concentrados son los nuevos colorantes.*
- * Realizar nuevamente alrededor de 150 fórmulas de colores, tratando de obtener los colores que los clientes desean, sin olvidar que los colores tengan la misma brillantez.*
- * Determinar qué porcentaje de absorción tienen los diferentes tejidos con respecto a los nuevos colorantes a utilizar.*

- Con respecto a los químicos auxiliares, para realizar cambios se deben tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- * *Que los ligantes permitan utilizar una mínima cantidad para lograr que los colores no se evaporen en el momento de ser impregnados en la tela.*
- * *Que el fijador permita que el color se mantenga por un tiempo mayor en el tejido.*

3.2.2 Grabado de cilindros

En esta área se utiliza un químico que sirve para desgrasar los cilindros, el cual provoca al operario picazón en las manos, porque éste no puede usar guantes debido a que se deshacen. Por el momento no existe otro químico que elimine este problema, pero sería conveniente solicitar a los proveedores que este químico sea mejorado o que se diseñen guantes que si puedan utilizarse.

3.3 Propuesta de equipo

3.3.1 Preparación de colores

El equipo utilizado en esta área se encuentra en buenas condiciones, el mismo no está siendo utilizado a su mayor capacidad, por lo que no es necesario realizar cambios por el momento.

3.3.2 Estampado de tela

En esta área de trabajo, si es necesario realizar un cambio de equipo, por las siguientes razones:

- Se producen en promedio 48,000 yardas de tela defectuosa al año, que es equivalente al 4% del total de tela estampada que se produce, debido al mal estado en que se encuentra el equipo, esto representa 96.00 dólares al año de pérdida para la empresa. La tela defectuosa es causado cuando se realiza el cambio de cilindros debido al cambio de una variante, también por dibujos descentrados, lo cual se da al principio de cada diseño en lo que logran centrar el dibujo, lo cual se realiza manualmente.

- Al cliente se le debe dar mayor calidad en el producto que adquiere.
- El equipo actual no permite que se pueda ofrecer más variedad en los diseños de tela ya que solo cuenta con ocho cilindros, lo que limita a utilizar solo ocho colores por diseño.
- Los costos de mantenimiento del equipo, conforme va transcurriendo el tiempo, éstos van en aumento. En cada reparación se arreglan problemas emergentes, ya que una reparación mayor sería muy costosa, además existen piezas que ya no se encuentran en el mercado.

En base a las razones expuestas anteriormente, es necesario que se analice la posibilidad de adquirir un equipo nuevo, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- Que tenga mayor capacidad de secado, para lograr trabajar a una velocidad mayor de las 25 yardas por minuto.
- Que los cilindros se alineen automáticamente para evitar el desperdicio de tela que se genera actualmente (alrededor de 30 yardas en cada variante), en el momento de alinearse manualmente no se logran centrar rápidamente los dibujos.

3.3.3 Grabación de cilindros

En esta área, actualmente se están realizando cambios de equipo. Uno de esos cambios consiste en la adquisición de una máquina que permite realizar el dibujo en la computadora luego se transfiere a un cilindro sin necesidad de trazar manualmente el dibujo, ya que se le puede indicar a la máquina los lugares que deberá grabar en el cilindro, lo que permitirá que el grabado de cilindros sea mas exacto.

Considerando el cambio que se está realizando en esta área, no es necesario realizar otros cambios.

3.4 Estudio económico

El estudio económico que se planteará a continuación está basado en un posible cambio de la máquina estampadora. En primer lugar se muestra la opción de continuar trabajando con la máquina actual, en segundo lugar se presenta la opción de adquirir equipo nuevo con dos formas de pago. Estas opciones deben tenerse en cuenta en el momento de tomar una decisión de cambio de equipo.

Todos los cálculos que se presentan tienen una relación de 1/1000 y todas cantidades están en dólares americanos a un tipo de cambio de cinco quetzales por dólar; es decir, que las cantidades están dadas en miles de dólares, esto con el objeto de facilitar los cálculos, lo cual permite ver con claridad la mejor opción. El tiempo que se evaluará es de 10 años, a una tasa de interés del 10%, se toma en cuenta que los costos y beneficios son anuales.

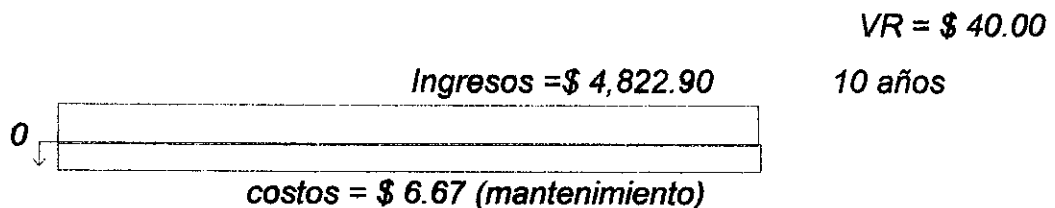
3.4.1 Estudio de beneficios y costos actuales

El costo de producir una yarda de tela estampada es de Q 0.94 quetzales, que incluye los costos por materia prima, mano de obra directa y gastos de fabricación. Entre los gastos de fabricación se incluyen los costos más relevantes que son: materia prima indirecta, mano de obra indirecta, luz eléctrica, combustible y mantenimiento de maquinaria. Este costo de mantenimiento consiste en el valor de los arreglos emergentes que se le realizan a la máquina actualmente para que pueda funcionar. Para el cálculo del costo de producción se tomo como base los costos incurridos en un año.

Los beneficios determinados se basan en un precio de venta de Q 10.00 cada yarda, considerando la producción de tela estampada del anterior año. Se toma también como beneficio el valor de rescate de la máquina al momento de venderla, considerando que esto sería dentro de 10 años.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de caja de acuerdo a las operaciones que se tiene que realizar para determinar el Valor presente neto (VPN), considerando únicamente los costos de mantenimiento anual, que es lo que variaría en caso de que se optara por adquirir otro equipo.

Figura 13. Diagrama de flujo de caja actual



$$VPN = [4,822.90 * uspwf (10\%-10 \text{ años})] + 40 * sppwf (10\%-10 \text{ años}) - [6.67 * uspwf (10\%-10 \text{ años})]$$

$$VPN = 29,634.63 + 15.42 - 40.97$$

$$VPN = \$ 29,609.09$$

3.4.2 Estudio de beneficios y costos propuestos

Se analizará la segunda opción con las dos formas de pago correspondientes, ambas tienen el mismo costo de mantenimiento el cuál no será constante durante los 10 años en que se trabaje la máquina que se desea comprar. Se presenta a continuación la tabla de los cálculos realizados para determinar el costo de mantenimiento de la máquina nueva. (El porcentaje es en base al monto total de la máquina nueva, o sea \$1,500).

Tabla IV. Comportamiento de los costos de mantenimiento.

Año	Porcentaje	Cantidad	VPN
1	0 %	\$ 0	\$ 0
2	0 %	\$ 0	\$ 0
3	0.01 %	\$ 0.15	\$ 0.112695
4	0.02 %	\$ 0.30	\$ 0.2049
5	0.04 %	\$ 0.60	\$ 0.37254
6	0.06 %	\$ 0.90	\$ 0.50805
7	0.08 %	\$ 1.20	\$ 0.61584
8	0.10 %	\$ 1.50	\$ 0.69975
9	0.12 %	\$ 1.80	\$ 0.76338
10	0.14 %	\$ 2.10	\$ 0.80955
Vpn			Total \$ 4.08600

La forma en que se determino el valor presente de cada año se realizó la siguiente operación, por ejemplo para determinar el valor presente del año # 3 se procedió así:

$$P = F * sppwf (i-n)$$

$$P = 0.15 * 0.7513 = 0.112695$$

Y así se evaluaron los restantes años.

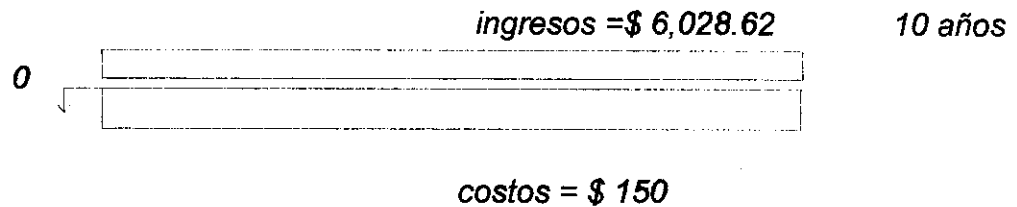
3.4.2.1 Forma de pago # 1

En relación a los costos anuales, tenemos que estarán conformados por un costo de inversión equivalente a 10 cuotas anuales iguales de \$150 cada una para el pago de la maquinaria obtenida. También incluirá el costo de mantenimiento el cual ya esta calculado. Al costo de inversión hay que calcularle el valor presente y a éste sumarle el valor presente del costo de mantenimiento que asciende a \$ 4.086.

Entre los beneficios obtenidos al realizar la compra, se considera que se puede aumentar la producción en un 25 % más de lo que se produce actualmente , la cantidad obtenida fue por el cálculo de multiplicar la cantidad de tela por el precio de venta de la tela. Es necesario considerar que existen otros beneficios que no se pueden calcular, entre los que se puede mencionar:

- *Mejorar la calidad de la tela.*
- *Disminución de porcentaje de yardas defectuosas al 0%.*
- *Disminuir el tiempo de entrega del pedido.*
- *Disminuir tiempos de ocio debido a reparaciones de máquina.*

Figura 14. Diagrama de flujo de caja forma de pago # 1

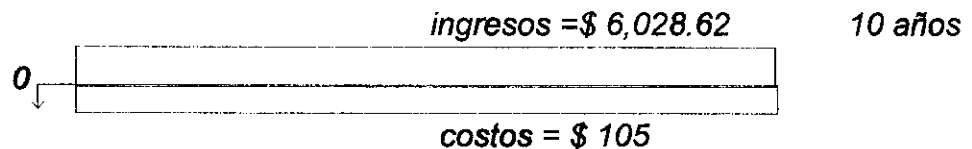


$$\begin{aligned}
 VPN &= [6,028.62 * uspwf (10\% - 10 \text{ años})] - \{4.086 \\
 &\quad + [150 * uspwf (10\% - 10 \text{ años})] \} \\
 VPN &= 37,043.29 - 925.77 \\
 VPN &= \$ 36,117.52
 \end{aligned}$$

3.4.2.2 Forma de pago # 2

Con respecto al costo de inversión, aquí se plantea que el pago de la máquina se realice con un enganche de un 30 % que equivale a \$450.00 y que el saldo se pague con 10 cuotas anuales iguales de \$ 105.00, al valor presente obtenido aquí se le sumará el valor presente del costo de mantenimiento de máquina calculado anteriormente. Los beneficios obtenidos son los mismos que se plantearon en la forma de pago # 1.

Figura 15. Diagrama de flujo de caja de forma de pago # 2



$$VPN = [6,028.62 * uspwf (10\%-10 \text{ años})] - \{4.086 + [105 * uspwf (10\%-10 \text{ años})] + 450 \}$$

$$VPN = 37,043.29 - 1,099.27$$

$$VPN = \$ 35,944.02$$

3.4.3 Análisis del valor presente actual con las opciones propuestas

A continuación se resumen los valores obtenidos anteriormente, con el objeto de comparar los valores presentes e indicar cual es la mejor opción tomando como base aquella propuesta que deje mayores beneficios.

Tabla V. Resumen de opciones

	OPCIÓN #1		OPCIÓN #2	
	Actual	Forma de pago 1	Forma de pago 2	
Costos	(\$ 40.97)	(\$ 925.77)	(\$ 1,099.27)	
Ingresos	\$ 29,634.63	\$ 37,043.29	\$ 37,043.29	
VR	\$ 15.42			
VPN	\$ 29,609.09	\$ 36,117.52	\$ 35,944.02	
Diferencia		\$ 6,508.43	\$ 6,334.94	

Se debe tomar en cuenta que el valor presente del costo de mantenimiento de la máquina actual, en relación al valor presente del costo de mantenimiento de la máquina nueva es de un 90.04% más debido a que en las

máquinas nuevas el mantenimiento en los primeros años es mínimo, por encontrarse en buenas condiciones.

Se puede observar que el VPN de la opción No.2 (forma de pago No. 1) proporciona un 21.98% más de beneficios en relación a lo actual y la forma de pago No.2 ofrece un 21.39% más, razón por la que es aconsejable poner en práctica la forma de pago No. 1, siempre y cuando la tasa de interés sea fija, ya que de lo contrario se presentaría una situación sujeta a nuevo análisis.

CONCLUSIONES

1. *A través del estudio de tiempos e Ingeniería de métodos realizado en una empresa textil, en el proceso de estampado de tela, se determinó que la sub-operación "pesar colores base", que forma parte de la operación "agregar colores", es la causante del cuello de botella, debido a que se tiene que calcular manualmente la cantidad de color base que se necesita para estampar un determinado diseño de tela.*
2. *Se elaboraron cartas de colores, cartas especiales y tablas que indican la cantidad de colorante base que debe llevar cada fórmula de acuerdo con la cantidad de yardas a estampar, con cuya utilización se reducirán tiempos de trabajo en la sub-operación "pesar colores base" en aproximadamente 81%. Con el uso de las cartas y tablas indicadas también se logrará mantener la calidad de color en la tela así como evitar pérdidas por tela manchada.*
3. *Los logros citados en la conclusión anterior tendrán como consecuencia un aumento en la eficiencia en la operación "agregar colores" de aproximadamente 25%.*

4. *En el proceso de estampado de telas no se puede determinar una tasa de producción, debido a que se trabaja con base en pedidos y generalmente, en nuevos diseños.*

5. *Un cambio de equipo, puede incrementar los beneficios actuales de la empresa en aproximadamente el 22%, siempre y cuando se considere en el momento de decidir hacer el cambio, que el nuevo equipo reúna cualidades que permitan aumentar la producción como mínimo en un 25%. Los beneficios aumentan también porque los costos de mantenimiento del equipo nuevo son insignificantes en los primeros diez años.*

RECOMENDACIONES

- 1. Actualizar, constantemente, las herramientas de trabajo (programas de producción, controles de tela cruda programación de colores por diseño), que ayudan a disminuir tiempos ociosos en el proceso de estampado directo en tela.*
- 2. Es importante que se hagan pruebas con las cartas de colores y las tablas de fórmulas para cada color en los diferentes tipos de tela, y que posteriormente, se actualicen igualmente que las herramientas mencionadas anteriormente, para que el trabajo sea ágil, exacto y permita eliminar desperdicios de tela.*
- 3. A un corto plazo de tiempo, la adquisición de equipo nuevo en el área de estampado directo, evitará los problemas existentes como lo son los altos gastos de mantenimiento del equipo actual, incapacidad de cubrir la demanda, desperdicio de tela, etc. Con el cambio del equipo se mejoran los beneficios para la empresa y se ofrece un producto de mayor calidad al cliente.*

BIBLIOGRAFÍA

1. AHUJA, Hira N. y Michael A. WALSH. **Ingeniería de costos y administración de proyectos.** Tr. Jaime Luis Valls Cabrera. México: Alfaomega, 1989.
2. ALEXANDER Missan, Saúl. **Proyecto de instalación de una planta de texturizado de hilo poliéster.** Tesis Ing. industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, julio de 1976.
3. LEÓN Lu, Vicente. **Guía del técnico tintorero para las fibras de poliéster y sus mezclas en las industrias textil.** Tesis Ing. químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, enero de 1979.
4. HODSON, William K. Maynard. **Manual del ingeniero industrial.** Cuarta edición. Volumen I y II. México: Editorial Mc Graw Hill, 1996.