



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN UNA FÁBRICA DE  
VELAS AROMÁTICAS**

**Samuel Alejandro Velásquez Valle**

Asesorado por el Ing. Aldo Estuardo García Morales

Guatemala, abril de 2010

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN UNA FÁBRICA DE  
VELAS AROMÁTICAS**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR**

**SAMUEL ALEJANDRO VELÁSQUEZ VALLE**  
ASESORADO POR EL ING. ALDO ESTUARDO GARCÍA MORALES  
AL CONFERÍRSE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2010**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

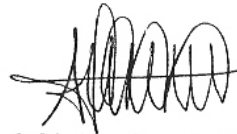
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Byron Eduardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godinez Alquijay
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## 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 graduación titulado:

### **ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN UNA FÁBRICA DE VELAS AROMÁTICAS,**

tema que me fuera asignado por la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería, con fecha noviembre de 2008.



Samuel Alejandro Velásquez Valle

Guatemala, 17 de Noviembre del 2009

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director de Escuela  
Ingeniería Mecánica-Industrial  
Facultad de ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

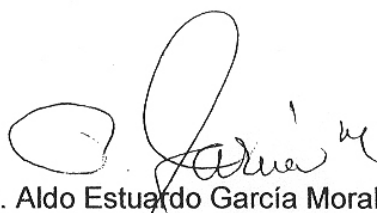
Estimado Ingeniero:

De manera atenta, me dirijo a usted, para presentarle el trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA FÁBRICA DE VELAS AROMÁTICAS**, presentada por el Bachiller **Samuel Alejandro Velásquez Valle**, quien se identifica con carné: 2003-12836, la cual fue asesorada por mi persona.

A mi juicio, el presente trabajo cumple a cabalidad con los objetivos planteados y los requisitos exigidos por la carrera de Ingeniería Industrial, y por tanto extendiendo la presente aprobación en mi calidad de Asesor.

Al agradecer la atención a su presente, me suscribo prestándole un cordial saludo.

Atentamente,

  
Ing. Aldo Estuardo García Morales  
Colegiado No. 2025  
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA FÁBRICA DE VELAS AROMÁTICAS, presentado por el estudiante universitario Samuel Alejandro Velásquez Valle, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Luis Gonzalez Castañeda  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, Febrero de 2010.

/agrm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



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, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN UNA FÁBRICA DE VELAS AROMÁTICAS**, presentado por el estudiante universitario **Samuel Alejandro Velásquez Valle**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
**DIRECTOR**

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2010.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.103.2010

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 graduación titulado: **ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS ACTUALES, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN UNA FÁBRICA DE VELAS AROMÁTICAS**, presentado por el estudiante universitario **Samuel Alejandro Velásquez Valle**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Inga. Glenda Patricia García Soria  
Decana en Funciones

Guatemala, abril de 2010.



/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

- DIOS** Por ser el primer lugar en mi vida, darme salud, sabiduría e inteligencia, para llegar hasta donde estoy. Gracias Dios por cumplir uno de mis sueños, te doy toda la gloria y toda la honra.
- MI MADRE** Mamá, gracias por su valioso amor, comprensión, esfuerzo, consejos y oraciones. Es muy especial para mi vida, este triunfo se lo dedico, que lo ha dado todo por mí, tenga por seguro que la seguiré alegrando y honrando.
- MI PADRE** Papá, gracias por toda su ayuda, cobertura, esfuerzo y amor. Le dedico este triunfo, para honrarlo y recompensarlo por todo lo que me ha dado.
- MIS HERMANOS** Rafael y Paola son un gran ejemplo a seguir, gracias por su apoyo, consejos y cariño, los quiero.
- MI ABUELA** Gracias abuelita, por ser tan especial, por su incondicional apoyo y cariño.

**MI FAMILIA**

Seres queridos que me han visto crecer y triunfar. Gracias tío Juan, tía Ninoshka, por inspirarme hacia adelante y echarme porras. A mis primas en general, a mis tías abuelas que me han proporcionado valiosa ayuda.

**MI NOVIA**

Doris, mi amor, gracias por tu amor, consejos, respaldo, motivación y confianza.

**MI ASESOR**

Ing. Aldo Estuardo García Morales, muchas gracias por su colaboración y apoyo en la elaboración del presente trabajo.

**MIS AMIGOS**

Quienes compartieron conmigo durante mi formación, gracias por su apoyo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>1</b>
1.1 Estudio de métodos	1
1.1.1 Definición y utilidad	1
1.1.2 Objetivo del estudio de métodos	2
1.2 Diseño de métodos	2
1.2.1 Aspectos generales	2
1.2.2 Áreas de aplicación	2
1.3 Diagramas de procesos	3
1.4 Fabricación de velas	6
1.5 Estudio de tiempos	8
1.6 Ergonomía	12
1.6.1 Ambiente de trabajo	15
1.6.2 Herramientas de trabajo	17
1.7 Simplificación del trabajo	18
1.7.1 Requisitos para la simplificación del trabajo	24
1.8 Balance de líneas	24
1.9 Indicadores de la productividad	26
<b>2. DIAGNÓSTICO, SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>29</b>
2.1 Análisis de los métodos de trabajo actuales	29

2.1.1	Proceso actual de la fabricación de velas	29
2.1.1.1	Diagramas de proceso actuales	33
2.2	Evaluación de los operarios	40
2.2.1	Habilidades y experiencias	40
2.3	Evaluación de la Ergonomía	40
2.3.1	Ambiente actual del trabajador	40
2.3.2	Equipo actual disponible	42
2.4	Indicadores actuales de la productividad	43
2.4.1	Eficiencia actual	43
2.4.2	Eficacia actual	44
2.5	Análisis del estudio de tiempos actual	44
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DE BALANCE DE LÍNEAS, ERGONOMÍA Y UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>	<b>45</b>
3.1	Mejoramiento de los métodos de trabajo	45
3.1.1	Procedimientos para el estudio de métodos	45
3.1.1.1	Elaboración de un estudio de tiempos	46
3.2	Mejora del proceso de fabricación	56
3.2.1	Diagramas de proceso mejorados	56
3.3	Mejora en la Ergonomía	62
3.3.1	Mejora del ambiente de trabajo	62
3.3.2	Mejora del equipo de trabajo	64
3.4	Indicadores de la productividad mejorados	66
3.4.1	Eficiencia mejorada	66
3.4.2	Eficacia mejorada	67
3.5	Mejora en la redistribución de líneas de trabajo	67
3.5.1	Balance de líneas	67
3.6	Mejora en el proceso de enfriamiento	68
3.6.1	Propuesta de un Sistema de Enfriamiento	68

<b>4. IMPLANTACIÓN DE BALANCE DE LÍNEAS, ERGONOMÍA Y UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO</b>	<b>71</b>
4.1 Aplicación de nuevos método de trabajo para la fabricación de velas	71
4.1.1 Balance de líneas y nuevas líneas de producción	71
4.1.2 Aplicación de la Ergonomía	73
4.1.3 Sistema de Enfriamiento	79
4.2 Aplicación del estudio de tiempos	80
4.2.1 Corrección de tiempos	80
4.2.2 Proceso de enfriamiento	81
4.3 Capacitación del trabajador con el nuevo método	82
4.3.1 Rotación de tareas y organización de líneas de trabajo	83
4.3.2 Ventajas de la Ergonomía	84
4.3.3 Uso del Sistema de Enfriamiento	86
4.4 Reacondicionamiento del área de trabajo	87
4.4.1 Distribución del equipo en planta	87
4.4.1.1 Distribución combinada por producto y por proceso	89
<b>5. SEGUIMIENTO DE LOS NUEVOS MÉTODOS DE TRABAJO</b>	<b>91</b>
5.1 Monitoreo del método mejorado	91
5.1.1 Inspecciones	91
5.1.2 Visitas	92
5.2 Nuevos indicadores de productividad	93
5.2.1 Estadísticas y gráficas del aumento de los indicadores	93
5.3 Seguimiento del método propuesto	95
5.3.1 Redistribución de líneas de producción	95
5.3.2 Mantenimiento de la Ergonomía	96
5.3.2.1 Nuevos ambientes de trabajo	96
5.3.2.2 Nuevo equipo de trabajo	97
5.3.3 Mantenimiento del Sistema de Enfriamiento	98

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>105</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Proceso general para la fabricación de velas.	7
2. Factores importantes en la Ergonomía.	13
3. Variables mínimas a considerar en el diseño de un puesto de actividad para diferentes operarios.	14
4. Diagrama de operación actual para la fabricación de velas.	34
5. Diagrama de flujo actual para la fabricación de velas.	36
6. Diagrama de operación mejorado para la fabricación de velas.	57
7. Diagrama de flujo mejorado para la fabricación de velas.	59
8. Posición correcta para el trabajo de pie.	64
9. Sistema de Enfriamiento.	69
10. Diagrama de recorrido para la fabricación de velas.	75
11. Medidas del área de trabajo.	77
12. Diagrama para la distribución combinada de la planta.	90
13. Ficha de inspección.	92
14. Gráfica de la mejora de la eficiencia.	94
15. Gráfica de la mejora de la productividad.	94
16. Gráfica de la mejora del enfriamiento.	95
17. Efectos de un ambiente hostil.	96

### TABLAS

I. Acciones que tienen lugar durante un proceso dado.	4
II. Tiempos cronometrados para derretir parafina y colocar moldes.	46
III. Tiempos cronometrados para preparación de la parafina.	47

IV. Tiempos cronometrados para el llenado de velas.	47
V. Tiempos cronometrados para enfriamiento 1.	48
VI. Tiempos cronometrados para puesta de mecha.	48
VII. Tiempos cronometrados para rechupe y centrado 1.	49
VIII. Tiempos cronometrados para enfriamiento 2.	49
IX. Tiempos cronometrados para rechupe y centrado 2.	50
X. Tiempos cronometrados para enfriamiento 3.	50
XI. Tiempos cronometrados para rechupe y centrado 3.	51
XII. Tiempos cronometrados para enfriamiento 4.	51
XIII. Tiempos cronometrados para desmoldado.	52
XIV. Tiempos cronometrados para emparejado.	52
XV. Tiempos cronometrados para control de calidad.	53
XVI. Tiempos cronometrados para empackado.	53
XVII. Tiempos cronometrados para etiquetado.	54
XVIII. Cálculo del tiempo normal para el proceso de una vela.	55
XIX. Cálculo del tiempo estándar para el proceso de una vela.	56
XX. Tiempo estándar de las estaciones de trabajo.	72
XXI. Cálculo del número de operarios para la línea de producción.	72
XXII. Tareas y proceso de la línea de producción.	74
XXIII. Reducción de tiempos de enfriamiento.	80
XXIV. Tiempos de enfriamiento actual.	81
XXV. Tiempos de enfriamiento mejorados.	82
XXVI. Materiales para el proceso de producción.	88
XXVII. Mejora de la eficiencia.	93
XXVIII. Mejora de la productividad.	94
XXIX. Mejora del enfriamiento.	95



## **GLOSARIO**

<b>Adiestrar</b>	Enseñar a desarrollar una habilidad manual.
<b>Balancear</b>	Sistema que regula el equilibrio de las líneas de trabajo.
<b>Baño por enfriamiento</b>	Proceso que se lleva a cabo para que las velas se enfríen por completo para desmoldarlas fácilmente.
<b>Climatización</b>	Acondicionamiento de todos los factores ambientales del trabajador, en su entorno de trabajo.
<b>Cronómetro</b>	Aparato de gran precisión que se utiliza para medir el tiempo.
<b>Cuello de botella</b>	Proceso u operación más lenta con menor capacidad en la producción total.
<b>Capacidad</b>	Cantidad de producción que un sistema es capaz de lograr durante un período específico de tiempo.
<b>Capacidad usada</b>	Tasa de producción alcanzada actualmente.

<b>Capacidad disponible</b>	Capacidad de un sistema para producir una cantidad de producción en un período de tiempo específico.
<b>Decibel</b>	Unidad para medir el nivel de ruido o sonido.
<b>Eficacia</b>	Medida del logro de resultados.
<b>Eficiencia</b>	Cumplir los resultados con la mayor optimización de recursos.
<b>Enfriamiento</b>	Disminución de la temperatura de un ambiente dado.
<b>Ergonomía</b>	Estudio del trabajo en relación con el lugar de trabajo y con quienes lo realizan.
<b>Ergonomista</b>	Especialista en Ergonomía.
<b>Estación de trabajo</b>	Área física donde un trabajador con herramientas o con máquinas, efectúa un conjunto particular de tareas.
<b>Estándar</b>	Sirve como tipo, modelo, norma, patrón de referencia.
<b>Factor de calificación</b>	Calificación justa de la actuación del operario.

<b>Factor direccional del viento</b>	Parámetro que mide la dirección regula del viento y su normalización.
<b>Inspección</b>	Observar y medir que lo que se está haciendo cumpla con las especificaciones.
<b>Línea de producción</b>	Grupo de varias estaciones de trabajo, en donde se llevan acabo diferentes operaciones para poder realizar un producto.
<b>Luminaria</b>	Aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz.
<b>Marmita</b>	Recipiente encargado de hacer las mezclas de todos los líquidos y componentes, a altas y bajas temperaturas, para elaborar la materia prima.
<b>Mecha</b>	Componente de la vela, ubicada en su centro y es la encargada de mantener encendida la llama.
<b>Método</b>	Proceso o camino sistemático establecido para realizar una tarea o trabajo, con el fin de alcanzar un objetivo predeterminado.
<b>Moldes</b>	Recipientes que se utilizan para almacenar la parafina de cada vela.

<b>Monitorear</b>	Evaluación continua de una acción en desarrollo.
<b>Optimizar</b>	Buscar la mejor manera de realizar una actividad.
<b>Operación</b>	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo.
<b>Parafina</b>	Componente principal de la vela y combustible que al derretirse la mantiene encendida.
<b>Pausa Ergonómica</b>	Período de descanso que le brinda tiempo al cuerpo para recuperarse del trabajo.
<b>Proceso</b>	Conjunto de tareas, actividades o acciones interrelacionadas entre sí para la transformación de un objeto.
<b>Productividad</b>	Grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, para alcanzar objetivos predeterminados.
<b>Puesto de trabajo</b>	Lugar específico para la realización de una cantidad determinada de trabajo.
<b>Rechupe</b>	Operación para rellenar el espacio que queda en el centro de la vela.

<b>Refrigerante</b>	Líquido que tiene la cualidad de evaporar a una temperatura baja y se utiliza para enfriar.
<b>Sistema</b>	Conjunto de componentes que interactúan entre sí y que poseen límites claros y precisos.
<b>Solidificación</b>	Proceso físico que consiste en el cambio de estado de la materia, de líquido a sólido, producido por una disminución en la temperatura.
<b>Suplemento</b>	Todo el tiempo que se concede al operario por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo y cause interrupción en el mismo.
<b>Tiempo de ciclo</b>	Tiempo transcurrido entre una y otra unidad que sale de la línea de producción.
<b>Vybar</b>	Aditivo principal de la vela que impide que se endurezca la parafina, se formen burbujas, se llenen de poros las velas, ayuda a mantener el aroma y calidad de la vela.



## RESUMEN

En este documento se dará a conocer los conceptos básicos sobre el tema de los métodos de trabajo en la fabricación de velas aromáticas. Se describirá las condiciones de los métodos actuales que se utilizan, para que se aplique el término, siempre hay un método mejor, y así mejorar el proceso de producción, tanto como la productividad.

Se enfatiza en los aspectos de la ergonomía, balance de líneas y un sistema de enfriamiento, que son métodos nuevos para elevar la productividad. Se realizó un estudio de tiempos de los elementos clave en el proceso de fabricación de las velas, para determinar un tiempo estándar para trabajar los índices de productividad. Con los datos obtenidos se logra saber el balance de las cargas de trabajo en la línea de producción y así establecer un nuevo ritmo de trabajo.

Se realizó un análisis de las condiciones ergonómicas, para ayudar a los operarios, tanto en sus condiciones, ambiente y herramientas de trabajo, para elevar su productividad y nivel de vida.

Es importante la propuesta e implementación de un nuevo sistema de enfriamiento, que se enfoca en cambiar el método antiguo de enfriamiento, para ser más eficientes y productivos en el enfriamiento, manteniendo la calidad de las velas.

Implementando los nuevos métodos de trabajo se obtienen mejores condiciones de trabajo, igual distribución de cargas de trabajo, disminución del tiempo de producción, dando como resultado el aumento de la productividad.





## OBJETIVOS

### General:

- Incrementar la productividad en la fabricación de velas aromáticas al aplicar nuevos métodos de trabajo.

### Específicos:

1. Analizar la situación actual, para mejorar los métodos y simplificar el trabajo.
2. Mejorar la disposición y el diseño de la fábrica, equipo y lugar de trabajo por medio de la remodelación del diseño de la fábrica, contemplando la ergonomía del trabajador.
3. Economizar el esfuerzo humano, reducir la fatiga innecesaria y eliminar los tiempos muertos.
4. Eficientizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra para la reducción de costos de operación.
5. Aumentar la seguridad del trabajador con el nuevo método de trabajo.
6. Generar mejores condiciones de trabajo para que el trabajador se sienta a gusto y pueda desempeñar mejor sus habilidades.

7. Crear una actitud en el trabajador, de que al hacer cambios se puede facilitar, agilizar, simplificar, y asegurar el nivel del trabajo.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los métodos de trabajo es importante en toda área de producción, ya que siempre están muy relacionados los recursos económicos, materiales y humanos en el incremento de la productividad.

En el caso específico el proceso de fabricación de velas a veces se convierte en una rutina y en un trabajo empírico, auxiliado por la experiencia de cada trabajador, por lo que es importante y de mucha utilidad estudiar los métodos de trabajo en la elaboración de las mismas. Ya que cuando se cuenta con el equipo y materia prima adecuada, siempre existirán distintas maneras de elaborar cada tipo de vela.

Hoy en día la fabricación manual cobra una enorme ventaja a lo que es capacitar a los individuos que tienen la habilidad para hacer determinado artículo. Este es el caso de las velas que podemos analizar y mejorar los métodos, para poder llegar a simplificar el trabajo. El uso de estas técnicas para analizar y simplificar cualquier operación o proceso, requiere conocimientos académicos, complementados con un buen criterio y un espíritu de progreso, con lo que se logra ahorrar trabajo y reducir el esfuerzo y la fatiga del trabajador.

A pesar de ser más fácil, todo nuevo método a primera vista parece más difícil, lo cual se debe a un cambio brusco por tomar un mejor y nuevo ritmo normal de trabajo. La resistencia al cambio es un elemento a considerar porque además de obstruir la mejora, genera incertidumbre y estrés en el trabajador por no poder hacer el nuevo método de trabajo a como lo hacían antes. Para reducir esto debe existir la buena capacitación y comunicación del nuevo

cambio para que no afecte a los trabajadores. Es importante resaltar que se debe analizar detalladamente cada tarea del proceso de fabricación, para concluir cual de todas ellas es la que se relaciona más con el aumento de la productividad, para cambiarla o mejorarla y así aumentar los índices de producción.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 Estudio de métodos**

En toda empresa resulta indispensable mantener altos niveles de productividad para estar a un alto nivel competitivo, así como la utilización óptima de todos los recursos que intervienen en el proceso productivo, para reducir los costos por unidad.

No es suficiente para las empresas tener maquinaria con la mejor tecnología, para alcanzar altos niveles de competitividad, si no que se debe llevar a cabo un control estricto de los métodos de trabajo actuales y de los tiempos asignados actuales de las distintas operaciones, para llegar a tener métodos y tiempos óptimos.

El estudio del método de trabajo es necesario para el establecimiento de tiempos de trabajo, encontrar mejores soluciones por medio de efectuar un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, e incluso para la determinación de las fases de trabajo para la planificación de la producción.

### **1.1.1 Definición y utilidad**

El estudio de métodos es el registro y examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos, eficaces y eficientes.

### **1.1.2 Objetivo del estudio de métodos**

Al perfeccionar los métodos de trabajo se pueden detallar varios objetivos:

- ✓ Mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como el diseño del equipo e instalaciones.
- ✓ Economizar el esfuerzo humano para reducir la fatiga innecesaria.
- ✓ Ahorrar en el uso de materiales, maquinaria, energía y mano de obra.
- ✓ Aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo con el fin de hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el desempeño laboral.
- ✓ Obtener indicadores de la productividad óptima para cada una de las líneas de producción.

## **1.2 Diseño de métodos**

### **1.2.1 Aspectos generales**

El diseño de métodos es la técnica que tiene por objetivo aumentar la productividad del trabajo mediante la eliminación de todos los desperdicios de materiales, tiempo y esfuerzo; además, procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

### **1.2.2 Áreas de aplicación**

Las áreas de aplicación del diseño de métodos son dos:

- ✓ Simplificación del trabajo: diseño, creación y selección de los mejores:
  - Métodos
  - Procesos
  - Herramientas

- Equipo
  - Habilidades
- ✓ Medición del trabajo: investiga condiciones, métodos y tiempos de ejecución del trabajo, con el objeto de:
- Balancear cargas de trabajo
  - Establecer costos estándares
  - Implantar sistemas de incentivos
  - Programar la producción

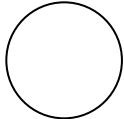
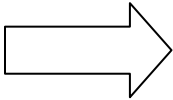
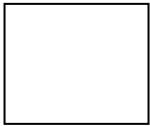
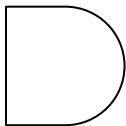
### **1.3 Diagramas de procesos**

Si queremos mejorar un trabajo, por muy sencillo que sea, debemos de registrar los detalles de la operación y hacer un análisis de los mismos para eliminar deficiencias y lograr una mejor distribución de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

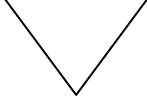
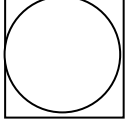
Los diagramas de procesos son una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Simbología para los diagramas de procesos:

**Tabla I. Acciones que tienen lugar durante un proceso dado**

SÍMBOLO	EJEMPLOS Y EXPLICACIONES
<p>Operación</p> 	<p>Ocurre cuando se modifican las características de un objeto o se le agrega algo o se le prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Ocurre también cuando se da o recibe información o se planea algo.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Tornear una pieza, tiempo de secado, cambio de un proceso, apretar una pieza, barrenar, dibujar la pieza.</p>
 <p>Transporte</p>	<p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Mover material a mano, en banda transportadora.</p>
 <p>Inspección</p>	<p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cualesquiera de sus características.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Revisar la pieza después del secado, pesar un objeto, contar cierto numero de piezas, leer temperaturas, presión.</p>
 <p>Demora</p>	<p>Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o grupo de ellos con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Cuando una pieza hace cola para pasar al siguiente proceso.</p>



 <p>Almacenaje</p>	<p>Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.</p> <p><b>Ejemplos:</b> Almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre las maquinas.</p>
 <p>Actividad combinada</p>	<p>Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo. Los símbolos empleados para dichas actividades (operación e inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.</p>

Fuente: García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo. Págs. 42,43.

### **Diagrama de operación de proceso**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

El diagrama de operaciones señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

### **Diagrama de flujo del proceso**

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero contiene más detalles que en el diagrama de operaciones.

El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, también se muestran las siguientes actividades: transporte, almacenamiento y demoras.

### **Diagrama de recorrido**

Es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando las líneas de flujo al plano de la distribución de la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo.

Este diagrama es una herramienta muy útil, ya que permite encontrar aquellas áreas de posibles congestionamientos de tránsito, visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y facilita así el poder lograr una mejor distribución en planta.

### **1.4 Fabricación de velas**

Las velas han sido durante siglos una parte esencial de la vida, y hoy en día son tan necesarias en la mayor parte del mundo, que ha crecido su popularidad.

Su apariencia visual, es inigualable porque encontramos distintos tipos, formas y tamaños de velas prácticamente interminables. Mucha gente prefiere darle un toque más personal a sus hogares, y por eso es sumamente adecuado crear

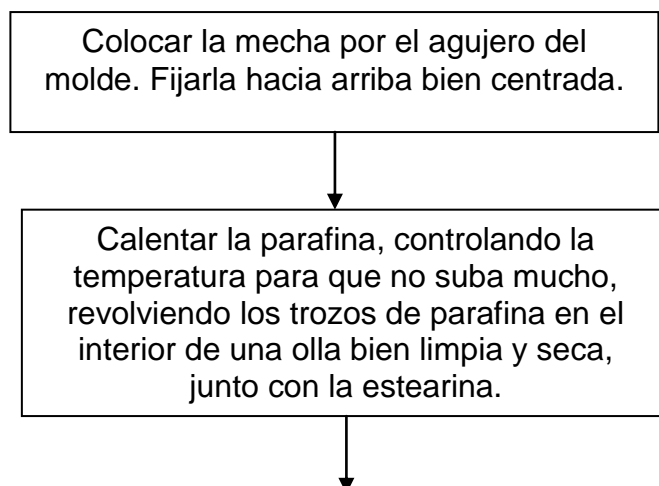
accesorios individuales y con estilo. Con materiales y utensilios adecuados, la fabricación de velas es una de las artesanías más satisfactorias en el mercado.

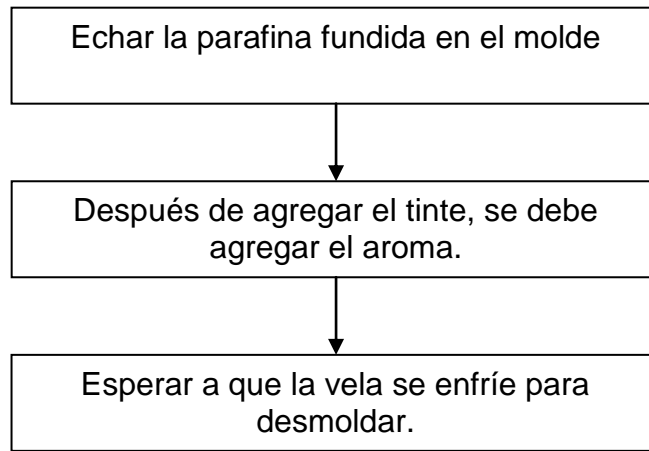
A través de los tiempos y culturas, la fragancia ha sido usada para levantar el ánimo y experiencias espirituales. De todos nuestros sentidos, el olfato es probablemente el que está más cerca del alma, es por ello que las velas aromáticas crean una agradable satisfacción tanto al sentido de la vista como al sentido del olfato.

Las fábricas de velas aromáticas en nuestro país tienen como propósito promover comercialmente artesanías manufacturadas principalmente con productos naturales de Guatemala tales como flores, hojas, frutas y especias locales.

El proceso de fabricación de velas aromáticas es un trabajo en general manual, de la más alta calidad, por ello a continuación describiremos el proceso general de fabricación de velas.

**Figura 1. Proceso general para la fabricación de velas**





FUENTE: Elaboración de autor

## 1.5 Estudio de tiempos

### Estudio de tiempos

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

A Taylor se le considera el padre del moderno estudio de los tiempos en Estados Unidos, aunque en realidad ya se efectuaban estudios de tiempos en Europa mucho tiempo antes.

Proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea en detalle. Este tiempo tenía que estar basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado, quien después de haber recibido una

instrucción, fuera capaz de ejecutar el trabajo con regularidad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

En el proceso de fijación de tiempos, Taylor recomendaba dividir la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas elementos. Estos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea.

El octavo paso del procedimiento sistemático para proyectar un centro de trabajo para la fabricación de un producto, consiste en el establecimiento de estándares de tiempos. Se han empleado tres medios para determinar dichos estándares: estimaciones, registros históricos y medición del trabajo.

La experiencia ha demostrado que es difícil establecer estándares de producción consistentes y justos con el simple expediente de dar un vistazo a un trabajo y luego apreciar el tiempo requerido para efectuarlo. En el método de los registros históricos, los estándares de producción se basan en los registros de trabajo semejantes realizados con anterioridad. En la práctica común, el trabajador marca una tarjeta en un reloj cada vez que inicia un trabajo y repite la operación al terminarlo.

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el evaluador de tiempos domine perfectamente la técnica de estudiar la operación.

Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidad, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

***Para establecer un estándar se tienen varias técnicas:***

- Datos estándares.
- Muestreo del trabajo.
- Estudio cronométrico de tiempos.
- Estimación basada en datos históricos.
- Datos de los movimientos fundamentales.

***Tipos de tiempos:***

- *Tiempo cronometrado:* es el tiempo promedio de 10 a 30 tiempos cronometrados.
- *Tiempo normal:* es el tiempo cronometrado multiplicado por el factor de calificación, es decir se le coloca un porcentaje de calificación al operario, calificando su habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, esto con el propósito de tratar de normalizar los tiempos entre cada uno de ellos, sin incluir demoras.
- *Tiempo estándar:* es el tiempo normal más el tiempo normal multiplicado por el porcentaje de pérdidas o suplementos. En otras palabras, el tiempo estándar, es el tiempo que un operario normal y capacitado lleve a cabo una operación a un ritmo normal.

**Equipos para el estudio de tiempos**

El equipo necesario para el estudio de tiempos, no es tan costoso ni tan elaborado como el que se requiere para el estudio del micromovimientos. En

general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básicos para el éxito y no el equipo utilizado.

### **Cronómetros:**

Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente, la mayoría de los cuales se hallan comprendidos en alguna de las clasificaciones siguientes:

- Cronómetro de segundos.
- Cronómetro centésima de minutos (0.01 min.).
- Cronómetro milésima de minutos (0.001 min.).
- Cronómetro diezmilésima de horas (0.0001 de hora).
- Cronómetro electrónico.

### **Elementos del estudio de tiempos:**

#### ✓ ***Selección del operario:***

El primer paso del estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado.

Si más de un operario está efectuando el trabajo al que se estudiará, varias condiciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio. En general el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado.

#### ✓ ***Trato con el operario:***

De la técnica usada por el analista de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. Deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación será

estudiada. Deberá dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de la toma de tiempos y del estudio a realizar.

✓ ***Medición de tiempo:***

Una vez que tenemos registrada toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en hacer la medición del tiempo de la operación. A esta tarea se le llama comúnmente cronometraje.

### **Procedimientos para estudios de tiempos**

El procedimiento para el estudio de tiempos se reduce a 10 pasos:

1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar
2. Hacer acopio de la información sobre el trabajo
3. Dividir el trabajo en elementos
4. Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho
5. Hacer la extensión del estudio de tiempos
6. Determinar el número de ciclos por cronometrar
7. Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador
8. Aplicar tolerancias
9. Verificar la lógica
10. Publicar el estándar de tiempos

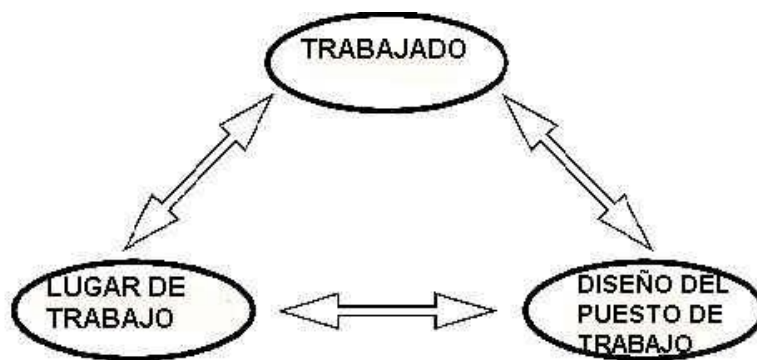
### **1.6 Ergonomía**

La Ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. En otras palabras, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a él.



Un ejemplo sencillo es alzar la altura de una mesa de trabajo para que el operario no tenga que inclinarse innecesariamente para trabajar. El especialista en ergonomía, denominado ergonomista, estudia la relación entre el trabajador, el lugar de trabajo, herramientas de trabajo y el diseño del puesto de trabajo. Es una herramienta que va enfocada a analizar el producto y el usuario del proceso.

**Figura 2. Factores importantes en la Ergonomía**



FUENTE: OIT, Organización Internacional de Trabajo, La Ergonomía. Pág. 1

La Ergonomía es una ciencia de amplio alcance que abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, comprendidos factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, las herramientas, las máquinas, los asientos y el calzado y el puesto de trabajo, incluidos elementos como el trabajo en turnos, las pausas y los horarios de comidas.

En la siguiente figura podremos ver las variables del entorno del operario para poder mejorar su desempeño laboral.

**Figura 3. Variables mínimas a considerar en el diseño de un puesto de actividad para diferentes operarios.**



Fuente: Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori, Pedro Barrau. Ergonomía 1 Fundamentos. Pág. 17

Una de las consecuencias del trabajo manual, además del aumento de la mecanización, es que cada vez hay más trabajadores que padecen dolores de la espalda, dolores de cuello, inflamación de muñecas, brazos y piernas y tensión ocular.

En la actualidad, los diseñadores e ingenieros industriales se basan en la investigación de los factores humanos, como por ejemplo los estudios experimentales de datos antropométricos (medidas corporales) y facilidad de

uso, para ayudar a fabricar productos más fáciles de entender, más seguros de manejar y mejor adaptados al cuerpo humano.

Si no se aplican los principios de la ergonomía, a menudo los trabajadores se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales deficientes.

### **1.6.1 Ambiente de trabajo**

El ambiente de trabajo y sus condiciones de trabajo juegan un papel primordial en el desempeño de las actividades que realizar el trabajador, debido a que estas influyen tanto psicológica como físicamente, y pueden poner en peligro su integridad y seguridad.

Cuando las condiciones de trabajo, no son adecuadas o no se cuenta con la protección correspondiente que se requiere en la actividad, se puede generar las siguientes consecuencias:

- a. Aumento de la fatiga
- b. Aumento de los accidentes de trabajo
- c. Aumento de las enfermedades profesionales
- d. Disminución del rendimiento
- e. Aumento de la tensión nerviosa
- f. Disminución de la producción
- g. Insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.

Estos puntos sin duda, nos conllevan a una disminución en la productividad, por ello es fundamental determinar las condiciones óptimas para realizar un trabajo en específico. Un punto importante en concientizar a la dirección, del impacto que se tiene al no establecerse condiciones de trabajo idóneo, ya que aumentan los costos y se incrementan los riesgos de trabajo.

La disminución de la productividad, el aumento de las piezas defectuosas y desperdicios de fabricación, entre otras causas son imputables a la fatiga. Esta se puede definir como aquel efecto sobre la mente y el cuerpo del individuo que tiende a disminuir la cantidad o la calidad de su trabajo, su fatiga es sólo una de las numerosas fuerzas que pueden reducir la capacidad productora.

Las condiciones de trabajo es un factor primordial en el rendimiento humano, por lo que es necesario que el hombre no trabaje más allá de los límites máximos de su resistencia y en condiciones ambientales inadecuadas.

El individuo se enfrenta a problemas como: temperatura, humedad, ruido, vibraciones, iluminación y fuerzas de aceleración y desequilibrio, etc. A continuación se explica cada uno de los factores más comunes que afectan el desempeño del individuo, con respecto a su ambiente de trabajo:

**TEMPERATURA:** Influye en el bienestar, confort, rendimiento y seguridad de los trabajadores, el excesivo calor produce fatiga, necesitándose más tiempo de recuperación o descanso que si se tratase de una temperatura normal. Sus efectos varían de acuerdo a la humedad del ambiente.

**RUIDO:** Las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las maquinas, la densidad de la maquinaria en el lugar de trabajo, y hasta hace poco tiempo, la falta de conocimiento detallado sobre las molestias y los riesgos debidos al ruido han sido causa de que en muchas fábricas los trabajadores hayan estado expuestos a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos.

**ILUMINACIÓN:** La deficiencia en el alumbrado es responsable del 10 al 15% de la energía nerviosa total gastada en el trabajo, además se calcula que el 80% de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista. Los músculos del ojo se cansan fácilmente si se les obliga a dilatarse y

contraerse con demasiada frecuencia, como sucede cuando hay que realizar la labor con el alumbrado producido por las luces locales muy potentes. El alumbrado general es conveniente porque disminuye la fatiga visual, la irritación mental y la inseguridad en los movimientos, por otra parte, contribuye a hacer más agradable el medio en que se trabaja.

**VENTILACIÓN:** Para un número constante de trabajadores, la intensidad de la ventilación debe ser inversamente proporcional al tamaño del local, la mala ventilación provoca en el operario sueño, por su poca renovación de aire y falta de oxígeno nuevo.

No debe confundirse ventilación con circulación del aire, la primera sustituye el aire vaciado por aire fresco, mientras que la segunda mueve el aire, pero sin renovarlo.

### **1.6.2 Herramientas de trabajo**

Las herramientas de trabajo son de mucha utilidad, ya que son parte del equipo de trabajo con las que interactúa diariamente el trabajador, para hacer sus labores.

Los equipos y herramientas de trabajo no deberán producir molestias, ni afectar la seguridad y la eficiencia del trabajador. Como un requisito para lograr estos propósitos, los mismos se adaptarán en lo posible a las dimensiones y otras características anatómicas y fisiológicas de los trabajadores.

Hay que diseñar las herramientas manuales conforme a prescripciones ergonómicas. Unas herramientas manuales mal diseñadas, o que no se ajustan al trabajador o a la tarea a realizar, pueden tener consecuencias negativas en la salud y disminuir la productividad del trabajador. Para evitar problemas de salud

y mantener la productividad del trabajador, las herramientas manuales deben ser diseñadas de manera que se adapten tanto a la persona como a la tarea.

La preparación de herramental mas ventajosa depende de la cantidad de piezas a producir, posibilidad de repetición del pedido de mano de obra que se requiere, condiciones de entrega, capital necesario.

### **1.7 Simplificación del trabajo**

Antes de que existieran las grandes empresas como las que ahora conocemos, la productividad era escasa y no cubría las necesidades de un número de consumidores cada día mayor. Esta situación se debía en gran parte al método manual de producción, que era lento y rudimentario, lo que originó que algunos hombres de ingenio idearan nuevos métodos de producción y desarrollaran máquinas que suplían con enorme ventaja a los individuos que tenían la habilidad para hacer determinado artículo.

La implantación de nuevos métodos de producción simplificó el trabajo de los artesanos y al mismo tiempo benefició a todo el público, pues se podían adquirir mayor cantidad de artículos a precios bajos.

El número de centros productivos se extendió, lo cual aumentó las fuentes de trabajo y la oportunidad para muchos de sentirse útiles a la sociedad. Sin embargo en tanto que los métodos de producción mejoraban cada día, no sucedía lo mismo con los métodos administrativos que eran inútiles para resolver una gran cantidad de problemas originados dentro de las propias fábricas.

Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo para lograr la simplificación del mismo. Siempre que se trate de simplificar el trabajo

es necesario cambiar el método de trabajo porque no es solamente la habilidad de los operadores para realizarlo lo que señala su índice de productividad.

Se entiende por simplificación del trabajo un método sistemático para la aplicación organizada del sentido común con el objeto de identificar y analizar los problemas del trabajo, desarrollar métodos más fáciles y mejores para hacer las cosas e instituir las modificaciones resultantes.

**Características:**

- ✓ El uso de una metodología para desarrollar las innovaciones
- ✓ El empleo sistemático de la actitud analítica
- ✓ El estímulo del sentido común y del ingenio creador
- ✓ El control de las ideas geniales desordenadas

Así pues, como técnica y como sistema la simplificación del trabajo destierra el concepto de los mejoramientos como un fruto aislado de la inspiración y lo reemplaza por la afirmación categórica de que las mejoras deben surgir como resultado de un análisis completo, concienzudo, organizado, sistematizado y metódico.

La simplificación del trabajo desarrolla el hábito del análisis crítico efectuado con una actitud despierta y una mentalidad inquisitiva. Además, este enfoque se sirve de un método analítico que se ayuda de una serie de preguntas de formas y diagramas diseñados para facilitar la presentación y el análisis cuidadoso de los hechos que permiten recorrer gráficamente cada uno de los aspectos del problema, estudiándolo punto por punto con la minuciosidad pertinente.

La simplificación del trabajo busca las innovaciones deducidas analíticamente por medio de un método sistemático de ataque, con el cual se obtienen mejoras. Este método consta de los siguientes pasos:

1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.
2. Registrar los detalles del trabajo.
3. Analizar los detalles de trabajo.
4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo
5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo.
6. Aplicar el nuevo método de trabajo.

### **1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse**

Como no se puede mejorar al mismo tiempo todos los aspectos de trabajo de una empresa, la primera cosa que debe resolverse es el criterio del punto de vista de la selección del trabajo.

1. Punto de vista humano
2. Punto de vista económico
3. Punto de vista funcional del trabajo

#### **Desde el punto de vista humano**

Los primeros trabajos cuyo método debe mejorarse, son los de mayor riesgo de accidentes: por ejemplo, aquellos en los que se manipulen sustancias tóxicas, en donde haya prensas, máquinas de corte e instalaciones eléctricas.

#### **Desde el punto de vista económico**

Seguidamente se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje del costo del producto terminado, ya que las mejoras que se introduzcan, por pequeñas que sean, serán más beneficiosas que grandes mejoras aplicadas a otros trabajos de valor inferior.



### **Desde el punto de vista funcional del trabajo**

Finalmente, se deben seleccionar los trabajos que constituyen “cuellos de botella” y retrasan el resto de la producción, y los trabajos clave de cuya ejecución dependen otros.

### **2. Registrar los detalles del trabajo**

Para poder mejorar un trabajo, se debe saber exactamente en qué consiste. Excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez conocemos todos los aspectos de un trabajo, por ello, debemos registrarlos por observación directa, no podemos confiar en nuestra experiencia o buena memoria. En este registro los detalles deben redactarse en forma clara y concisa.

No hay que perder de vista que el registro de todos los hechos y detalles del trabajo se hace con fines de análisis; además, como los trabajos que se pueden seleccionar en una industria son procesos u operaciones, existen formas especiales diseñadas según el tipo de trabajo.

Para registrar el proceso de fabricación se utilizan los diagramas de procesos de operaciones, de proceso de flujo, de recorrido. Para el registro de las operaciones que ejecutan los trabajadores se usa el diagrama de proceso bimanual (mano izquierda-mano derecha).

### **3. Análisis de los detalles del trabajo**

Una vez registrados todos los detalles de que consta el trabajo, el siguiente paso es analizarlo para ver qué acciones se pueden tomar.

Para poder analizar un trabajo en forma completa, el estudio de métodos utiliza una serie de preguntas que deben hacerse sobre cada detalle con el objeto de justificar existencias, lugar, orden, persona y forma en que ejecuta.

Las preguntas y la forma de usarla son las siguientes:

- ¿Por qué existe cada detalle?
- ¿Para qué sirve cada uno de ellos?

La respuesta a que nos referimos hay que justificarlas para seguir analizando, y siguen las siguientes preguntas:

- ¿Dónde debe hacerse el detalle?
- ¿Cuándo debe ejecutarse el detalle?
- ¿Quién debe hacer el detalle?
- ¿Cómo se debe hacer el detalle?

Estas preguntas nos llevan a investigar si el lugar de trabajo es el más conveniente, si el orden y la secuencia en que se ejecutan los detalles es el más adecuado, si la persona está ejecutando el detalle es la más indicada. Y finalizando a buscar una mejor forma de hacer el detalle.

Es muy difícil que la persona encargada de hacer el análisis conozca todas las preguntas sin consultar con otras personas, por eso hay que poner en práctica, la mentalidad abierta y receptiva, para obtener la información no solo de la observación si no que también de la comunicación.

Es necesario enfocarse en estos criterios:

- Investigar las causas, no los efectos
- Registrar los hechos, no las opiniones
- Tomar en cuenta las razones, no las excusas

#### **4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo**

Para desarrollar un método para ejecutar el trabajo, es necesario considerar las respuestas obtenidas, las que nos pueden conducir a tomar las siguientes acciones.

##### **Eliminar**

Si las primeras preguntas por qué ó para qué no pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.

##### **Cambiar**

Las respuestas a las preguntas cuándo, dónde y quién, pueden indicar la necesidad de cambiar las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo. Es decir, buscar un lugar más conveniente, un orden más adecuado o una persona más capacitada.

##### **Cambiar y reorganizar**

Si urge la necesidad de cambiar algunas de las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente será necesario modificar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.

##### **Simplificar**

Todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la cuarta pregunta nos llevará a simplificar la forma de ejecución.

#### **5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo**

En este paso se debe de dar la capacitación necesaria al operario, para que el mismo se sienta seguro que los nuevos métodos de trabajo son confiables, y

que darán resultado, para que ellos puedan saber cuál es el procedimiento para la implantación de los nuevos métodos y así guiarle a como debe hacer sus tareas y qué beneficios obtendrá.

## **6. Aplicar en nuevo método de trabajo**

Después de tener en cuenta todos los pasos anteriores, se pone en práctica el nuevo método de trabajo.

### **1.7.1 Requisitos para la simplificación del trabajo**

1. Tener una mente abierta.
2. Mantener una actitud interrogativa, pues es una de las herramientas más útiles para atrapar las ideas.
3. Trabajar sobre las causas, no sobre los efectos, hay que analizar el trabajo para estudiarlo para simplificarlo.
4. Trabajar sobre los hechos, no sobre las opiniones.
5. Aceptar las razones, no las excusas.
6. Eliminar el miedo a la crítica
7. Lograr vencer la resistencia al cambio, de lo contrario no se tendrá progreso.

### **1.8 Balance de líneas**

La línea de fabricación constituye varios componentes, dentro del proceso general de fabricación, centrándose en una operación específica que lleva una serie de pasos y se utilizan distintos materiales.

Una línea de fabricación bien balanceada tiene la ventaja de la gran utilización del personal, y de la instalación y equidad entre las cargas de trabajo de los empleados.

Si en algunos casos los operarios se encuentran trabajando a todo vapor, mientras que algunos en operaciones subsecuentes se encuentran en tiempo ocioso o trabajando a mitad de marcha, la planta está desbalanceada.

Se propone utilizar un balance de líneas para analizar la línea de producción para evitar tiempos ociosos y aumentar la productividad. También servirá para:

- Determinar el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción.
- Tratar de definir cual es la velocidad de producción.
- Definir la eficiencia con que se trabaja.
- Estimar la producción que se puede tener.
- Evitar cuello de botella.

La tasa de producción dependerá del operario más lento.

La asignación de elementos de trabajo a los puestos de trabajo se conoce como balanceo de línea de ensamble, o simplemente balanceo de línea.

*Elemento de trabajo.* Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.

*Operación.* Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.

*Puesto o estación de trabajo.* Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación). Usualmente

suponemos que un puesto o estación de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.

*Tiempo de ciclo.* Es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo.

### **1.9 Indicadores de la productividad**

Existen tres indicadores comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuáles están muy relacionados con la calidad y la productividad: eficiencia, efectividad y eficacia. Sin embargo a veces, se confunden, utilizan mal o se consideran sinónimos; por lo que se considera conveniente puntualizar sus definiciones.

Del análisis de los siguientes tres indicadores se desprende que no pueden ser considerados ninguno de ellos de forma independiente, ya que cada uno brinda una medición parcial de los resultados. Es por ello que deben ser considerados como un Sistema de Indicadores que sirven para medir de forma integral la PRODUCTIVIDAD.

#### **EFICIENCIA**

La eficiencia se encarga de que se cumplan las actividades requeridas con la mayor optimización de recursos al menor costo.

Se utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades, con dos acepciones: la primera, como la “relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados”; la

segunda, como “grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos”.

## **EFFECTIVIDAD**

Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados.

Cuando se considera la cantidad como único criterio se cae en estilos efectivistas, aquellos donde lo importante es el resultado, no importa a qué costo. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos; sin embargo, adolece de la noción del uso de recursos.

Este indicador nos sirve para medir determinados parámetros de calidad que toda organización debe preestablecer y también para poder controlarlos desperdicios del proceso y aumentar el valor agregado.

## **EFICACIA**

Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. No basta con producir con 100% de efectividad del servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado.

## PRODUCTIVIDAD

Grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, para alcanzar objetivos predeterminados.

La productividad refleja que tan bien son utilizados los recursos para crear salidas a otros procesos o generar productos terminados. Más específicamente esto mide la relación entre outputs y uno o más insumos inputs.

$$\text{Productividad} = \text{producción} / \text{insumos}$$
$$\text{Productividad} = \text{eficacia o efectividad} / \text{eficiencia}$$



## **2. DIAGNÓSTICO, SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1 Análisis de los métodos de trabajo actuales**

Se presentan las condiciones generales actuales de la fábrica, para estudiarlas y analizarlas para mejorarlas. Es un análisis de los pasos a seguir para poder llegar a una técnica, camino para llegar a la producción final de las velas aromáticas.

#### **2.1.1 Proceso actual de la fabricación de velas**

##### **PROCESO DE FABRICACIÓN ACTUAL**

Se hace uso de parafina blanca como la principal materia prima. Esta viene en sacos de 50 kilos cada uno, la cual se tiene que derretir para hacer las velas.

##### **Colocación de moldes:**

Se preparan y colocan primeramente los moldes en las mesas, para que estén listos para que puedan ser vertidos de parafina preparada, lleva un tiempo aproximado de 10 minutos.

##### **Derretir:**

Aquí se lleva el calentamiento de la parafina blanca en la marmita principal, con capacidad de 50 kilos, se tarda un tiempo aproximado de 30 minutos para derretir completamente la parafina y se pueda hacer la preparación de la parafina.

**Verificar la temperatura de la marmita:**

Se debe calentar la marmita a una temperatura aproximada de 140° C, esta verificación se lleva a cabo por el mismo operario con un tiempo aproximado de 1 minuto.

**Preparación de la parafina:**

Operación donde el operario trabaja con las ollas de aluminio con capacidad de 20 y 25 litros, a una temperatura de 120 ° C, en éstas se mezclan la parafina con los aditivos principales, estos son: Vybar, aroma y tinte. También puede utilizarse el ácido esteárico, o la estearina.

El Vybar es un aditivo principal el cual impide que se formen burbujas, endurezca la parafina, no se llenen de poros las velas y ayude a mantener el aroma, y por lo tanto tenga mejor calidad la parafina. La preparación de parafina actual lleva un tiempo aproximado de 5 minutos.

**Verificar la preparación de la parafina:**

Se debe verificar que la parafina esté bien preparada para que la mezcla de colores con base a los diferentes tintes, pueda quedar conforme a las especificaciones del cliente. Aproximadamente se lleva 2 minutos.

**Llenado:**

Se utilizan las ollas con el material ya mezclado, ya colocados los moldes, se pueden llenar con la parafina con su color y aroma. Existen varios tipos de llenado en vidrio, en aluminio, en madera y en plástico. Para los moldes de aluminio y madera se puede llenar una temperatura de 100° C, para los moldes de plástico se debe llenar a una temperatura entre 60 – 65 ° C.

El tiempo aproximado de llenado para 150 cilindros pequeños de 2" de alto y 1" de ancho, llamado Votive No.1 es 15 minutos, y se puede hacer con ½ olla, en este caso con 12.5 litros de parafina.

### **Enfriamiento 1:**

En este proceso de enfriamiento se usan dos ventiladores de piso, para que con el aire que producen, se puedan secar las velas, a un determinado tiempo, para poder poner la mecha. El tiempo aproximado es 50 minutos, la temperatura ideal es 16° C para que el enfriamiento sea bueno y rápido.

### **Puesta de mecha:**

Operación en donde se coloca la mecha en el centro de la vela, los operarios abren un orificio con una varilla y ponen la mecha ya cortada. Tiempo aproximado de 20 minutos.

### **Rechupe y Centrado 1:**

Se rellena el centro de la vela con parafina preparada a 120° C, aproximadamente para llenar el espacio que queda en el centro de la vela. Tiempo aproximado de 5 minutos, para los 150 moldes pequeños.

Se centra la mecha, pues con el rechupe se cae, y hay que centrarla, para volver a rellenar una vez más y que quede completo el proceso.

### **Enfriamiento 2:**

Se deja enfriar otra vez para volver a rellenar el espacio que queda en el centro de la vela. El tiempo es aproximadamente de 25 minutos.

### **Rechupe y Centrado 2:**

Se vuelve a verter parafina preparada en la vela para que vaya rellenando el rechupe que queda. Tiempo aproximado de 5 minutos.

**Enfriamiento 3:**

Se deja enfriar la vela nuevamente para volver a hacer el rellenado del rechupe. Tiempo aproximado de 12 minutos.

**Rechupe y Centrado 3:**

Se rellena y centra nuevamente las velas para que la parafina quede al nivel de los moldes. Tiempo aproximado de 4 minutos.

**Enfriamiento 4:**

Este es el último proceso de enfriamiento, para que el centro de las velas esté completamente seco y estén listas para el baño por enfriamiento. Tiempo aproximado de 7 minutos.

**Baño por enfriamiento:**

Este proceso se lleva a cabo para que las velas se enfríen por completo para poder desmoldarlas fácilmente. No interviene el operario, ya que se dejan las velas en una pila con agua, a forma de que las cubra, para que después de un tiempo estén listas para desmoldarlas. Tiempo aproximado de 15 minutos.

**Desmoldado:**

Después de que se complete el tiempo requerido en el baño por enfriamiento, ya se pueden desmoldar las velas, esto quiere decir quitarle el molde fácilmente, para poder darle los últimos acabados a la vela. Tiempo aproximado 20 minutos.

**Emparejado:**

Aquí se empareja la vela por medio de planchas calientes para suavizar la parte desnivelada y después nivelarla con una navaja. El sobrante de la parafina, se

vuelve a utilizar ya sea para otro color o para revestir las velas. Tiempo aproximado de 15 minutos.

**Empacado:**

Aquí la vela ya está terminada, ahora se tiene que empacar para poder distribuirla, en esta tarea por lo general se usa plástico termo-encogible para empacar la mayoría de velas, y tenga una buena presentación. Tiempo aproximado de 25 minutos.

**Etiquetado:**

Ya empacadas las velas, se les coloca una etiqueta y código dependiendo del cliente. Tiempo aproximado de 20 minutos.

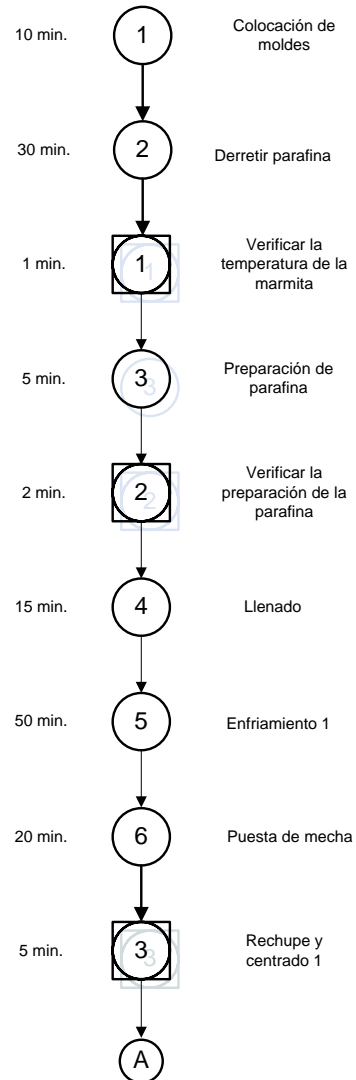
**PROCESO DE FABRICACIÓN:**

- |  |                |
|--|----------------|
| 1. Colocación de moldes                    | 16. Desmoldado |
| 2. Derretir                                | 17. Emparejado |
| 3. Verificar la temperatura de la marmita  | 18. Empacado   |
| 4. Preparación de la parafina              | 19. Etiquetado |
| 5. Verificar la preparación de la parafina |                |
| 6. Llenado                                 |                |
| 7. Enfriamiento 1                          |                |
| 8. Puesta mecha                            |                |
| 9. Rechupe y Centrado 1                    |                |
| 10. Enfriamiento 2                         |                |
| 11. Rechupe y Centrado 2                   |                |
| 12. Enfriamiento 3                         |                |
| 13. Rechupe y Centrado 3                   |                |
| 14. Enfriamiento 4                         |                |
| 15. Baño por enfriamiento                  |                |

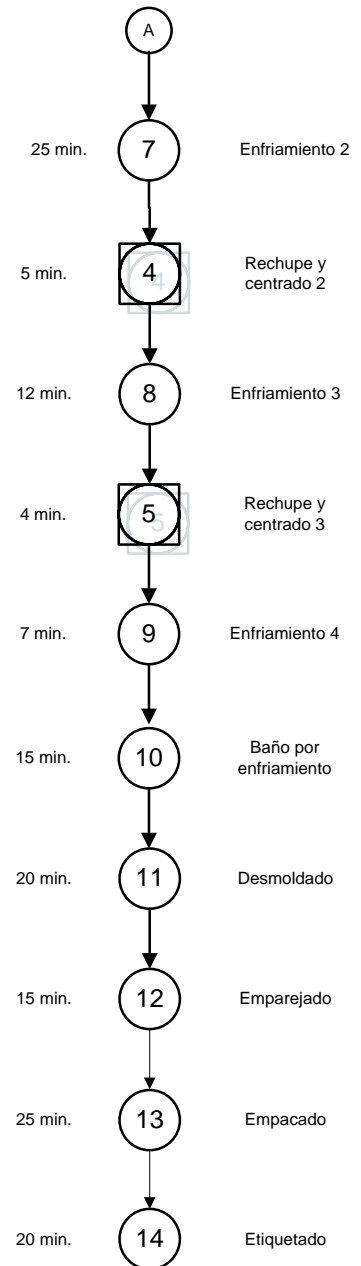
### 2.1.1.1 Diagramas de proceso actuales

Figura 4. Diagrama de operación actual para la fabricación de velas

Fabrica: Crafts Pilandros	
Método: Actual	
Objeto: Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de velas	Departamento de Producción
Fecha de elaboración: Julio de 2009	Hoja: 1 de 2
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle	



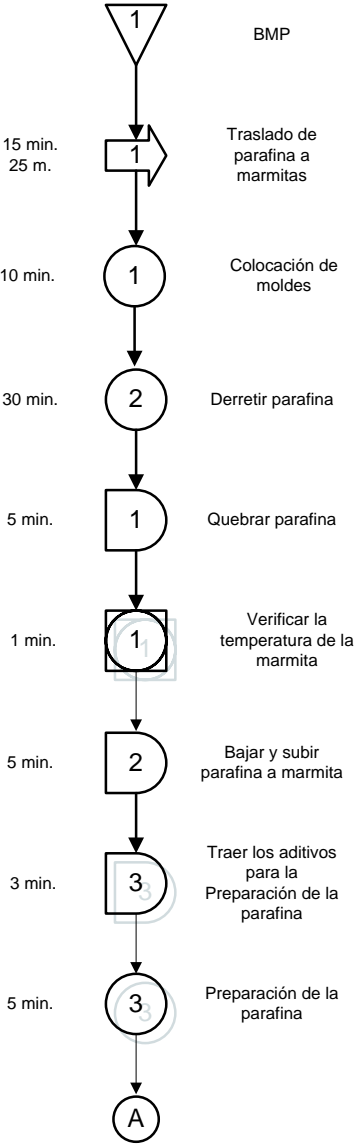
Fabrica: Crafts Pilandros  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de velas  
Departamento de Producción  
Fecha de elaboración: Julio de 2009  
Hoja: 2 de 2  
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle



SÍMBOLO	EVENTO	No.	TIEMPO (min)
○	OPERACIÓN	14	269
□○	INSPECCIÓN OPERACIÓN	5	17
<b>TOTALES</b>		<b>19</b>	<b>286</b>

**Figura 5. Diagrama de flujo actual para la fabricación de velas**

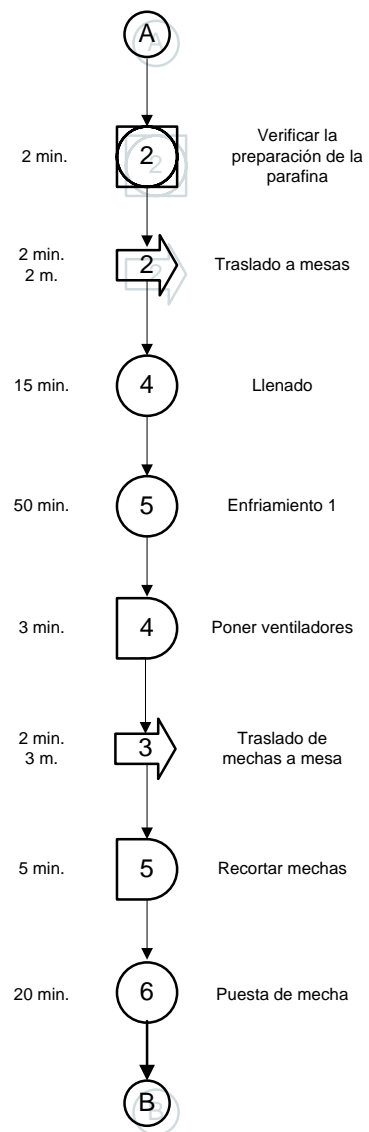
Fabrica: Crafts Pilandros	
Método: Actual	
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas	Departamento de Producción
Fecha de elaboración: Julio de 2009	Hoja: 1 de 4
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle	





Fabrica: Crafts Pilandros  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas  
Fecha de elaboración: Julio de 2009  
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle

Departamento de Producción  
Hoja: 2 de 4



Fabrica: Crafts Pilandros

Método: Actual

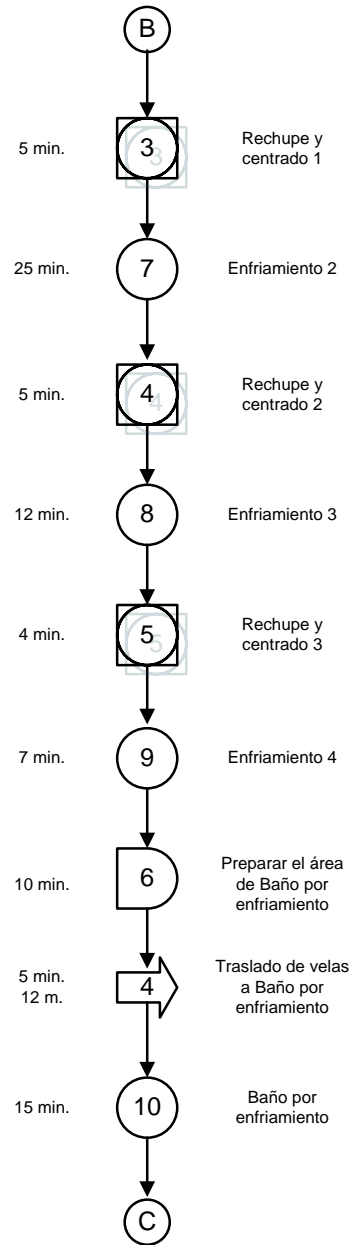
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas

Departamento de Producción

Fecha de elaboración: Julio de 2009

Hoja: 3 de 4

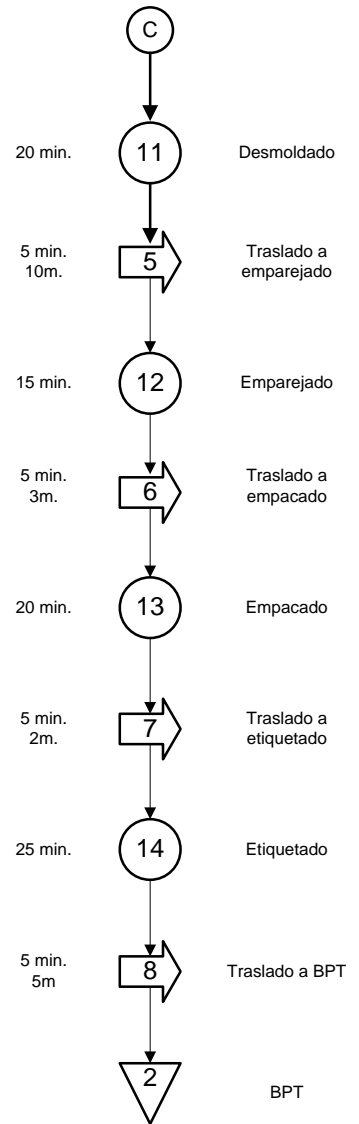
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle



Fabrica: Crafts Pilandros  
Método: Actual  
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas  
Fecha de elaboración: Julio de 2009  
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle

Departamento de Producción  
Hoja: 4 de 4

SÍMBOLO	EVENTO	No.	TIEMPO (min)
○	OPERACIÓN	14	269
◻	OPERACIÓN INSPECCIÓN	5	17
D	DEMORA	6	31
➡	TRANSPORTE	8	44
<b>TOTALES</b>		<b>33</b>	<b>361</b>



## **2.2 Evaluación de los operarios**

### **2.2.1 Habilidades y experiencias**

Los operarios tienen mucha habilidad manual pues sus tareas en su mayoría son manuales, por lo que las manos son la parte más importante del operario para completar el proceso de una vela.

Ya que el operario ha tomado habilidades, puede crear una experiencia, para poder calcular los riesgos para determinada tarea, y no cometer errores. Es cierto que es de ayuda la experiencia, pero a veces se puede tomar una posición de acomodamiento, y no tomar las mejores técnicas para simplificar el trabajo. Por lo que actualmente en el proceso de fabricación de velas aromáticas, los operarios tienden a aumentar la cantidad de tiempo por tarea, al utilizar métodos de trabajo rudimentarios que hacen que estos contengan movimientos innecesarios, o en otros casos son simplemente un distractor que repercute en la eficiencia verdadera de la misma al momento de realizar el análisis.

El operario es el encargado de realizar cambios en la forma de elaborar el producto en mención, se puede observar que estos lo realizan de la misma manera que se les enseñó, donde copian los errores cometidos por los demás en periodos anteriores sin que estos sean perceptibles, cuya habilidad y experiencia no puede ser objetable en algunos casos.

## **2.3 Evaluación de la Ergonomía**

### **2.3.1 Ambiente actual del trabajador**

El ambiente actual del trabajador, podría llegar a reducir la productividad, por su insatisfacción e incomodidad por las condiciones no adecuadas. Actualmente en la fábrica se puede observar lo siguiente:

- **Proporción de luz:**

La iluminación no es la adecuada en ciertas áreas de trabajo, en ciertas horas de la tarde, lo que reduce el ritmo de trabajo y cansa la vista del operario. Las láminas que se poseen para que entre luz son pocas y algunas están mal puestas, casi cayéndose.

- **Ventilación:**

Este es un factor muy importante que no se está llevando acabo, por lo que el operario tiende a fatigarse muy rápido puesto que la renovación de aire es insuficiente, y el trabajo es agotador, tanto por la precisión, como el calentamiento de la parafina.

- **Suciedad y desorden:**

Hay desorden en algunas áreas de trabajo, ya que las rutas de producción y estaciones de trabajo no están establecidas ni en secuencia, por lo que el diseño de planta no es el mejor, lo que provoca desorden y suciedad. Ya que el trabajo de velas es con parafina, hay mucho residuo de ésta por todos lados, lo que se convierte en suciedad.

▪ **Organización en las tareas y en lugar de trabajo:**

Las tareas de trabajo son asignables de acuerdo a los pedidos, por lo que no hay un equilibrio en las cargas de trabajo, y por cada producto existen cambios de estaciones de trabajo, esto produce, pérdida de tiempo en cambio de producto, y falta de organización en la asignación de tareas.

▪ **Paredes:**

Las paredes limpias son factor importante en la eficiencia de los operarios, ya que reflejan en un buen porcentaje el estado de ánimo del operario. Actualmente se tienen paredes sin pintar, y han acumulado suciedad por los residuos de parafina, con lo que baja los ánimos de los operarios, pues crea un ambiente triste y monótono.

### **2.3.2 Equipo actual disponible**

El equipo actual disponible, tanto las herramientas de trabajo, como la maquinaria, tienen que estar al alcance de los trabajadores.

La elaboración de velas aromáticas es una operación manual, por ello es que no hay muchas máquinas sino que se utilizan más herramientas de trabajo.

Se tienen las siguientes herramientas y equipos de trabajo:

- Troque para llevar la parafina al lugar donde se va a derretir
- Moldes de diferentes tamaños para el llenado de parafina
- Termómetros para medir la temperatura de calentado
- Ollas de aluminio con capacidad de 20 y 25 litros, para preparar la parafina
- Marmita central donde se lleva acabo el derretido de la parafina blanca
- Picheles donde se traslada la parafina preparada de las ollas para el llenado

- Colador para evitar que pase basura que traiga la parafina
- Martillo para quebrar la parafina que viene en bloques
- Palo para medir la cantidad de tinte para la preparación de la parafina
- Tijeras para cortar las mechas en relación al tamaño de la vela, también para cortar material de empaque
- Ventiladores para que el tiempo de enfriamiento sea menor
- Extensiones para enchufar los ventiladores
- Varilla de guía para hacer orificio en la vela para introducir la mecha
- Canastas para trasladar las velas de un área a otra.
- Cubetas para llenar y vaciar las pilas de baño por enfriamiento
- Manguera para llenar las pilas de baño por enfriamiento
- Navaja o tijera para emparejar las velas
- Planchas de calentado para emparejar las velas
- Secadora para estirar el material de empaque

## 2.4 Indicadores actuales de la productividad

### 2.4.1 Eficiencia actual

El tiempo total actual para la fabricación de 150 velas es de 286 minutos, esto quiere decir 1.906 minutos por vela, que es igual 114.4 segundos por cada vela.

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia} &= \text{producción obtenida} / \text{producción deseada} \\ &= \text{capacidad usada} / \text{capacidad disponible} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad usada} &= \text{Tiempo de jornada efectiva} / \text{Tiempo operación por vela} \\ &= 465 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} / 114.4 \text{ segundos} = 243.88 \text{ velas/día} \end{aligned}$$

$$\text{Ritmo} = 450 \text{ velas} / 11.5 \text{ horas} = 39.13 \text{ velas} / \text{hora hombre}$$

Capacidad disponible = Ritmo X Tiempo de jornada efectiva

Capacidad disponible = (39.13 velas / hora) X 7.75 horas efectivas = 303.26 velas/día

Eficiencia = (243.88 velas/ día) / (303.26 velas/ día) = 0.8042 = 80.42%

#### **2.4.2 Eficacia actual**

Eficacia = producción real / producción programada

Productividad = 243.88 velas / 7.75 horas hombre = 31.47 velas / hora hombre

#### **2.5 Análisis de estudio de tiempos actual**

Actualmente la empresa no cuenta con un estudio de tiempos, ya que no da tiempo de hacerlo y no se ha establecido a alguien encargado. No se le ha dado importancia al análisis de la toma de tiempos por cada vela procesada. Por lo cual en el capítulo siguiente, dentro de las propuestas se implementarán el estudio.



### **3. PROPUESTA DE BALANCE DE LÍNEAS, ERGONOMÍA Y UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

#### **3.1 Mejoramiento de los métodos de trabajo**

##### **3.1.1 Procedimientos para el estudio de métodos**

Consta de los siguientes pasos:

#### **1. Seleccionar el trabajo que debe mejorarse:**

Estará enfocado en las condiciones del área de trabajo, las líneas de trabajo, y el enfriamiento de las velas actual que se tiene.

#### **2. Registrar los detalles del trabajo:**

Se van a registrar los detalles por medio de, un estudio de tiempos, condiciones y características ergonómicas del puesto de trabajo, tano como del operario, y los tiempos de enfriamiento actuales.

#### **3. Analizar los detalles de trabajo:**

Se analizarán los detalles de trabajo por medio de los diagramas de operación y diagramas de flujo, analizando las tareas y procesos para mejorar el proceso final de producción.

#### **4. Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo:**

Se propone utilizar un sistema de enfriamiento, un balance de líneas y un estudio ergonómico.

#### **5. Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo:**

Se pretende hacer reuniones de capacitación para los operarios, en donde se les explique brevemente los beneficios y mejoras para mejorar su eficiencia en su trabajo y poder sentirse seguros con los nuevos métodos de trabajo.

## 6. Aplicar el nuevo método de trabajo:

Se llevará un control de la propuesta de los nuevos métodos de trabajo, para aplicarlos específicamente en las áreas de trabajo dónde se necesite cambio, con el fin de aumentar la productividad.

### 3.1.1.1 Elaboración de un estudio de tiempos

Se propone utilizar la herramienta de un estudio de tiempos, para evaluar y medir los cambios que se harán para mejorar el proceso, poder optimizar los tiempos, y mejorar la productividad.

### Estudio de tiempos

Se utilizará la técnica estudio cronométrico de tiempos, para determinar primero el tiempo cronometrado, luego el tiempo normal y así llegar a un tiempo estándar, para poder calcular el tiempo de cada una de las estaciones de trabajo. Los tiempos se basan en el diagrama de operación mejorado.

**Tabla II. Tiempos cronometrados para derretir parafina y colocar moldes**

Derretir parafina y colocar moldes					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	12	12	12	12	12
2	12	12	12	12	12
3	12	12	12	12	12
4	12	12	12	12	12
5	12	12	12	12	12
6	12	12	12	12	12

Tiempo promedio cronometrado = 12 segundos/vela

Para 150 velas = (12 segundos / 60 segundos) X 225 velas = 30 minutos

**Tabla III. Tiempos cronometrados para preparación de la parafina**

<b>Preparación y verificación de la parafina</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	1	1	3	2	2
2	2	3	2	1	1
3	1	2	3	2	2
4	3	1	3	1	2
5	1	2	2	2	3
6	2	2	3	3	2

Tiempo promedio cronometrado = 2 segundos/vela

Para 150 velas = (2 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 5 minutos

**Tabla IV. Tiempos cronometrados para el llenado de velas**

<b>Llenado de velas</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	4	6	4	6	4
2	6	7	7	6	6
3	5	6	7	7	7
4	5	7	6	7	6
5	6	7	6	6	6
6	7	5	5	6	7

Tiempo promedio cronometrado = 6 segundos/vela

Para 150 velas = (6 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 15 minutos

**Tabla V. Tiempos cronometrados para enfriamiento 1**

<b>Enfriamiento 1</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	14	15	15	14	14
2	15	14	14	14	15
3	15	15	13	13	13
4	16	13	14	15	14
5	13	14	14	13	13
6	13	14	14	14	13

Tiempo promedio cronometrado = 14 segundos/vela

Para 150 velas =  $(14 \text{ segundos} / 60 \text{ segundos}) \times 150 \text{ velas} = 35 \text{ minutos}$

**Tabla VI. Tiempos cronometrados para puesta de mecha**

<b>Puesta de mecha</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	8	9	8	7	9
2	7	9	7	8	7
3	8	9	8	8	8
4	8	8	7	9	8
5	8	9	9	7	8
6	7	8	8	9	7

Tiempo promedio cronometrado = 8 segundos/vela

Para 150 velas =  $(8 \text{ segundos} / 60 \text{ segundos}) \times 150 \text{ velas} = 20 \text{ minutos}$

**Tabla VII. Tiempos cronometrados para rechupe y centrado 1**

<b>Rechupe y Centrado 1</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	2	2	2	3	3
2	1	3	2	2	2
3	2	2	3	2	1
4	2	2	2	2	2
5	1	2	2	1	2
6	2	2	1	3	2

Tiempo promedio cronometrado = 2 segundos/vela

Para 150 velas = (2 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 5 minutos

**Tabla VIII. Tiempos cronometrados para enfriamiento 2**

<b>Enfriamiento 2</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	7	8	7	8	7
2	8	7	8	7	8
3	7	6	7	9	7
4	7	8	7	8	6
5	8	7	7	7	7
6	7	7	6	6	7

Tiempo promedio cronometrado = 7.2 segundos/vela

Para 150 velas = (7.2 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 18 minutos

**Tabla IX. Tiempos cronometrados para rechupe y centrado 2**

<b>Rechupe y Centrado 2</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	2	2	3	2	1
2	1	3	2	2	2
3	3	2	3	2	2
4	3	2	2	1	2
5	1	1	2	2	2
6	1	2	2	3	2

Tiempo promedio cronometrado = 2 segundos/vela

Para 150 velas = (2 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 5 minutos

**Tabla X. Tiempos cronometrados para enfriamiento 3**

<b>Enfriamiento 3</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	3	3	3	4	4
2	4	4	4	3	3
3	5	4	3	4	3
4	3	4	3	3	4
5	4	3	3	4	3
6	5	4	3	4	4

Tiempo promedio cronometrado = 3.6 segundos/vela

Para 150 velas = (3.6 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 9 minutos

**Tabla XI. Tiempos cronometrados para rechupe y centrado 3**

<b>Rechupe y Centrado 3</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	1	1	2	2	2
2	2	2	2	2	2
3	1	1	2	2	2
4	2	1	1	2	1
5	1	2	1	1	2
6	2	1	2	2	1

Tiempo promedio cronometrado = 1.6 segundos/vela

Para 150 velas = (1.6 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 4 minutos

**Tabla XII. Tiempos cronometrados para enfriamiento 4**

<b>Enfriamiento 4</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	2	3	3	2	2
2	2	2	2	2	2
3	2	1	2	1	2
4	3	3	2	2	2
5	2	2	2	3	2
6	2	2	1	1	1

Tiempo promedio cronometrado = 2 segundos/vela

Para 150 velas = (2 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 5 minutos

**Tabla XIII. Tiempos cronometrados para desmoldado**

<b>Desmoldado de velas</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	8	8	9	7	7
2	8	9	8	8	8
3	8	8	7	9	7
4	8	9	8	8	8
5	7	8	8	9	8
6	8	8	8	8	8

Tiempo promedio cronometrado = 8 segundos/vela

Para 150 velas = (8 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 20 minutos

**Tabla XIV. Tiempos cronometrados para emparejado**

<b>Emparejado de velas</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	6	6	6	6	6
2	5	6	5	6	7
3	6	5	7	7	5
4	6	5	5	7	6
5	7	7	6	7	6
6	5	7	6	5	6

Tiempo promedio cronometrado = 6 segundos/vela

Para 150 velas = (6 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 15 minutos



**Tabla XV. Tiempos cronometrados para control de calidad**

<b>Control de calidad de velas</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2
6	2	2	2	2	2

Tiempo promedio cronometrado = 2 segundos/vela

Para 150 velas = (2 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 5 minutos

**Tabla XVI. Tiempos cronometrados para empacado**

<b>Empacado de velas</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	10	9	9	10	10
2	9	11	10	10	11
3	9	11	10	9	10
4	10	9	9	11	11
5	10	9	10	11	11
6	10	11	11	9	10

Tiempo promedio cronometrado = 10 segundos/vela

Para 150 velas = (10 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 25 minutos

**Tabla XVII. Tiempos cronometrados para etiquetado**

<b>Etiquetado de velas</b>					
Observación	Tiempo 1 (segundos)	Tiempo 2 (segundos)	Tiempo 3 (segundos)	Tiempo 4 (segundos)	Tiempo 5 (segundos)
1	8	8	7	8	9
2	7	9	8	7	8
3	7	8	8	9	9
4	8	8	8	8	9
5	7	9	7	8	8
6	8	8	8	8	8

Tiempo promedio cronometrado = 8 segundos/vela

Para 150 velas = (8 segundos / 60 segundos) X 150 velas = 20 minutos

El tiempo cronometrado está en segundos para una vela, y fue tomado por medio del método de cronómetro con regreso a cero, el cual permite determinar de forma más concreta la cantidad de tiempo invertido para realizar la operación. El tiempo total cronometrado mejorado para cada vela es de 94.4 segundos = 1.57 minutos.

### **Tiempo normal**

Es el tiempo cronometrado multiplicado por el factor de calificación, es decir se le coloca un porcentaje de calificación al operario, calificando su habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, esto con el propósito de tratar de normalizar los tiempos entre cada uno de ellos, sin incluir demoras.

<b>TN = TC * FC</b>
---------------------

TN = Tiempo normal

TC = Tiempo cronometrado

FC = Factor de calificación

**Tabla XVIII. Cálculo del tiempo normal para el proceso de una vela**

<b>Operación</b>	<b>TC (seg)</b>	<b>FC</b>	<b>TN (seg)</b>
Derretir	12	95	11.40
Preparación de parafina	2	108	2.16
Llenado	6	102	6.12
Enfriamiento 1	14	100	14.00
Puesta de mecha	8	96	7.68
Rechupe y centrado 1	2	96	1.92
Enfriamiento 2	7.2	100	7.20
Rechupe y centrado 2	2	96	1.92
Enfriamiento 3	3.6	100	3.60
Rechupe y centrado 3	1.6	96	1.54
Enfriamiento 4	2	100	2.00
Desmoldado	8	98	7.84
Emparejado	6	95	5.70
Control de calidad	2	100	2.00
Empacado	10	95	9.50
Etiquetado	8	93	7.44
<b>Totales</b>	<b>94.4</b>		<b>92.02</b>

- Para los Factores de Calificación se utilizó el método Westing House, en donde se califica: la habilidad, el esfuerzo, condiciones y consistencia.
- Las operaciones son las mejoradas, del diagrama de operación mejorado.

### **Suplementos**

Es todo el tiempo que se concede al operario por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo y cause interrupción en el mismo.

### **Tiempo estándar**

Es el tiempo normal más el tiempo normal multiplicado por el porcentaje de pérdidas ó suplementos. En otras palabras, el tiempo estándar, es el tiempo que un operario normal y capacitado lleve a cabo una operación a un ritmo normal.

$$TE = TN (1 + \% \text{ Suplemento})$$

**Tabla XIX. Cálculo del tiempo estándar para el proceso de una vela**

<b>Operación</b>	<b>TC (seg)</b>	<b>FC</b>	<b>TN (seg)</b>	<b>Suplementos (%)</b>	<b>TE (seg)</b>
Derretir	12	95	11.40	27	14.48
Preparación de parafina	2	108	2.16	24	2.68
Llenado	6	102	6.12	27	7.77
Enfriamiento 1	14	100	14.00	0	14.00
Puesta de mecha	8	96	7.68	25	9.60
Rechupe y centrado 1	2	96	1.92	24	2.38
Enfriamiento 2	7.2	100	7.20	0	7.20
Rechupe y centrado 2	2	96	1.92	24	2.38
Enfriamiento 3	3.6	100	3.60	0	3.60
Rechupe y centrado 3	1.6	96	1.54	24	1.90
Enfriamiento 4	2	100	2.00	0	2.00
Desmoldado	8	98	7.84	22	9.56
Emparejado	6	95	5.70	25	7.13
Control de calidad	2	100	2.00	0	2.00
Empacado	10	95	9.50	24	11.78
Etiquetado	8	93	7.44	24	9.23
<b>Totales</b>	<b>94.4</b>		<b>92.02</b>		<b>107.69</b>

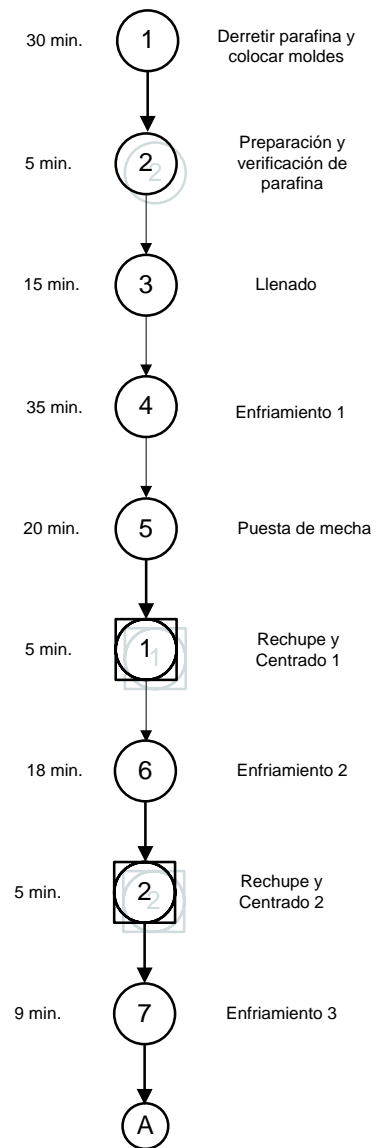
### **3.2 Mejora del proceso de fabricación**

#### **3.2.1 Diagramas de proceso mejorados**

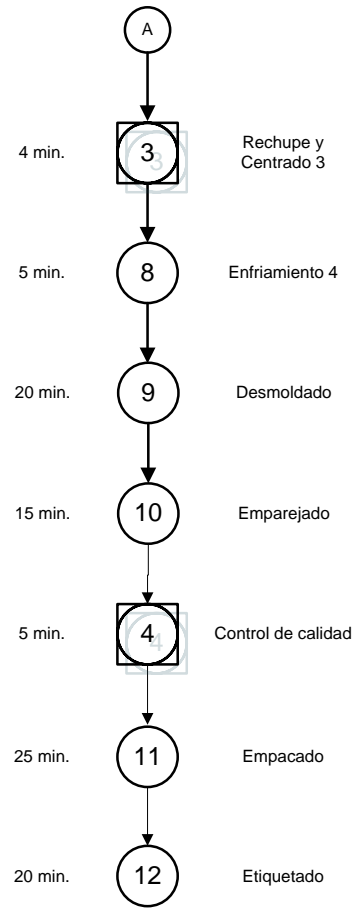
(Véase figura 6)

**Figura 6. Diagrama de proceso mejorado para la fabricación de velas**

Fabrica: Crafts Pilandros	
Método: Propuesto	
Objeto: Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de velas	Departamento de Producción
Fecha de elaboración: Julio de 2009	Hoja: 1 de 2
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle	



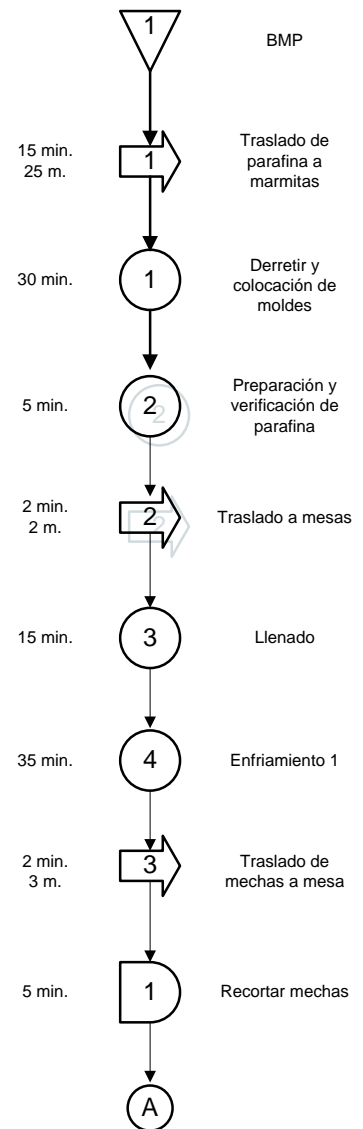
Fabrica: Crafts Pilandros  
Método: Propuesto  
Objeto: Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de velas  
Departamento de Producción  
Fecha de elaboración: Julio de 2009  
Hoja: 2 de 2  
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle



SÍMBOLO	EVENTO	No.	TIEMPO (min)
○	OPERACIÓN	12	217
□	INSPECCIÓN	4	19
○	OPERACIÓN		
TOTALES		16	236

**Figura 7. Diagrama de flujo mejorado para la fabricación de velas**

Fabrica: Crafts Pilandros	
Método: Propuesto	
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas	Departamento de Producción
Fecha de elaboración: Julio de 2009	Hoja: 1 de 3
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle	



Fabrica: Crafts Pilandros

Método: Propuesto

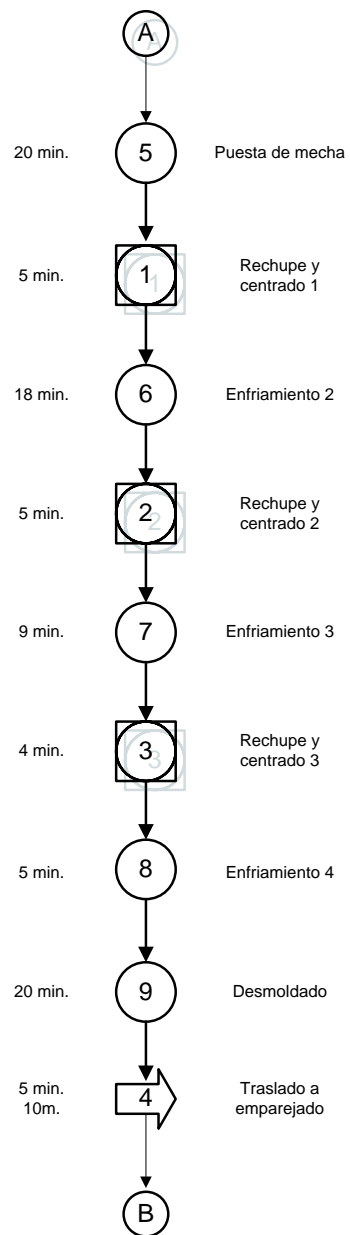
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas

Departamento de Producción

Fecha de elaboración: Julio de 2009

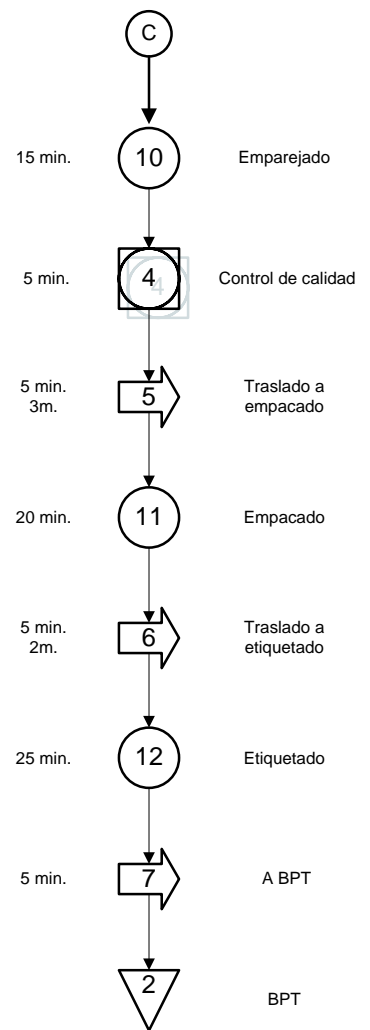
Hoja: 2 de 3

Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle





Fabrica: Crafts Pilandros  
Método: Propuesto  
Objeto: Diagrama de flujo de operaciones de fabricación de velas  
Departamento de Producción  
Fecha de elaboración: Julio de 2009  
Hoja: 3 de 3  
Elaborado por: Samuel Alejandro Velásquez Valle



SÍMBOLO	EVENTO	No.	TIEMPO (min)
○	OPERACIÓN	12	217
□	OPERACIÓN INSPECCIÓN	4	19
D	DEMORA	1	5
➡	TRANSPORTE	7	39
<b>TOTALES</b>		<b>24</b>	<b>280</b>

## **Explicación de la mejora**

Se reorganiza 1 operación, *colocación de moldes* y se elimina una operación, *baño por enfriamiento*.

Los moldes se pueden poner mientras se derrite la parafina y el baño por enfriamiento se eliminó porque con el nuevo sistema de enfriamiento evitará llevar al baño por enfriamiento.

Se reorganizan 2 operaciones-inspecciones, *verificar la temperatura de la marmita* y *verificar la preparación de parafina*.

Ambas verificaciones se reorganizan pues se puede incluir en las operaciones de derretir y preparación de parafina, y así tener una secuencia más ordenada.

Se agregó 1 operación-inspección, *control de calidad*.

Se agrega porque se necesita llevar un control de la calidad de las velas, si están cumpliendo con los requerimientos y especificaciones.

Con el mejoramiento del proceso se reducen los tiempos.

Tiempo actual de operación = 286 minutos

Tiempo mejorado de operación = 236 minutos

## **3.3 Mejora en la Ergonomía**

### **3.3.1 Mejora del ambiente de trabajo**

El ambiente de trabajo deberá proyectarse y mantenerse de manera tal que los elementos que constituyen el mismo, no comprometan la seguridad, la salud, la capacidad de trabajo y el bienestar del operario.

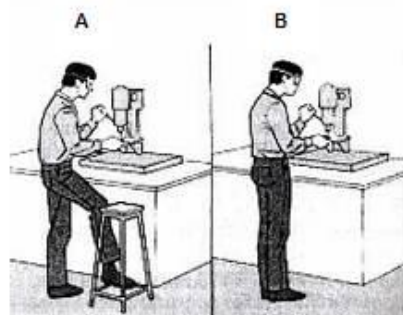
Ya que hemos visto anteriormente las deficiencias que hay en el ambiente de trabajo, se deberá prestar atención a lo siguiente propuesta en las diferentes áreas de la fábrica:

- a) Las dimensiones del local de trabajo
- b) En cuanto a la renovación del aire
- c) En el ambiente térmico en el área de trabajo
- d) En la iluminación
- e) En el ambiente sonoro y las características acústicas de la fábrica

También debe prestarse especial atención a lo siguiente dentro de la fábrica:

- El operario debe en lo posible alternar la postura de pie y sentado, para evitar la fatiga y tensión muscular prolongada. Por eso debe hacerse posible alternar las dos posturas.
- Si es necesario realizar grandes esfuerzos, como levantar una olla con parafina, se deberá posibilitarse una postura y los apoyos necesarios, que permitan una distribución adecuada de las fuerzas sobre la estructura del cuerpo y reducir así los esfuerzos a realizar.
- En las áreas de trabajo en donde la producción de velas tienen que ser necesariamente de pie, se proveerán asientos que puedan ser utilizados por los operarios durante las pausas de descanso.
- Ya que el trabajo en velas requiere una posición de pie casi fija, se propone la siguiente figura, para establecer la posición correcta para evitar cansancio y fatiga de los operarios.

**Figura 8. Posición correcta para el trabajo de pie**



- El operario deberá evitar largos períodos de tiempo de pie. La actividad de los músculos de las piernas actúa como una válvula y ayuda a las venas a devolver la sangre al corazón. Ya que la mayoría del personal de producción de velas son de sexo femenino, no se deberá tener la misma posición de pie ya que provocaría hinchazón en las extremidades inferiores. No obstante, si fuera necesario mantener esta posición se recomienda, para reducir la curvatura excesiva en la espalda y molestias en la zona lumbar, elevar levemente un pie alternándolo cada cierto tiempo.
- Se recomienda usar las pausas ergonómicas durante la realización de las tareas puesto que esto evitará las lesiones en los operarios, así como la fatiga y cansancio. Serán programadas y comunicadas al personal.

### **3.3.2 Mejora en el equipo de trabajo**

Es indispensable que el operario se sienta cómodo en el diseño de su área de trabajo, para que pueda hacer los movimientos correctos en alcanzar su equipo a utilizar y no fatigarse en buscar y seleccionar el más adecuado, ya que son movimientos ineficientes y nuestro objetivo es ser eficientes.

Actualmente en la operación de la preparación de parafina, se utiliza un método empírico. Para preparar la parafina se necesita los siguientes aditivos: aroma vybar y tinte.

El problema en la preparación de la parafina es que en base al cálculo y tanteo de los operarios sacan el color de velas que se les pide, y la preparación la hacen personas distintas. Esto ocasiona la pérdida de uniformidad en el color de velas, tornándose así velas más claras o más oscuras que el color que se requiere.

Por lo que se propone un nuevo método para la preparación de la parafina:

1. Observar la preparación de parafina
2. Utilizar una herramienta para medir los aditivos
3. Documentar los colores
4. Establecer muestras de colores
5. Delegar una sola persona para la elaboración de colores

El nuevo método de trabajo consiste en utilizar una herramienta para medir los aditivos y poder hacer fórmulas documentadas para que la persona responsable de los colores, se le pueda hacer más fácil la preparación de parafina y se obtenga una uniformidad de los colores de las velas.

La herramienta y ayuda de trabajo que se propone son cucharas medidoras para la persona responsable de la preparación de parafina.

Por otro lado, se propone otras *ayudas de trabajo* y consejos para poder optimizar el uso de las herramientas y equipo de trabajo:

- ✓ Usar una sierra de banco para poder cortar la parafina blanca que viene en bloques, para no estar utilizando el martillo, y que los operarios agoten sus

fuerzas en dicha tarea. Esta misma sierra puede usarse para hacer los cortes de las velas que lo necesiten.

- ✓ Se deberán combinar dos o más herramientas siempre que sean posible.
- ✓ Los moldes, tijeras, navajas, picheles, trapos que se utilizan con más regularidad, se deben de colocar con anticipación sobre las mesas ó colgados en la pared, para que estén al alcance rápido de los operarios.
- ✓ Utilizar siempre el troque para el transporte de los bloques de la parafina blanca, sabiendo que las capacidades de las manos y espalda de los operarios no soportan grandes cargas.
- ✓ Nuevas mesas de trabajo, donde el ancho de la mesa sea el adecuado para no desperdiciar ningún espacio de la mesa y poder hacer bien el llenado.
- ✓ Trasladar de lugar el vybar, el aroma y la pesa medidora a la bodega que está a la par del proceso de derretir la parafina, para que estén más cerca de la persona encargada de hacer el color de las velas.

### **3.4 Indicadores de la productividad mejorados**

Al contar con la herramienta del estudio de tiempos, el balance de líneas, el estudio ergonómico y la propuesta de un sistema de enfriamiento, mejoramos los indicadores de la productividad, los cuales se ven reflejados de la siguiente manera.

#### **3.4.1 Eficiencia mejorada**

Se pretende aumentar la eficiencia en un 5% de la actual. Esto quiere decir que actualmente nuestra eficiencia es de 80.42 % con un tiempo de producción actual de 286 minutos por 150 velas, y al hacer el estudio de tiempos, tomando en cuenta la ergonomía, el balance de líneas y el sistema de enfriamiento, mejoramos nuestro tiempo de producción a 269.23 minutos por 150 velas, esto es 107.69 segundos por vela, lo que quiere decir una eficiencia de 85.43%.

Capacidad usada =  $\text{Tiempo de jornada efectiva} / \text{Tiempo operación por vela}$

$$= 465 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos} / 107.69 \text{ segundos} = 259.08 \text{ velas/día}$$

$$\text{Ritmo} = 450 \text{ velas} / 11.5 \text{ horas} = 39.13 \text{ velas} / \text{hora hombre}$$

$$\text{Capacidad disponible} = \text{Ritmo} \times \text{Tiempo de jornada efectiva}$$

$$\text{Capacidad disponible} = (39.13 \text{ velas} / \text{hora}) \times 7.75 \text{ horas efectivas} = 303.26 \text{ velas/día}$$

$$\text{Eficiencia} = (259.08 \text{ velas/ día}) / (303.26 \text{ velas/ día}) = 0.8543 = 85.43\%$$

### **3.4.2 Eficacia mejorada**

$$\text{Eficacia} = \text{producción real} / \text{producción programada}$$

$$\text{Productividad actual} = 243.88 \text{ velas} / 7.75 \text{ horas hombre} = 31.47 \text{ velas} / \text{hora hombre}$$

$$\text{Productividad mejorada} = 259.08 \text{ velas} / 7.75 \text{ horas hombre} = 33.43 \text{ velas} / \text{hora hombre}$$

$$\text{Aumento de la Productividad} = 6.23 \%$$

## **3.5 Mejora en la redistribución de líneas de trabajo**

### **3.5.1 Balance de líneas**

Se propone desarrollar un balance de líneas para el proceso de fabricación de velas, con el objetivo de saber cuántos operarios se deben colocar en la línea, la eficiencia de la línea y el ritmo de la línea de trabajo. Para la elaboración del balance de líneas se necesita la toma de tiempos para cada una de los elementos del proceso de fabricación.

### **3.6 Mejora en el proceso de enfriamiento**

#### **3.6.1 Propuesta de un Sistema de Enfriamiento**

Uno de los pasos importantes dentro del proceso de fabricación de velas aromáticas, es el enfriamiento, puesto que es el proceso por el cual la vela alcanza su grado de consistencia, para poder ser manipulada. Mientras se mantenga en estado líquido no será de ayuda, y se tendrá que dejar enfriar un tiempo más hasta que quede completamente dura.

El enfriamiento actual de la fábrica es a través de la temperatura ambiente y con la ayuda de ventiladores de mesa. Se necesita de un nuevo Sistema de Enfriamiento, el cual hará el secado más rápido con la misma calidad y sin demoras grandes en el proceso.

Anteriormente la fábrica contaba con un cuarto de enfriamiento, para pedidos grandes que hacían, con lo que se producía más rápido porque el tiempo de enfriamiento era menor.

Si antes existía un sistema de enfriamiento, se propone utilizarlo ahora también, de una mejor manera y distinta, para que la solidificación de las velas sea más rápida.

En vista de lo anterior, el proceso se realizará de forma más rápida, y se verá reflejado en una mayor producción por jornada de trabajo, estandarizará la calidad de los productos finales y reducirá costos operativos.

#### **Explicación del Sistema de Enfriamiento propuesto:**

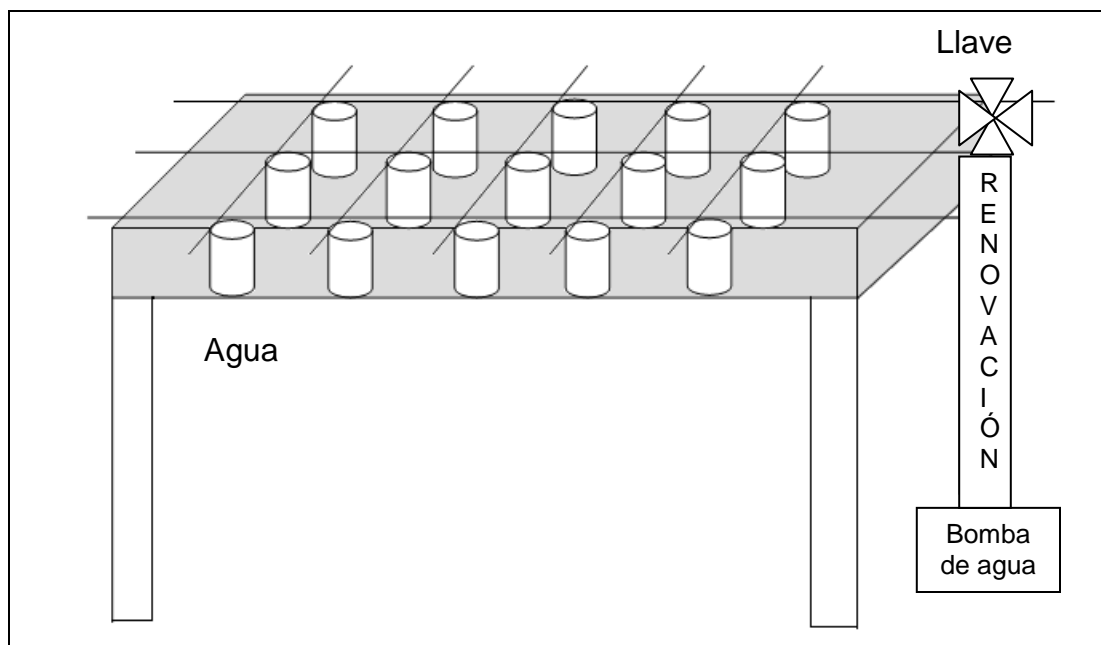
En las mesas de llenado se tendrá el Sistema de Enfriamiento, que consta de una base que se llenará de agua fría para que circule entre los moldes, la que



después de un tiempo de haber recorrido todo el sistema regresa a un depósito por medio de una bomba para renovarse y enfriar nuevamente, y así lograr que los moldes con parafina preparada se enfríen rápidamente.

Ya que los moldes han sido llenados de parafina, se abre la llave que controla el paso del agua fría y se deja circular, durante un tiempo mientras se enfrían las velas. Llegará un momento en donde el agua se caliente por la temperatura del llenado en los moldes, en ese momento se tendrá que renovar el agua.

**Figura 9. Sistema de Enfriamiento**





## **4. IMPLANTACIÓN DE UN BALANCE DE LÍNEAS, ERGONOMÍA Y UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

### **4.1 Aplicación de nuevos métodos de trabajo para la fabricación de velas**

#### **4.1.1 Balance de líneas y nuevas líneas de producción**

La fábrica de velas aromáticas presenta la siguiente información para una vela:

- 1) El primero operario, derrite la parafina en la marmita (12 segundos), luego hace la preparación de la parafina con los respectivos aditivos (2 segundos), luego llena el molde con parafina (6 segundos), espera el primer enfriamiento (14 segundos), pone la mecha (8 segundos), hace el primer rechupe y centrado (2 segundos), espera el segundo enfriamiento (7.2 segundos), hace el segundo rechupe y centrado (2 segundos), espera el tercer enfriamiento (3.6 segundos), hace el tercer rechupe y centrado (1.6 segundos), espera el ultimo enfriamiento (2 segundos), luego que ya está completamente seca la vela, las desmolda (8 segundos).

Total de tiempo operario 1 = 68.4 segundos / vela

- 2) Después de desmoldar la vela, el segundo operario se encarga de emparejar la vela (6 segundos), y verificar la calidad de la vela (2 segundos).

Total de tiempo operario 2 = 8 segundos / vela

- 3) Por último, el tercer operario empaca la vela (10 segundos), y le pone su etiqueta final (8 segundos).

Total de tiempo operario 3 = 18 segundos / vela

**Total de tiempo cronometrado en la fabricación de una vela = 94.4 segundos**

Con el estudio de tiempos se ha calculado el tiempo estándar para cada estación de trabajo. Ya con el tiempo estándar podemos hacer el balance de líneas:

**Tabla XX. Tiempo estándar de las estaciones de trabajo**

<b>Estación</b>	<b>TE (seg)</b>	<b>TEP (seg)</b>
1	77.55	77.55
2	9.13	77.55
3	21.01	77.55
<b>Totales</b>	<b>107.69</b>	<b>232.65</b>

1) Sacamos la eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \Sigma \text{TE} / \Sigma \text{TEP}$$

$$\text{Eficiencia} = 107.69 \text{ segundos} / 232.65 \text{ segundos} = 0.46 = 46\%$$

2) Sacamos el factor

$$\text{Factor} = \text{Tasa de producción} / \text{Eficiencia}$$

$$\text{Tasa de producción} = ((303.26 \text{ velas/día}) / (7.75 \text{ horas} \times 60 \times 60)) = 0.01087 \text{ velas / segundo}$$

$$\text{Factor} = (0.01087 \text{ velas /segundo}) / 0.46 = 0.024$$

3) Sacamos el número de operarios

$$\text{No. de operarios} = \text{Factor} * \text{TE}$$

**Tabla XXI. Cálculo del número de operarios para la línea de producción**

Estación	TE (seg)	TEP (seg)	Factor	No. de operarios	No. de operarios
1	77.55	77.55	0.024	1.861	2
2	9.13	77.55	0.024	0.219	1
3	21.01	77.55	0.024	0.504	1
<b>Totales</b>	<b>107.69</b>	<b>232.65</b>			<b>4</b>

4) Sacamos el Ritmo de la línea

Ritmo de Línea = ((No. operario más lento) / (TE operario mas lento)) \*  
(Numero de horas trabajadas al día)

Ritmo de Línea = ((2 X 60 X 60) / (77.55 segundos)) \* 7.75 horas

Ritmo de Línea = 719.54 velas / día

**Conclusión: Si cumple con las 303.26 velas / día que tiene que hacer**

#### **4.1.2 Aplicación de la Ergonomía**

En la propuesta que se hizo anteriormente, se estableció claramente las áreas en donde se deben de mejorar las condiciones que presenta la fábrica actualmente, tanto en el ambiente de trabajo, como en las herramientas de trabajo.

A continuación se presenta detalladamente, la implantación que se deberá de hacer en la Ergonomía:

**a) Diseño de planta:** con la ayuda de un diagrama de recorrido, se colocarán líneas de flujo que indicarán el movimiento del material de una actividad a otra y se podrá ver claramente, posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo, áreas de posible

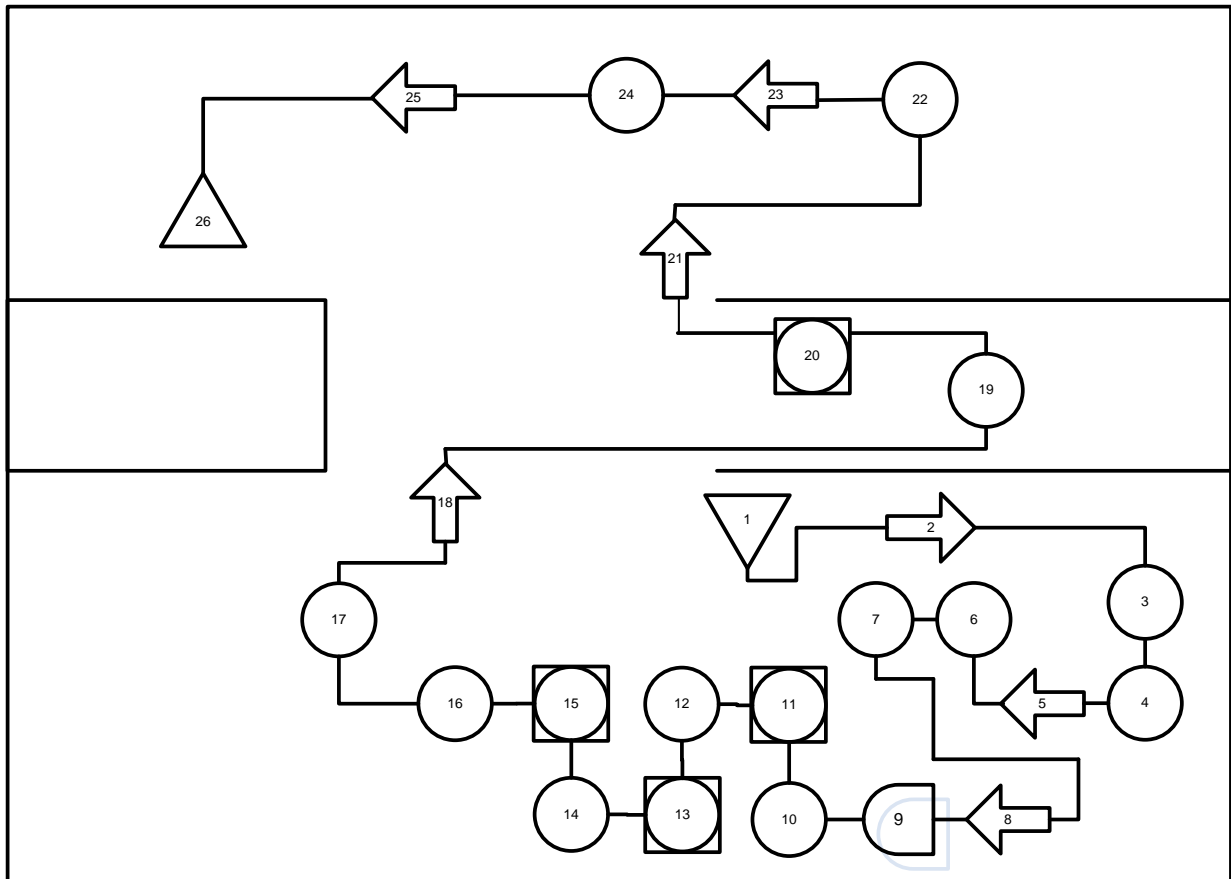
congestionamiento de tránsito, espacios de trabajo. Con el objetivo de poder ver la secuencia de producción y así mejorar el diseño y distribución de la planta.

**Tabla XXII. Tareas y proceso de la línea de producción**

	<b>TAREAS Y PROCESOS</b>
1	BMP
2	Traslado a derretir
3	Derretir
4	Preparación de parafina
5	Traslado a llenado
6	Llenado
7	Enfriamiento1
8	Traslado de mechas a mesa
9	Recortar mechas
10	Puesta de mecha
11	Rechupe y centrado 1
12	Enfriamiento 2
13	Rechupe y centrado 2
14	Enfriamiento 3
15	Rechupe y centrado 3
16	Enfriamiento 4
17	Desmoldado
18	Traslado a emparejado
19	Emparejado

	<b>TAREAS Y PROCESOS</b>
20	Control de calidad
21	Traslado a empacado
22	Empacado
23	Traslado a etiquetado
24	Etiquetado
25	Traslado a BPT
26	BPT

**Figura 10. Diagrama de recorrido para la fabricación de velas**



**b) Ventilación y renovación del aire:**

- El número de personas que permanecen en la planta.
- La intensidad del trabajo físico que desarrollan
- Las dimensiones del local (teniendo en cuenta el equipamiento de trabajo)
- El desprendimiento de calor propio del proceso, esto es de las marmitas
- Temperatura del aire, velocidad del aire,
- Características y propiedades aislantes del vestuario y de los equipos de protección utilizados

Se sabe que no es una fábrica donde se utilicen muchas máquinas, pero es necesario saber que se debe dispersar el calor producido por las máquinas y los operarios (el rendimiento mecánico de los operarios suele representar el 20% de la energía empleada, mientras que el 80% restante se transforma en calor), por consiguiente, habrá que intensificar la ventilación en la planta ya que la concentración de calor es bastante.

Cálculos para mejorar la ventilación:

$$\text{Área mínima} = (\text{Vol.} * \text{N.R.}) / (\text{C} * \text{V})$$

Vol. = Volumen de la planta

N.R = Número de renovaciones del aire

C = Factor direccional del viento

V = Velocidad del viento

$$\text{Área mínima} = (1312.5 \text{ m}^3 * 4) / (0.5 * 3,000 \text{ km/hora}) = 3\text{m}^2$$

$$\text{Área mínima} = a * L$$

$$3.5\text{m}^2 = 25\text{m} * L$$

$$L = (3.5\text{m}^2 / 25\text{m}) = 0.14\text{m}$$

**Se concluye que se debe de hacer ventanas de por lo menos 0.14 m de largo.**

### **c) En la iluminación:**

Será tal que permita una percepción visual adecuada a los requerimientos de la actividad, tomar en cuenta los siguientes factores:

- El nivel de iluminancia
- La distribución de la luz



- La presencia de brillo y reflejos que provoquen luminancias indeseables

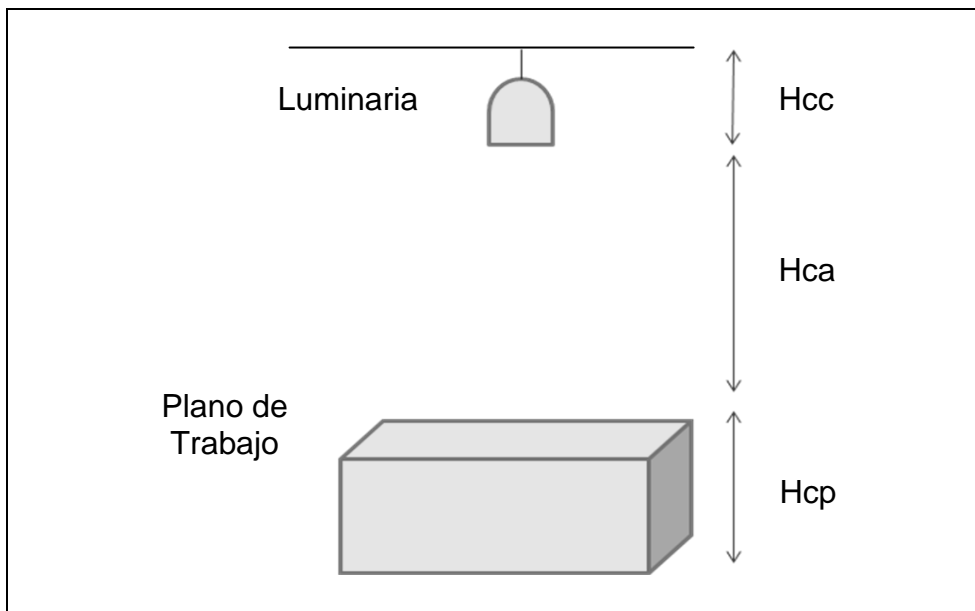
Aplicando el método de la iluminación, obtendremos el número ideal de lámparas dentro de la fábrica:

Área de trabajo = 375 m<sup>2</sup>

Largo = 25 metros

Ancho = 15 metros

**Figura 11. Medidas del área de trabajo**



Hcc = Distancia medida desde el plano de las luminarias al techo.

Hca = Distancia entre el plano de trabajo y la parte inferior de la luminaria.

Hcp = Distancia desde el piso a la parte superior del plano de trabajo.

### **DATOS**

Hcc = 0.25 metros

Hca = 2.35 metros

Hcp = 0.8 metros

### **Criterio de máximo espaciamiento**

ME = Máximo Espaciamiento

$$ME = 1.25 \times (Hca) = 1.25 \times 2.35 = 2.94$$

### **Número de lámparas**

NLA = Número de lámparas a lo ancho

$$NLA = \text{Ancho} / ME = 15 / 2.94 = 5.10$$

NLL = Número de lámparas a lo largo

$$NLL = \text{Largo} / ME = 25 / 2.94 = 8.50$$

$$\text{Total de lámparas} = NLA \times NLL = (5.10) \times (8.50) = 44$$

**Conclusión: Se necesitan 44 luminarias para tener una buena iluminación.**

### **e) En el ruido y ambiente sonoro:**

Las características acústicas de la fábrica deben ser tales que se eviten los efectos nocivos del ruido sobre la salud, la seguridad y la eficiencia del operario, incluyendo los efectos de las fuentes externas, teniendo en cuenta:

- El nivel del ruido medido en decibeles
- La distribución en el tiempo de exposición de ruido

El primer paso que hay que dar para disminuir los ruidos es medirlos. Se ha estandarizado una unidad decibel y se ha construido un instrumento para registrar los sonidos en esa unidad.

El número de decibeles en la planta es poco, porque es un trabajo manual y no existen máquinas que presenten mucho ruido.

El total de decibeles en la planta es de 45 db, por lo que pertenece a un ruido continuo que no afecta al operario.

### **Asientos de trabajo**

En las áreas de preparación de parafina, llenado, desmoldado, emparejado, empacado, etiquetado, en donde la actividad que se realiza es necesariamente de pie, se proveerán asientos que puedan ser utilizados por los operarios durante las pausas de descanso.

#### **4.1.3 Sistema de Enfriamiento**

Para implementar el Sistema de Enfriamiento, el cual consiste en utilizar un sistema de agua para el proceso de enfriamiento, y dejando de utilizar los ventiladores para el enfriamiento, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

Adaptar a las mesas de llenado una base donde fluya agua fría a través de una pequeña bomba de agua, donde esté circulando el agua, renovándose cada cierto tiempo. El agua tiene que estar a una temperatura de 10°C para que cuando se fusionen con los moldes con parafina, se tenga una temperatura promedio de 16°C, la cual es la ideal para que el enfriamiento sea más rápido y mejor.

Las medidas de las mesas tienen que ser las siguientes:

Alto = 80 cm

Largo = 122 cm

Ancho = 23 cm

El nuevo Sistema de Enfriamiento a través de la nueva temperatura de enfriamiento, reducirá el enfriamiento 1 en un 30%, el enfriamiento 2 en un 25%, el enfriamiento 3 en un 25%, el enfriamiento 4 en un 30%, y se eliminará la operación de baño por enfriamiento. También se evitarán los transportes a baño por enfriamiento y desmoldado, pues las velas se quedarán en la mesa en donde han sido llenadas, para luego de los enfriamientos, rellenados y centrados, y puedan continuar con el proceso de desmoldado.

**Análisis de la reducción de tiempos de enfriamiento porcentualmente para 150 velas aromáticas:**

**Tabla XXIII. Reducción de tiempos de enfriamiento**

Enfriamiento		Temperaturas	Tiempos	Reducción %
1	T° promedio	23 °C	50 minutos	30%
	T° mejorada	16 °C	35 minutos	
2	T° promedio	23 °C	25 minutos	25%
	T° mejorada	16 °C	18 minutos	
3	T° promedio	23 °C	12 minutos	25%
	T° mejorada	16 °C	9 minutos	
4	T° promedio	23 °C	7 minutos	30%
	T° mejorada	16 °C	5 minutos	

**4.2 Aplicación del estudio de tiempos y movimientos**

**4.2.1 Corrección de tiempos**

La utilización del estudio de tiempos, determina la reducción de tiempos, para poder mejorar la eficiencia y la productividad.

Actualmente se tiene un tiempo de 114.4 segundos para producir una vela. Con la utilización del estudio de tiempos, se ha mejorado este tiempo, llegando a 107.69 segundos para producir una vela.

Esta corrección de tiempos se debe que se ha aplicado la Ergonomía, mejorando la habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones, del operario y del área de trabajo, llegando así a una reducción de tiempos.

También con la aplicación del nuevo Sistema de Enfriamiento, se han podido reducir los tiempos de enfriamiento, y por consiguiente el tiempo total de fabricación de velas aromáticas.

Con el balance de líneas y la corrección de tiempos para sacar el tiempo estándar para cada estación, se puede sacar el ritmo de línea con el operario más lento y demostrar que si se puede cumplir con la demanda esperada de velas aromáticas.

#### **4.2.2 Proceso de enfriamiento**

Debemos tomar en cuenta que el proceso de enfriamiento ó secado ahora es mucho más rápido que con el método actual. Anteriormente se muestra una tabla de reducción de tiempos en los enfriamientos del proceso de fabricación. Es de mucha ayuda implementar estos nuevos tiempos en el estudio de tiempos, pues disminuirá el tiempo de proceso total y se podrá aumentar la productividad y eficiencia del proceso.

**Tabla XXIV. Tiempos de enfriamiento actual**

<b>Enfriamiento</b>	<b>TC (min) para 150 velas</b>
1	50
2	25
3	12
4	7

**Tabla XXV. Tiempos de enfriamiento mejorados**

<b>Enfriamiento</b>	<b>TC (min) para 150 velas</b>
1	35
2	18
3	9
4	5

#### **4.3 Capacitación del trabajador con el nuevo método**

Antes de implementar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica de acuerdo con las condiciones de trabajo en que va operar. Se debe hacer una revisión final de la idea, la cual debe incluir como partes fundamentales todos los aspectos de seguridad, así como otros factores tales como calidad del producto, cantidad de producto y beneficios de la mejora.

Para todo esto se tiene que lograr el entendimiento y la cooperación del personal de la fábrica, para que disminuya enormemente las dificultades de implantación, la resistencia al cambio y asegurar el éxito del emprendimiento del nuevo método de trabajo.

Ya que se tiene claro lo que se espera con la capacitación del operario, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Se mantendrá informado al personal antes de implantar los cambios que lo afectarán.
- Se tratará al personal con la deferencia y dignidad que merece su calidad de persona humana.
- Se promoverá que todos aporten sugerencias.

- Se reconocerá la participación de quien lo merezca.
- Se será honesto con el empleo de las sugerencias ajenas.
- Se explicará las razones del rechazo de alguna sugerencia.
- Se hará sentir al personal que forma parte del esfuerzo común para mejorar las condiciones de trabajo de la fábrica.

Se capacitará en las siguientes áreas:

- Rotación de tareas y organización de líneas de trabajo
- Ventajas de la ergonomía
- Uso del sistema de enfriamiento

#### **4.3.1 Rotación de tareas y organización de líneas de trabajo**

Dentro del proceso de fabricación de velas aromáticas se tienen diferentes tareas que realizar, respetando una secuencia de producción. Para que el operario esté seguro de lo que debe de hacer, deberá conocer la secuencia de la línea de producción, y así familiarizarse con el proceso.

El operario conoce el proceso, pero en base a su experiencia y conocimientos, que con el tiempo se han vuelto en una costumbre, una rutina, de hacer su trabajo de una misma forma, que no es la más adecuada.

Como primer paso para la capacitación se le explicará al operario la forma actual de producir, con los diagramas de proceso y de flujo actuales, para que sepa, lo que en base a su experiencia y conocimientos está realizando.

Seguidamente de que el operario puede ver el proceso de fabricación actual, se le explica los cambios que se han hecho, para poder facilitarle su trabajo, y se

le muestra los diagramas de proceso y de flujo mejorados, para que el operario se dé cuenta que existen mejores métodos de trabajo.

También se le hará saber que la rotación de tareas es importante, para poder organizar la nueva línea de trabajo. Se le explicará la nueva secuencia de producción, incluyendo todas las tareas y procesos plasmados en un diagrama del plano de la fábrica, en donde el operario podrá ver la rotación de tareas y los movimientos que se hacen dentro de la fábrica.

#### **4.3.2 Ventajas de la Ergonomía**

Ya que se le ha explicado al operario el nuevo proceso de fabricación, y que debe seguir una secuencia dentro de la línea de producción, se le debe explicar lo que es la Ergonomía y desarrollar los beneficios y las ventajas que tendrá para su persona, y cómo la empresa es beneficiada también. La aplicación de la Ergonomía al lugar de trabajo reporta muchos beneficios evidentes.

#### **Ventajas para el operario**

##### **Condiciones laborales más sanas y seguras:**

Las condiciones ambientales del operario tanto la iluminación, ventilación y ruido, van hacer las adecuadas, y el operario se sentirá en un ambiente de trabajo sano y seguro, pues no tendrá temor a accidentes, ni a enfermedades. En cuanto a la iluminación se le explicará las deficiencias que existían y que de acuerdo a los estudios se implantará un nuevo número de luminarias. Para la ventilación que es un factor muy importante no sólo para el operario, sino para la temperatura adecuada para el proceso de fabricación, se podrá contar con nuevas ventanas para la mejor renovación del aire. Con el ruido no hay mucho



problema, ya que la medición de los decibeles no excede en número que pueda afectar al operario.

### **Buen diseño del lugar de trabajo:**

El lugar de trabajo actual para la elaboración de velas, se adaptará al operario, y no el operario al lugar de trabajo, teniendo buenos resultados en cuanto a operar libremente, eliminando obstáculos que atrasen el proceso de fabricación. Se le explicará al operario la ventaja de tener un mejor diseño de la planta y que ellos sepan trabajar en orden siguiendo las secuencias de las líneas de producción.

### **Herramientas de trabajo adecuadas:**

Las herramientas de trabajo y las ayudas de trabajo, serán las adecuadas para la elaboración de las velas, para que el operario se sienta cómodo con estas, y logre una mejor eficiencia en sus operaciones. También es importante que las herramientas estén en el lugar adecuado, para evitar transportes ineficientes y pérdidas de tiempo.

### **Ventajas para el empleador**

#### **El beneficio más palpable es el aumento de la productividad:**

Después de que a los operarios se les ha explicado las mejoras de los métodos de trabajo, y los beneficios que obtendrán, se sentirán seguros, motivados y felices por los nuevos métodos de trabajo. Es por ello que el operario va hacer más eficiente, eficaz, y producirá velas aromáticas en un ambiente seguro, con mayor facilidad y en un menor tiempo, dando así resultados los estudios implantados aumentando la productividad de la fábrica.

### **Aumento de la eficiencia:**

La calidad y la eficiencia del trabajo que realiza el operario en la fabricación de velas aromáticas van a mejorar. Disminuirán las devoluciones de producto, disminuirán los costos de oportunidad y los tiempos muertos se eliminarán, mejorando el ritmo de la línea de producción y los ingresos de la empresa.

### **Prevenir enfermedades y lesiones del operario:**

El trabajo repetitivo es una causa habitual de lesiones y enfermedades del sistema óseo muscular, por lo que es necesario prevenirlas ya que estas pueden ser muy costosas para los operarios y las empresas. Por lo que el estudio ergonómico podrá dar buenos resultados al empleador en ahorrar los costos de salud de los operarios.

Diseñar cuidadosamente una tarea desde el inicio, cuidando la Ergonomía del operario y su ambiente de trabajo, puede costar inicialmente a un empleador algo de dinero, pero, a largo plazo, normalmente el empleador se beneficia financieramente.

#### **4.3.3 Uso del Sistema de Enfriamiento**

El operario tendrá una capacitación en este tema acerca del uso del Sistema de Enfriamiento. Se le explicará primero que el Sistema de Enfriamiento está basado en la circulación de agua fría por las velas, para así lograr que la temperatura de enfriamiento sea la adecuada para que las velas completen su solidificación más rápida y no se tenga que esperar tanto.

A continuación se detalla los pasos para hacer funcionar el Sistema de enfriamiento:

- 1) Poner a funcionar la bomba de agua
- 2) Tener llenos todos los moldes con parafina sobre las mesas
- 3) Verter el agua sobre la base de la mesa hasta el punto de cubrir los moldes
- 4) Cerrar la llave de circulación del agua
- 5) Esperar los enfriamientos de las velas
- 6) Vaciar el sistema
- 7) Renovar el agua
- 8) Desmoldar las velas

#### **4.4 Reacondicionamiento del área de trabajo**

##### **4.4.1 Distribución del equipo en planta**

La buena distribución del equipo en planta, dependerá de la buena organización de las líneas de producción. Antes de poder hacer esta distribución se debe de saber las tareas y procesos en la línea de producción, así como las herramientas, materiales y maquinaria que están disponibles y se estén utilizando.

A continuación se detallan las herramientas, materiales y máquinas que se utilizan:

**Tabla XXVI. Materiales para el proceso de producción**

	<b>TAREAS Y PROCESOS</b>	<b>MATERIALES</b>
1	BMP	
2	Traslado a derretir	Troque
3	Derretir	Parafina, marmitas, ollas, termómetro
4	Preparación de parafina	Vybar, aroma, tinte, cucharas medidoras
5	Traslado a llenado	Picheles
6	Llenado	Con picheles en los moldes
7	Enfriamiento1	Sistema de Enfriamiento en mesas
8	Traslado de mechas a mesa	Canastas
9	Recortar mechas	Tijeras ó navaja
10	Puesta de mecha	Mechas, varillas
11	Rechupe y centrado 1	Picheles con parafina preparada
12	Enfriamiento 2	Sistema de Enfriamiento en mesas
13	Rechupe y centrado 2	Picheles con parafina preparada
14	Enfriamiento 3	Sistema de Enfriamiento en mesas
15	Rechupe y centrado 3	Picheles con parafina preparada
16	Enfriamiento 4	Sistema de Enfriamiento en mesas
17	Desmoldado	Manual
18	Traslado a emparejado	Canastas
19	Emparejado	Sierra de banco
20	Control de calidad	Planchas de calentado, navaja
21	Traslado a empacado	Canastas
22	Empacado	Plástico termo-encogible, secadora, tijeras
23	Traslado a etiquetado	Canastas
24	Etiquetado	Etiquetas
25	Traslado a BPT	Cajas etiquetadas, masking tape
26	BPT	

El objetivo de hacer una distribución del equipo en la planta, es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los operarios.

Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de los siguientes puntos:

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los operarios
- Elevación de la moral y la satisfacción del operario
- Incremento de la producción
- Disminución de los retrasos en la producción
- Ahorro de área ocupada
- Reducción del manejo de materiales
- Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios
- Reducción del material en proceso
- Acortamiento del tiempo de fabricación
- Logro de una supervisión más fácil y mejor
- Disminución de la congestión y confusión
- Disminución del riesgo de la calidad
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

#### **4.4.1.1 Distribución combinada por producto y por proceso**

Ya que describimos los materiales, herramientas y máquinas que se utilizan en el proceso de fabricación de velas aromáticas, y vimos las diversas ventajas, podemos considerar la aplicación de mejorar la distribución de la planta.

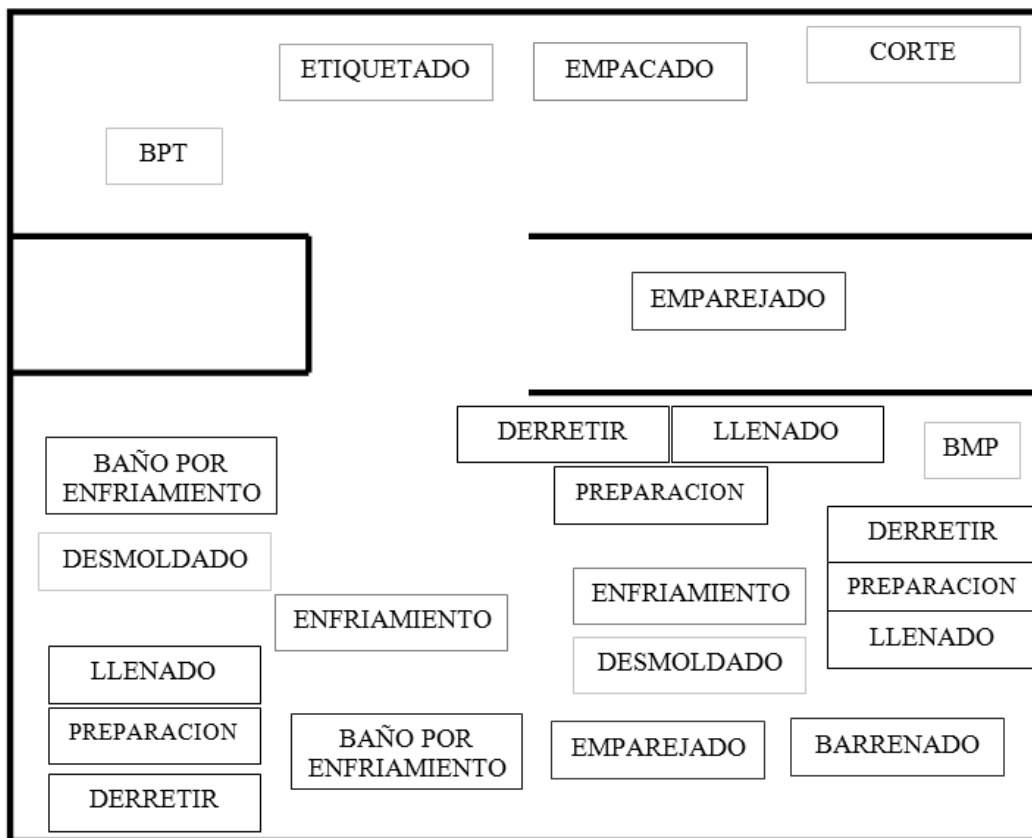
La distribución por proceso consiste en la agrupación de las máquinas o procesos del mismo tipo, cuando se fabrica una gran variedad de productos, cuando se produce por lotes pequeños y cuando la demanda es intermitente.

En la distribución por producto la disposición de las máquinas sigue al producto, según la secuencia de las operaciones a realizar para fabricarlo. Se usa cuando las líneas de producción se pueden equilibrar en cuanto al tiempo, cuando la variedad de productos es pequeña.

Para la fábrica de velas aromáticas, utilizaremos una combinación de estas dos distribuciones, dado que las dos se acoplan a la planta actual y para hacer un equilibrio en los costos de cada una.

A continuación el diagrama de la distribución combinada del equipo que se debe de hacer en la planta:

**Figura 12. Diagrama para la distribución combinada de la planta**



## **5. SEGUIMIENTO DE LOS NUEVOS MÉTODOS DE TRABAJO**

### **5.1 Monitoreo del método mejorado**

Para llevar un seguimiento del nuevo método mejorado se le debe de monitorear, es por ello que usaremos las inspecciones y visitas, para poder llevar un buen control de los beneficios y resultados esperados.

#### **5.1.1 Inspecciones**

Las inspecciones, serán de importancia para llevar un control completo de lo que se está haciendo. Por medio de la observación la persona encargada, podrá cerciorarse de que lo propuesto se esté haciendo. El jefe de planta será el encargado de inspeccionar, y cuando inspeccione podrá ayudarse de fichas en donde pueda recolectar la información que está observando, y así poder llevar un buen control de la Ergonomía, balance de líneas y del Sistema de Enfriamiento, para medir el rendimiento de los operarios, eficiencia, eficacia y productividad de la línea de producción, control de calidad de los productos y la seguridad de los operarios, con los nuevos métodos para la fabricación de velas aromáticas.

El propósito de las inspecciones es tener una política de prevención, para detectar los errores antes de que sucedan accidentes ó se tenga una producción ineficiente, a la hora que no estén marchando bien los nuevos métodos. Al hacer estas inspecciones los operarios ayudarán directamente al que inspeccione para hacer más fácil la recolección de los datos.

Las inspecciones se harán cada mes y se pasará la siguiente ficha:

**Figura 13. Ficha de inspección**

FICHA DE INSPECCION	
Encargado:	
Fecha:	Hora inicio:
Actividad a Inspeccionar:	
Cumple lo propuesto:	
Observaciones:	
Firma encargado:	Hora finalización:

### 5.1.2 Visitas

El objetivo de las visitas es que el encargado de la planta, supervisé que todo esta bajo control, que los operarios estén cómodos con su trabajo, que las líneas de trabajo estén funcionando, que el Sistema de Enfriamiento cumple su función, para saber si los nuevos métodos planeados están dando resultado.

Las visitas también ayudarán a poder ver si se puede hacer algún cambio, y que los operarios puedan sugerir y contar como se han sentido con los nuevos métodos de trabajo.

La visita se hará periódicamente, cada 6 meses, comprobando que todo este bien de acuerdo a los lineamientos básicos de los métodos propuestos.



## 5.2 Nuevos indicadores de productividad

Los indicadores de productividad han mejorado a los actuales. Podremos entonces hacer estadísticas y gráficas del aumento de cada uno de ellos, con el objetivo de saber los resultados de los nuevos métodos de trabajo.

### 5.2.1 Estadísticas y gráficas del aumento de los indicadores

Las estadísticas, nos muestran las variaciones que ha tenido un rango de datos. En los indicadores de productividad, es necesario aplicar las estadísticas, tanto para hacer los cálculos de lo actual, como de la mejora. Los números siempre significan algo, si son bajos significa que se está mal, si son altos significa que las cosas están mejorando, que los resultados se están dando y son palpables.

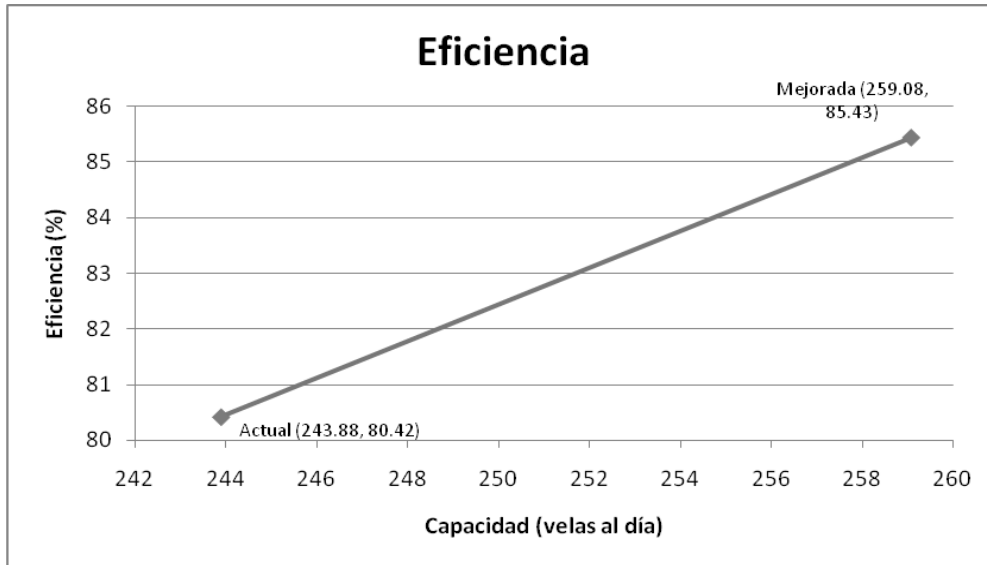
A continuación las estadísticas del método actual, y el método mejorado. Se puede ver a través de las gráficas, el aumento de los indicadores de productividad, así como la gráfica de la mejora por medio del nuevo Sistema de Enfriamiento.

## INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

**Tabla XXVII. Mejora de la eficiencia**

	Actual	Mejorada	Aumento del 5 %
Capacidad (velas/día)	243.88	259.08	
Eficiencia	80.42	85.43	

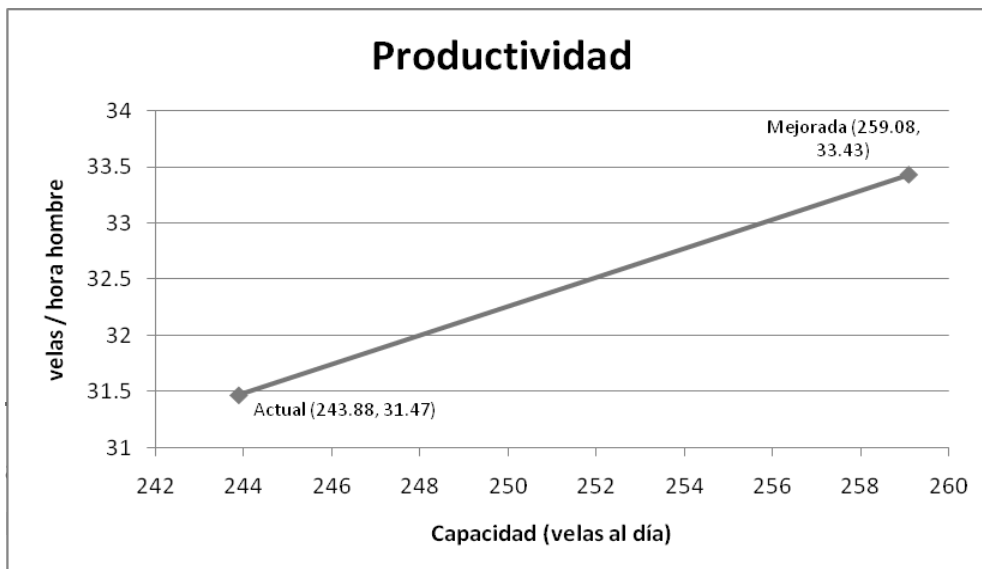
**Figura 14. Gráfica de la mejora de la eficiencia**



**Tabla XXVIII. Mejora de la productividad**

	Actual	Mejorada	Aumento del 6.23 %
Capacidad (velas/día)	243.88	259.08	
Productividad	31.47	33.43	

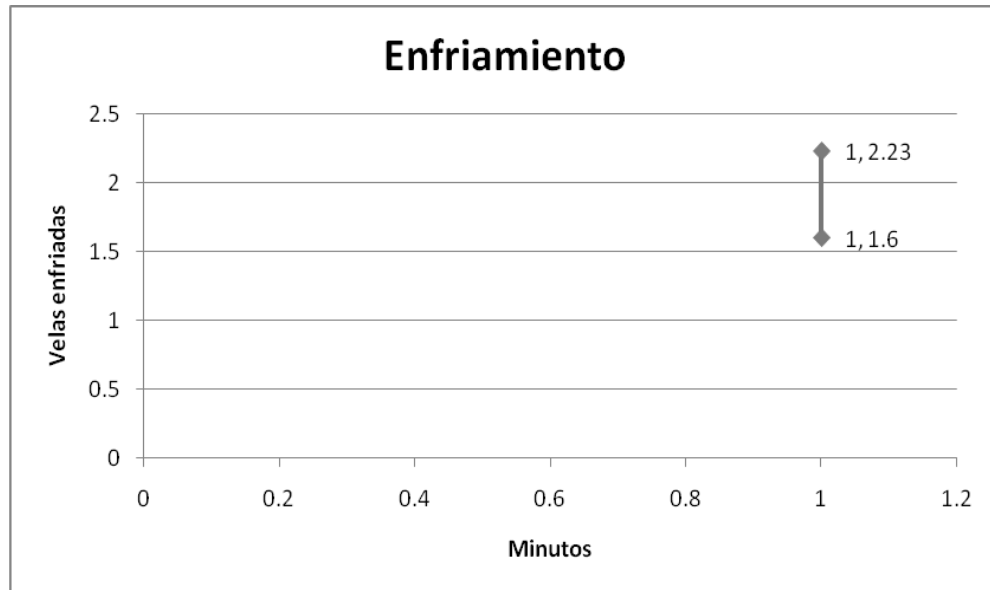
**Figura 15. Gráfica de la mejora de la productividad**



**Tabla XXIX. Mejora del enfriamiento**

ENFRIAMIENTO		
	Actual	Mejorado
Minutos	1	1
Velas	1.6	2.23

**Figura 16. Gráfica de la mejora del enfriamiento**



### **5.3 Seguimiento del método propuesto**

#### **5.3.1 Redistribución de líneas de producción**

El concepto y la implantación de las líneas de producción han dado un buen resultado, tanto para la buena organización como la distribución de la planta. Es por ello que se hará una redistribución de líneas de producción para otros productos y continuar con esta herramienta.

Primero se deben agrupar las velas aromáticas por sus características, para que las líneas contengan velas que tengan un similar proceso de producción.

Ya que están agrupadas las velas por características similares, podremos hacer una secuencia de producción y luego un diagrama de recorrido del proceso. Con la ayuda de la primera línea de producción, será más fácil guiarse para poder mejorar los procesos de producción de las otras velas.

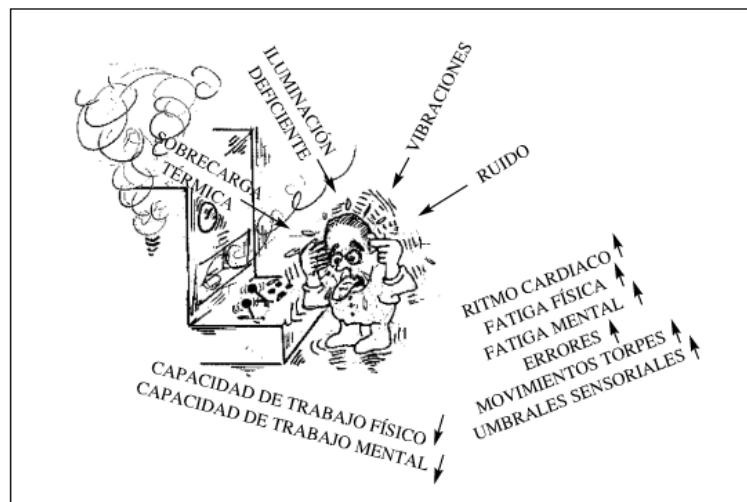
### 5.3.2 Mantenimiento de la Ergonomía

El seguimiento de la Ergonomía es muy importante, dado que es un elemento importante para la reducción de accidentes y de lesiones, para el incremento de la productividad y de la calidad de vida de los operarios.

#### 5.3.2.1 Nuevos ambientes de trabajo

Es necesario que la compatibilidad entre el operario y el ambiente (ruido, microclima, iluminación) durante las actividades sea el adecuado, ya que estas condiciones se verán reflejadas en el manejo de estrés de la persona y un ambiente confortable.

**Figura 17. Efectos de un ambiente hostil**



Si se tiene una coherencia intrínseca con el ambiente de trabajo, es posible que los estímulos exteriores estén sintonizados y la personalidad del operario provoque una respuesta positiva de verdadera satisfacción integral, que produzca un estado de bienestar generalizado en la persona.

La climatización de los nuevos ambientes es tema de seguridad, ya que todos los efectos pueden dañar a la persona, y por tanto la disminución de la productividad, no se puede dejar por un lado todos los factores ambientales.

Así pues, luz, sonido, calor o frío, vibraciones, ropa, características psíquicas y físicas de la actividad, espacios para los movimientos, dimensiones, formas, colores, texturas de los objetos que lo rodean y con los que la persona puede estar en contacto físico, visual, olfativos, son factores que se deben de cuidar para mantener la Ergonomía del operario dentro de la fábrica.

Se podrán crear nuevos ambientes de trabajo con la mejoras de los métodos de trabajo, ya que la Ergonomía esta relacionada directamente con el ambiente del operario.

#### **5.3.2.2 Nuevo equipo de trabajo**

Es necesario también para mantener la Ergonomía, interesarse por los nuevos equipos de trabajo, para que los operarios se sientan cómodos con las herramientas que tienen a su alcance, sean más eficientes y les ayuden a simplificar sus tareas.

Para que los nuevos métodos de trabajo funcionen adecuadamente se deben implementar los nuevos equipos de trabajo:

- **Nuevos moldes de aluminio:** mientras más moldes se tengan, crecerá la capacidad usada y se podrá aumentar la producción de velas.
- **Otra sierra de banco:** para cortar la parafina blanca más rápido y sin utilizar mucha fuerza se necesita una sierra de banco. También servirá para que los bloques cortados sean iguales y se puedan manipular fácilmente por el operario.
- **Nuevos termómetros:** se necesitarán nuevos termómetros tanto para medir la temperatura a la hora de derretir la parafina, cómo para el nuevo sistema de enfriamiento que está fundamentado en que la temperatura del agua esté a 16 °C, por lo que se necesitará medirla con buenos termómetros.
- **Nuevas ollas:** las ollas tienen que estar en buen estado para que la parafina que se prepare en ellas, no tenga residuos y tenga una buena calidad.
- **Una balanza:** se necesita una balanza exacta para medir los gramos que se utilizan para la elaboración de la parafina, esto es para medir con exactitud la cantidad de aditivos para la parafina.
- **Etiquetadora:** es más fácil y rápido utilizar una etiquetadora para poner la etiqueta a las velas, ya que el operario la usará manualmente, y no tiene que estar forzando la vista y tensionando el cuello para poner la etiqueta.

### 5.3.3 Mantenimiento del Sistema de Enfriamiento

El nuevo Sistema de Enfriamiento es indispensable para que las velas se solidifiquen más rápido, se puedan desmoldar y queden listas.

Por lo tanto, es importante darle mantenimiento a este sistema, para que funcione de forma adecuada y eficiente.

Se tomarán las siguientes medidas para el buen funcionamiento del Sistema de Enfriamiento:

- Se debe de limpiar la parafina que queda en el agua, para que no obstruya la circulación del agua.
- Revisar la bomba de agua, para que el flujo de agua correcto sea correcto.
- Renovar los empaques, cojinetes y accesorios de la bomba.
- Colocar un refrigerante a la bomba de agua, para que el enfriamiento del agua se mantenga, ya que las pérdidas de refrigerante ocasionarían calentamientos del motor que podrían causar averías cuantiosas.
- Limpiar los canales donde circula el agua, para que no haya impedimento de la distribución del agua.





## CONCLUSIONES

1. Al hacer el análisis de los métodos de trabajo actuales, se estableció que la rutina de un método empírico y la experiencia del trabajador, son factores determinantes para dificultar el proceso de producción, dando así una oportunidad para mejorar los métodos y simplificar el trabajo.
2. Es de importancia que el trabajador se sienta cómodo en el diseño de la fábrica. Es por ello que con el uso del diagrama de flujo y el diagrama de recorrido, se pudo cerciorar que el movimiento de los materiales durante el proceso no tuviera congestión, y se pudo visualizar bien las operaciones a realizar, para aprovechar bien los espacios de la fábrica, mejorando el área y equipo del trabajador.
3. La operación baño por enfriamiento creaba un tiempo de ocio, por lo tanto se eliminó con el nuevo sistema de enfriamiento, evitando así la fatiga del trabajador. Las operaciones colocación de moldes, verificación de la temperatura de la marmita y la verificación de la preparación de la parafina, se estaban haciendo en una secuencia no lógica, por lo que se reorganizan para reducir el tiempo de producción y obtener una secuencia más lógica.
4. Se pueden ver mejoras en el uso eficiente de los materiales, tal es el caso del aditivo Vybar, que por la experiencia se estaba usando una cantidad, mientras que se puede utilizar menos cantidad manteniendo la misma calidad de la vela, dando así un uso eficiente de los materiales y reducir los costos de operación. La mano de obra es eficiente con los nuevos métodos de trabajo, porque se hace un balance en las cargas de trabajo, para disminuir los tiempos de ocio y ser más productivos.

5. Aplicando la Ergonomía, se puede ver que el trabajador se siente seguro con una posición de trabajo adecuada, y evitar esfuerzos que sean peligrosos para su salud. También se siente seguro con un nuevo equipo de trabajo, para evitar demoras por falta de herramientas o herramientas no adecuadas que pueden convertirse peligrosas. El nuevo sistema de enfriamiento está diseñado para que el trabajador se sienta seguro y sea capaz de usarlo fácilmente.
6. Las condiciones de trabajo con el nuevo método han aumentado el desempeño del trabajador, ya que tiene una mejor iluminación, ventilación y ambiente sonoro, evitando cansancio y fatiga, al realizar sus tareas de trabajo, sintiéndose así a gusto desarrollando sus habilidades.
7. De acuerdo a las nuevas técnicas para producir las velas, el trabajador ha dejado una actitud de acomodamiento y darse cuenta que se puede simplificar el trabajo. La resistencia al cambio se ha vencido porque el trabajador se ha dado cuenta que no es lo mismo hacer solo todo el trabajo, a que centrarse en una operación básica y hacerla en forma constante, porque cada vez que la ejecuta, la está haciendo en menor tiempo, lo que hace que se incremente la productividad.

## RECOMENDACIONES

1. Contar con un inventario suficiente de materia prima, aditivos y componentes para cubrir la demanda diaria, y no perder tiempo en conseguir a última hora lo necesario.
2. Utilizar parafina de buena calidad para la elaboración de velas, para evitar desperdicios, mala calidad y reproceso de las mismas.
3. Darle mantenimiento periódico al nuevo sistema de enfriamiento, para prevenir desperfectos y paros que causen problemas para la continuidad del proceso de producción.
4. Dar seguimiento a los tiempos estándar establecidos en el estudio, para hacer más eficientes los procesos de producción.
5. En cuanto a la ubicación del equipo a utilizarse, cuando las tareas sean comunes, agruparlas en un puesto de trabajo especial.
6. Introducir sistema de incentivos por medio de puntos para los trabajadores, por un buen desempeño y productividad para recompensarlos con una bonificación salarial.
7. Crear un departamento de control de calidad para que se encargue de verificar y crear fórmulas y que el color de las velas sea uniforme. Así mismo de llevar un control en el proceso para que las variaciones por reproceso y desperdicio no se salgan de los límites establecidos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARANA VILLATORO, EDGAR JAVIER. Estudio de factibilidad para la creación de una mediana empresa productora de velas aromáticas en el departamento de Guatemala. Trabajo de graduación de Ingeniería Industria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, junio de 2005.
2. CLARA DEL CID, JUAN CARLOS. Medición de tiempos, una herramienta en la reingeniería de procesos para empresas de servicio. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, junio de 2000.
3. ESCOBAR GÓMEZ, EDGAR HAROLDO. Desarrollo de un sistema de trabajo para mejorar las técnicas actuales de producción en una pequeña fábrica de velas. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, agosto de 2000.
4. GARICÍA CRIOLLO, ROBERTO. **Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo.** 2<sup>a</sup>. edición. Ed. McGraw Hill.
5. KRICK, EDWARD. **Ingeniería de métodos.** México, Ed. Limusa, 1967.
6. MOLLER, WALTER. **Estudio de métodos y tiempos.** 5<sup>a</sup>. edición. México, Ed. McGraw Hill, 1997.
7. NIEBEL, FREIVALDS. **Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos.** México, Ed. Alfa Omega 2004.

8. ZSOLT, LUIS ESTEBAN. Estudio de Ingeniería Industrial en pequeñas y medianas empresas, donde no cuentan con medios para pagar un estudio de este tipo y así mejorar sus métodos e incrementar su eficiencia. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala, junio de 1980.
  
9. [www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20070408/economia/metodos-tiempos-herramienta-para\\_20070408.html](http://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20070408/economia/metodos-tiempos-herramienta-para_20070408.html) (abril 2007).
  
10. [www.monografias.com/trabajos12/igmanalis/igmanalis.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/igmanalis/igmanalis.shtml) (agosto 2008).