



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE FABRICACIÓN DE VELAS  
TRADICIONALES EN LA EMPRESA PAMOSA S.A.

Autor

Oswaldo Fabricio Barriga Gonzalez

Año  
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE FABRICACIÓN DE VELAS  
TRADICIONALES EN LA EMPRESA PAMOSA S.A.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Msc. Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo

Autor

Oswaldo Fabricio Barriga Gonzalez

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Estandarización de procesos de fabricación de velas tradicionales en la empresa PAMOSA S.A., a través de reuniones periódicas con el estudiante Oswaldo Fabricio Barriga Gonzalez, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo  
Máster en Ingeniería Industrial  
CI: 1705310280

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Estandarización de procesos de fabricación de velas tradicionales en la empresa PAMOSA S.A., del estudiante Oswaldo Fabricio Barriga Gonzalez, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Magíster en administración de empresas mención en gerencia de la calidad y  
productividad

CI: 1803540598

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Oswaldo Fabricio Barriga Gonzalez

CI: 0503343485

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por bendecirme a lo largo de mi formación universitaria.

A mis padres Fabricio y Regina, gracias por todo el esfuerzo y apoyo que he recibido, son un ejemplo y motivación en mi vida.

A mis hermanas, por su apoyo incondicional.

A mi tía Consuelo, por toda la ayuda que siempre me ha brindado desde el inicio de mis estudios universitarios.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Fabricio y Regina, por todo el esfuerzo que han hecho son un ejemplo de lucha y superación.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de titulación es una propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa "PAMOSA S.A.", en su línea de velas tradicionales, mediante la estandarización de los procesos que intervienen la fabricación de esta línea y así reducir costos adicionales por el pago de horas extras, mejorar la productividad y disminuir los desperdicios.

Inicialmente se realizó un análisis de la situación actual de la empresa con el objetivo de levantar información real y actualizada de lo que sucede en la planta, se recopiló información de su proceso en donde se pudo identificar que su proceso productivo no tenía actividades estandarizadas por lo eran ineficientes, en donde se aplicó la metodología de estudio del trabajo para la estandarización de los procesos productivos.

La propuesta de mejora nace de la simulación y análisis de la situación actual del proceso. Consiste en un análisis de valor agregado de las actividades de los procesos para posteriormente realizar un nuevo levantamiento del proceso productivo en el cual se optimizaron los tiempos del proceso completo en un 23,69%, este valor se obtuvo al mejorar y optimizar las actividades del proceso. Se realizó una nueva distribución del trabajo para aumentar la eficiencia de la capacidad de la planta y los recursos humanos en un 29,2%. Por último, se propone un manual de procedimientos el cual sirva de apoyo a cada área al momento de realizar las actividades que les corresponden.

Finalmente se simuló la actividad productiva de la empresa con las propuestas de mejora en sus actividades, nuevos tiempos de ejecución y una nueva distribución del trabajo para compararlo con la situación actual. El resultado fue el aumento de la producción en un 106% lo cual hace que el tiempo para cumplir con la demanda se reduzca y el costo de producción disminuya. Se tiene ahorro de gastos por horas extras de \$10.368,00 y una proyección de ganancias de \$58.151,40 anualmente.



## **ABSTRACT**

The following titling job is a proposal to improve the productive process of the company "PAMOS SA", in its line of traditional candles, by standardizing the processes involved in the manufacture of this line and thus reduce additional costs for the payment of overtime, improve productivity and reduce waste.

Initially an analysis of the current situation of the company was carried out in order to collect real and updated information of what is happening in the plant, information was collected of its process where it could be identified that its productive process did not have standardized activities so they were inefficient, where the work study methodology was applied for the standardization of productive processes.

The improvement proposal comes from the simulation and analysis of the current situation of the process. It consists of a value-added analysis of the activities of the processes to subsequently carry out a new lift of the productive process in which the times of the entire process were optimized by 23.69%, this value was obtained by improving and optimizing the activities of the process. A new distribution of work was carried out to increase the efficiency of plant capacity and human resources by 29.2%. Finally, a procedure manual is proposed, which serves as support to each area when carrying out the activities that correspond to them.

Finally, the productive activity of the company was simulated with the proposals for improvement in its activities, new execution times and a new distribution of work to compare it with the current situation. The result was an increase in production by 106% which means that the time to meet the demand is reduced and the cost of production decreases. There is a saving of expenses for overtime of \$ 10,368.00 and a profit projection of \$ 58,151.40 annually.

# ÍNDICE

1. Capitulo I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Historia de la Organización.....	3
1.3. Filosofía de la Organización .....	4
1.4. Cartera de Productos .....	4
1.5. Ubicación.....	5
1.6. Estructura organizacional.....	6
1.7. Descripción del problema.....	7
1.8. Alcance .....	8
1.9. Justificación .....	8
1.10. Objetivos .....	9
1.10.1. Objetivo General.....	9
1.10.2. Objetivos Específicos.....	9
2. Capitulo II. Marco Teórico .....	10
2.1. Productividad.....	10
2.2. Gestión por procesos .....	11
2.2.1. Proceso.....	12
2.2.2. Mapa de procesos .....	12
2.2.2.1. Procesos Estratégicos .....	13
2.2.2.2. Procesos Claves.....	13
2.2.2.3. Procesos de Soporte .....	13
2.2.3. Diagramación de procesos .....	13
2.2.4. Símbolos usados en los diagramas de flujo.....	14
2.2.5. Modelamiento de procesos con el estándar BPMN .....	15
2.3. Ingeniería en Métodos .....	16
2.4. Estudios de tiempos .....	19
2.4.1. Toma de mediciones con cronometro.....	19
2.4.2. Número de ciclos en el estudio.....	19

2.4.3. Tiempo Normal .....	20
2.4.3.1. Tiempo medio del ciclo .....	20
2.4.3.2. Desviación Estándar .....	21
2.4.3.3. Límite superior e inferior .....	21
2.4.3.4. Promedio valido .....	22
2.4.3.5. Valoración del trabajo .....	22
2.4.3.6. Calculo del tiempo normal .....	23
2.4.4. Coeficiente de descuento OIT .....	23
2.4.5. Tiempo Estándar .....	23
2.5. Trabajo Estandarizado .....	24
2.5.1. Tiempo Takt .....	25
2.5.2. Cuello de botella .....	25
2.6. Balanceo de líneas .....	26
2.7. Mapa del flujo de valor .....	26
2.8. Hojas JES y SOS .....	28
2.8.1. Hojas de trabajo estandarizado (SOS) .....	28
2.8.2. Hojas de elementos de trabajo (JES) .....	29
2.9. Árbol de definición de problema .....	29
2.10. Diagrama de Pareto .....	30
2.11. Diagrama Ishikawa .....	31
2.12. Calculo de eficiencia general de los equipos OEE .....	33
2.13. Variabilidad .....	34
2.14. Capacidad del proceso .....	34
<b>3. Capitulo III. Situación Actual .....</b>	<b>36</b>
3.1. Descripción del Problema .....	36
3.1.1. ¿Qué es un problema? .....	36
3.1.2. ¿Por qué es un problema? .....	36
3.1.3. ¿Dónde se presenta el problema? .....	37
3.1.4. ¿Cuándo se presenta el problema? .....	37
3.1.5. ¿Cómo se presenta el problema? .....	37

3.1.6. Resumen .....	41
3.1.7. Identificación de Causas.....	42
3.1.8. Lluvia de Ideas.....	42
3.1.9. Diagrama de afinidad.....	44
3.1.10. Diagrama Causa- Efecto.....	45
3.2. Situación Actual .....	47
3.2.1. Distribución de la planta.....	47
3.3. Gestión por Procesos.....	48
3.3.1. Mapa de procesos y cadena de valor .....	49
3.4. Descripción de los procesos productivos .....	51
3.4.1. Procesos de Fabricación de vela tradicional.....	51
3.4.2. Diluido.....	51
3.4.3. Cargue de máquina .....	53
3.4.4. Moldeado .....	55
3.4.5. Descargue de Máquina.....	56
3.5. Estudio de tiempos .....	58
3.5.1. Familia de Productos .....	58
3.5.2. Segmentación de productos .....	61
3.5.2.1. Estudio según paquetes vendidos por tipo de SKU.....	61
3.5.2.2. Estudio según ventas en USD por cada tipo de SKU.....	65
3.6. Estudio de Tiempos .....	68
3.6.1. Toma de tiempos .....	69
3.6.2. Calculo del tiempo estándar .....	70
3.7. Variabilidad en los procesos.....	71
3.7.1. Variabilidad en el proceso de diluido .....	72
3.7.2. Variabilidad en el proceso de cargue de máquina .....	74
3.7.3. Variabilidad en el proceso de moldeado .....	76
3.7.4. Variabilidad en el proceso de descargue de máquina .....	78
3.7.5. Variabilidad del proceso de fabricación de vela tradicional.....	80
3.7.6. Cálculo de índices de capacidad de la fabricación de velas .....	83
3.8. Balance actual del proceso.....	84

3.9. Mapa del flujo de valor (VSM).....	86
3.10. Simulación del proceso actual .....	88
4. Capítulo IV. Propuesta de Mejora.....	94
4.1. Hallazgos y oportunidades de mejora .....	94
4.1.1. Diluido.....	94
4.1.2. Cargue de maquina .....	94
4.1.3. Moldeado .....	95
4.1.4. Descargue de Maquina.....	95
4.1.5. Hallazgos Principales.....	96
4.2. Propuesta de Mejora .....	97
4.2.1. Análisis de actividades que generan valor agregado.....	98
4.2.1.1. Diluido.....	98
4.2.1.2. Cargue de máquina .....	102
4.2.1.3. Moldeado.....	104
4.2.1.4. Descargue de máquina.....	105
4.3. Implantación de un dispositivo de transporte de velas.....	108
4.4. Nuevo levantamiento de procesos.....	110
4.5. Manual de procesos .....	112
4.6. Distribución de trabajo .....	112
4.7. Simulación de la propuesta.....	114
4.8. Mapa de la cadena de valor propuesto.....	119
5. Capítulo V. Análisis de resultados .....	120
5.1. Beneficio en tiempo .....	120
5.2. Aumento de la productividad .....	124
5.3. Beneficio económico .....	126
6. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones.....	130
6.1. Conclusiones.....	130
6.2. Recomendaciones .....	131

REFERENCIAS .....	133
ANEXOS .....	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fob USD de Importaciones de parafina en el año 2017.....	2
Figura 2. Cartera de productos.....	5
Figura 3. Ubicación Pamosa .....	6
Figura 4. Organigrama PAMOSA S.A. ....	6
Figura 5. Gráfico de productividad .....	11
Figura 6. Simbología ASME .....	15
Figura 7. Simbología BPMN.....	16
Figura 8. Número recomendado de ciclos según General Electric Company .	20
Figura 9. Valoración según corporación Westinghouse .....	22
Figura 10. Estudio de tiempos y suplementos.....	25
Figura 11. Pasos para la realización de un mapa del flujo de valor .....	27
Figura 12. Simbología para un mapa del flujo de valor .....	28
Figura 13. Ejemplo de mapa del flujo de valor .....	28
Figura 14. Ejemplo de Diagrama de árbol de problema .....	30
Figura 15. Ejemplo de diagrama de Pareto .....	31
Figura 16. Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 17. Interpretación cualitativa del índice de Cp.....	35
Figura 18. Porcentaje de pérdida de capacidad por tipo de máquina .....	40
Figura 19. Diagrama de árbol de definición de problema.....	41
Figura 20. Diagrama de afinidad. ....	45
Figura 21. Espina de pescado: variabilidad del proceso .....	46
Figura 22. Espina de pescado: mala planificación de producción.....	46
Figura 23. Distribución del primer piso de la planta.....	48
Figura 24. Distribución del segundo piso de la planta .....	48
Figura 25. Mapa de procesos PAMOSA S.A.....	50
Figura 26. Cadena de valor PAMOSA S.A. ....	50
Figura 27. Transporte de bultos de parafina.....	52
Figura 28. Diagrama de flujo del proceso Diluido.....	52
Figura 29. Llenado de balde con parafina liquida.....	54
Figura 30. Diagrama de flujo del proceso de cargue de máquina .....	54
Figura 31. Velas moldeadas en máquina .....	55

Figura 32. Diagrama de flujo proceso moldeado.....	56
Figura 33. Corte de mecha.....	57
Figura 34. Diagrama de flujo proceso descargue de máquina .....	57
Figura 35. Diagrama de Pareto: Cantidad de paquetes vendidos. ....	62
Figura 36. Diagrama de Pareto ventas (USD).....	66
Figura 37. Variabilidad en el proceso de diluido.....	74
Figura 38. Variabilidad en cargue de máquina. ....	76
Figura 39. Variabilidad en el proceso de moldeado .....	78
Figura 40. Variabilidad en el proceso de descargue de máquina.....	80
Figura 41. Variabilidad en proceso completo de fabricación .....	83
Figura 42. Análisis de la capacidad del proceso .....	84
Figura 43. Balance de proceso.....	86
Figura 44. Mapa del flujo de valor actual.....	87
Figura 45. Modelo 3D Fabricación de vela .....	89
Figura 46. Outputs producidos en un lote .....	90
Figura 47. Outputs producidos en una jornada .....	91
Figura 48. Tiempos de las máquinas .....	92
Figura 49. Tiempos Operario.....	93
Figura 50. Distancia recorrida por jornada .....	93
Figura 51. Transporte actual de vela terminada .....	108
Figura 52. Muros de empaquetado .....	109
Figura 53. Modelo de dispositivo para transporte.....	109
Figura 54. Diagrama de procesos operativos modelo propuesto .....	111
Figura 55. Simulación modelo propuesto .....	114
Figura 56. Cantidad producida por máquina .....	115
Figura 57. Eficiencia de paila .....	116
Figura 58. Eficiencia de máquinas de vela .....	117
Figura 59. Distribución de tiempos operario.....	118
Figura 60. Distancia recorrida por el operador .....	118
Figura 61. Mapa de la cadena de valor propuesto .....	119
Figura 62. Comparación de tiempo actual vs tiempo propuesto.....	124



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos en horas extras y suplementarias año 2017.....	38
Tabla 2. Porcentaje de capacidad instalada perdida.....	39
Tabla 3. Inductores de cambio .....	49
Tabla 4. Familia de productos línea de vela convencional. ....	58
Tabla 5. Producción de tipo de vela en máquina.....	59
Tabla 6. Paquetes Vendidos por cada producto.....	62
Tabla 7. Productos dentro de los pocos vitales .....	63
Tabla 8. Productos dentro de los muchos triviales .....	63
Tabla 9. Ventas (\$) por cada producto .....	65
Tabla 10. Productos dentro de los pocos vitales .....	66
Tabla 11. Productos dentro de los muchos triviales .....	67
Tabla 12. Máquinas destinadas a la producción del producto estrella .....	69
Tabla 13. Condiciones de producción y frecuencia de unidades producidas. ..	70
Tabla 14. Tiempo estándar para la producción de velas tradicionales.....	71
Tabla 15. Tiempos según actividades proceso diluido .....	72
Tabla 16. Variabilidad en el proceso de diluido .....	73
Tabla 17. Tiempos según tipo de actividad en cargue de máquina.....	74
Tabla 18. Variabilidad del proceso de cargue de máquina.....	75
Tabla 19. Tiempos según tipo de actividad en el proceso de moldeado .....	77
Tabla 20. Variabilidad del proceso de moldeado.....	77
Tabla 21. Tiempos según tipo de actividad en descargue de máquina.....	79
Tabla 22. Variabilidad en el proceso de descargue de máquina.....	80
Tabla 23. Tiempos del proceso de fabricación de vela tradicional .....	81
Tabla 24. Variabilidad del proceso de fabricación de vela tradicional .....	81
Tabla 25. Cp del proceso de fabricación de vela.....	83
Tabla 26. Balance del proceso actual .....	85
Tabla 27. Análisis de valor agregado Diluido .....	99
Tabla 28. Decisión sobre las actividades .....	100
Tabla 29. Diagrama Diluido Actual vs Diagrama Diluido propuesto .....	101
Tabla 30. Nuevo proceso de Diluido .....	102
Tabla 31 Análisis de valor agregado Cargue de máquina.....	102

Tabla 32. Decisión sobre actividades cargue .....	103
Tabla 33. Análisis de valor agregado moldeado.....	104
Tabla 34. Decisión sobre actividades moldeado .....	105
Tabla 35. Análisis de valor agregado Descargue .....	106
Tabla 36. Decisión sobre actividades de descargue .....	107
Tabla 37. Diagrama de descargue actual vs propuesto .....	107
Tabla 38. Transporte de vela actual vs transporte de vela propuesto .....	110
Tabla 39. Diagrama de proceso actual vs propuesto .....	112
Tabla 40. Resumen de producción por máquina.....	116
Tabla 41. Beneficio en tiempo .....	120

## 1. Capítulo I. Introducción

### 1.1. Antecedentes

El origen de la producción de velas data hace más de treinta mil años, cuando se utilizó por primera vez este instrumento para proporcionar iluminación a los artistas rupestres que pintaron dibujos prehistóricos en cavernas de España y Francia. Este tipo de velas consistía en una piedra ahuecada en la que se colocaban algunas fibras como mecha y sobre la que se vertía aceite o grasa (Beevoz, 2014).

Para su fabricación se ocupan algunas materias primas, principalmente se ocupa la cera, como se la conoce desde hace tiempo. La primera cera que se ocupó fue desarrollada por los antiguos egipcios, de abeja; los hombres la utilizaron hace miles de años para la elaboración de velas. Antiguamente existían varias ceras, las cuales tenían diferentes orígenes, entre las más comunes se encontraban la de origen animal, vegetal y mineral (QuimiNet, 2011).

Con el paso del tiempo, los materiales iban cambiando, esto se debía a que cada vez se buscaba mejorar las características de las velas que se producían; las primeras generaban un humo poco atractivo, se desprendían, generaban olores desagradables y se deformaban, por lo que se buscaba mejorar este tipo de problemas. A mediados del siglo XIX con el uso y desarrollo de la estearina, se extendieron los tiempos de duración de las velas, dureza, se desarrolló velas con diversos colores y de buen olor.

Finalmente, y después de muchísimas aportaciones de distintas culturas hasta la actualidad se encuentra la parafina, material con el cual se producen las velas hoy en día, junto con la industrialización en el siglo XIX, la cual permitió el desarrollo de máquinas que podían producir grandes cantidades a precios bajos para los consumidores (Beevoz, 2014).

Existen muchas empresas que ocupan la parafina como materia prima para diversos procesos productivos, en Ecuador en el año 2017 se tuvo un valor de 4018 toneladas de parafina importada al país, entre las empresas que realizaron dichas importaciones, en su mayoría se encuentran fábricas productoras de velas o productos similares. Son varios los países de origen de la parafina, los más frecuentes son: China, Estados Unidos, Alemania y Malasia.

En la figura 1 se pueden apreciar los valores en dólares de FOB por sus siglas en inglés *Free on board*, de las importaciones que se realizaron al país en el año 2017, estos están detallados por país y se presentan los países de los cuales se realiza mayores importaciones de esta materia prima.



Figura 1. Fob USD de Importaciones de parafina en el año 2017.

Adaptado de: (Nosis Trade, 2018).

Dentro de la región existe la asociación latinoamericana de fabricantes de velas ALAFAVE la cual fue creada en 1999, esta asociación fue creada por un grupo de fábricas de velas y proveedores. Buscan promover la industria de velas y asegurar la producción de calidad y el uso seguro de velas en la región (Alafave, 2017).

En la industria de velas existen regulaciones y estándares publicados por la ASTM (*American society for testing and materials*), hasta el momento se han publicado cinco estándares de seguridad referentes a esta industria, la mayoría de estos estándares están dirigidos a la prevención de incendios generados por las velas (Alafave, 2017).

Si bien en el Ecuador existen varias empresas dedicadas a la producción de velas, en su mayoría PYMES, también existe un pequeño grupo de artesanos dedicados a la producción y fabricación de velas. No se tiene un dato histórico de cuándo esta industria llegó al país.

## **1.2. Historia de la Organización**

PAMOSA S.A. inició su camino en el mercado en ecuatoriano en 1947. Llevan más de setenta años siendo líderes por la excelencia, calidad, innovación y el servicio que brindan a sus clientes.

Es considerada una mediana empresa, dentro de la que se manejan dos líneas tanto comerciales como productiva; en la primera se manejan velas tradicionales y convencionales, mientras que en la segunda línea velas personalizadas y decorativas, con el fin de atender a clientes que requieren un producto que cumpla con requerimientos específicos. La producción se realiza en máquinas semi-industriales con la mejor tecnología, se dividen entre nacionales e importadas. Al usar parafina y aditivos importados, se crea un producto de mayor calidad.

La línea de velas decorativas nació en 2012 con el objetivo de atender a una necesidad de mercado de velas personalizadas con un diseño innovador, elegante y distinguido, tras varios años de dedicarse únicamente a la producción de velas tradicionales.

Sus procesos son semi-automatizados y otros completamente manuales, se maneja un turno de 8 horas diarias.

### **1.3. Filosofía de la Organización**

Buscar continuamente la mejora de nuestros productos, investigando e indagando nuevas técnicas y tendencias para ofrecer a nuestros clientes velas de excelente calidad para todas las fechas, ceremonias y conmemoraciones religiosas.

### **1.4. Cartera de Productos**

PAMOSA S.A. ofrece una gama de productos, basada en sus dos líneas: velas tradicionales y velas decorativas; entre los distintos productos que ofrece se puede destacar los siguientes:

- Velas Religiosas
- Cirios Pascuales
- Velas Votativas
- Velas de Recuerdo
- Velas Decorativas
- Velas Navidad
- Velas Aromáticas
- Velas Flotantes
- Velas Gel
- Velas Corporativas
- Velas Esotéricas
- Velas Talladas
- Velas Temáticas
- Velas Ecológicas



*Figura 2. Cartera de productos*  
Adaptado de: (Pamosa, 2018).

La empresa también ofrece otros tipos de servicios, productos y suplementos para la elaboración de velas como:

- Venta de aromas y colorantes.
- Venta de parafina
- Venta de aviva llama

### **1.5. Ubicación**

PAMOSA S.A. cuenta con una planta de producción ubicada en la ciudad de Quito; además de brindar un servicio de “almacén de fábrica” abierto al público en general, la empresa cuenta con dieciocho colaboradores y está ubicada en el sector de la “Y” en la Av. 10 de agosto N39-127 y Juan Diguja.



Figura 3. Ubicación Pamosa  
Tomado de: (Google Maps, 2018).

## 1.6. Estructura organizacional

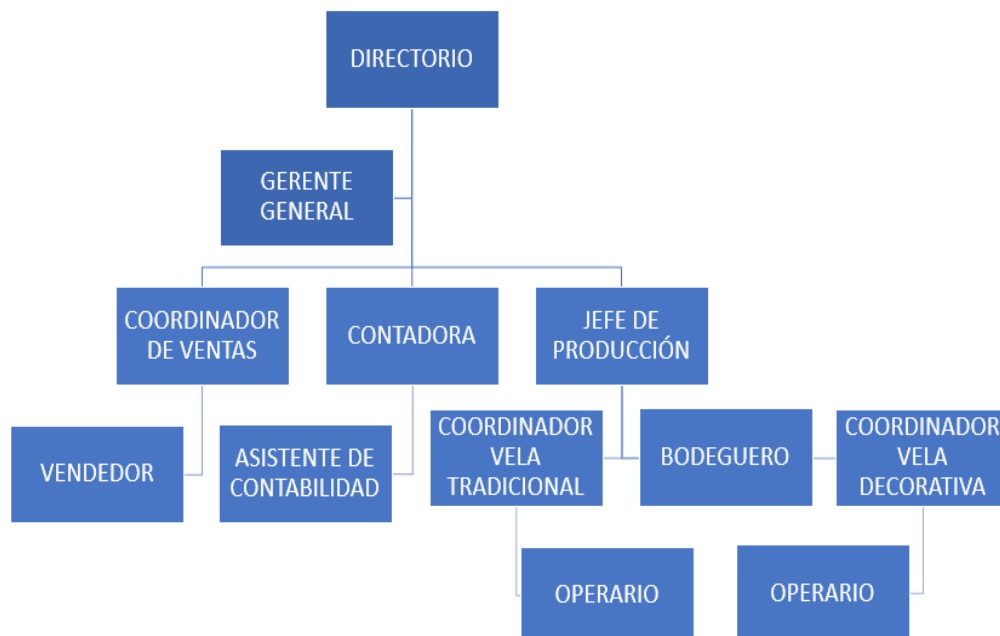


Figura 4. Organigrama PAMOSA S.A.

En la figura 4 se presenta el organigrama de la empresa, el cual cuenta con un directorio que está encargado de dirigir la estrategia corporativa y establecer



los objetivos a largo plazo para la empresa, también cuenta con un gerente general que supervisa y evalúa el trabajo de tres áreas que son: Ventas, contabilidad y producción. El área de ventas cuenta con un coordinador y tres vendedores, en el área de contabilidad existe una contadora y una asistente, finalmente en el área de producción se divide en dos, el área de vela tradicional la cual cuenta con tres operarios y el área de vela decorativa cuenta con cinco operarios, existe un bodeguero el cual se encarga tanto del área de vela decorativa y vela tradicional.

### **1.7. Descripción del problema**

En el año (2017) en el área de producción de velas tradicionales se tiene costos adicionales por pago de horas extras de alrededor de \$21,214.86 anuales, horas extras destinadas al cumplimiento de órdenes por falta de inventario de productos necesarios, generando incertidumbre en el tiempo de entrega de los pedidos.

Además, se tiene pérdida en promedio del 8% de la capacidad instalada de cada máquina del área productiva, por errores en el proceso; existe una mala planificación de la producción debido a que su método no está basado en información real como: históricos de ventas de la empresa, lo cual impide que se lo lleve de una manera eficiente.

Existen actividades dentro del proceso productivo que se llevan de forma ineficiente lo que ocasiona que la carga de trabajo este mal distribuida, no existe una estandarización de las tareas que realizan los operarios.

Al no llevar a cabo los procesos productivos en base a estándares no se respetan los tiempos disponibles para la realización de las distintas actividades lo que ocasiona la extensión de jornadas productivas y debido a esto el costo de producción se incrementa.

### **1.8. Alcance**

El trabajo de titulación se realizará en la empresa PAMOSA S.A ubicada en Quito-Ecuador, en el área de fabricación de velas, en la línea de velas convencionales, que trabaja seis días de la semana en un turno de ocho horas al día; posee veinte máquinas que realizan el proceso. Este trabajo se va a enfocar únicamente en la línea productiva de velas convencionales, debido a que es la línea con mayor cantidad de unidades producidas, es la línea de velas que tiene mayor solicitud de órdenes y la que crea mayor rentabilidad en la empresa, por lo que su impacto es mayor. El estudio va a estar centrado en el producto estrella de la fábrica en base a unidades vendidas e ingresos generados. El proceso de fabricación de velas comienza desde la fusión de la parafina importada, se coloca la mecha dentro de la máquina, continúa vertiendo la parafina líquida dentro de los moldes de estaño de las máquinas, para posteriormente dejar que la parafina se enfríe y tome forma, finalmente termina con la recolección del producto de los moldes y pasa al proceso de empaquetado.

### **1.9. Justificación**

En la línea de vela tradicional el proceso que mayor valor agregado tiene es la fabricación de las velas, a diferencia de la línea de velas decorativas, en las que su proceso con mayor valor agregado es la decoración y más no en la fabricación. Es evidente que, en la línea de velas tradicionales, el proceso de elaboración es el más importante de su cadena, puesto que, al no estar estandarizado, acarrea problemas para la empresa como: incertidumbre de cumplimiento de órdenes, pérdida de la capacidad de la planta y extensión de horarios.

Al tener un proceso en el cual se maneja varias máquinas y existe una considerable rotación del personal por las constantes ausencias en el área, hace que este proceso se lleve a cabo de diferente forma en cada máquina y turno, como resultado de esto, no cumple con el objetivo de satisfacción al

cliente y genera mucha variabilidad entre productos, lo cual conlleva complicaciones como: reproceso, demora en la entrega de pedidos, desperdicios de materiales, mala planificación de producción, mala distribución de personal y costos altos por horas extras de trabajo. El proceso de producción es una parte esencial de la cadena, es por ello, que su funcionamiento tiene un impacto en la calidad del producto final.

La estandarización asegura que todos los productos tengan la misma calidad, haciendo uso de la misma cantidad de insumos, teniendo control de los costos importantes, todos estos beneficios aumentan la rentabilidad para la empresa, beneficios que no son solo visibles para la organización sino para sus clientes, debido a que, al asegurar igualdad y calidad en los productos finales, se cumple el objetivo de enfoque al cliente que la empresa maneja.

## **1.10. Objetivos**

### **1.10.1. Objetivo General**

- Estandarizar el proceso productivo de la línea de velas convencionales de la empresa PAMOSA S.A., matriz Quito, bajo la metodología de trabajo estandarizado para incrementar la productividad de la empresa.

### **1.10.2. Objetivos Específicos**

- Levantar información sobre el proceso de fabricación de velas convencionales.
- Determinar el estado actual de la empresa.
- Simular la situación actual y la propuesta de mejora del proceso.
- Analizar y proponer soluciones a las oportunidades de mejora.
- Comparar resultados de la propuesta mediante un análisis económico el cual demuestre el impacto económico del estudio.

## 2. Capítulo II. Marco Teórico

### 2.1. Productividad

Es la relación de los distintos factores que intervienen dentro de los procesos productivos, tales como: colaboradores, equipos, herramientas, maquinaria e insumos y los productos o servicios que se generan de ellos. En la productividad se mide también la eficiencia con la que se están empleando los recursos, en los que también se incluye el capital invertido y la mano de obra (Franklin Fincowsky, 2014).

La productividad puede reflejarse en distintos aspectos y el objetivo de las empresas e industrias es elevar dicha productividad y mejorarla continuamente, esto se refiere al aumento de la cantidad de producción por hora de trabajo invertido. El uso de métodos de estudio de tiempos estándares y el diseño de trabajo son herramientas fundamentales que se utilizan para generar una mejora de la productividad (Niebel & Freivalds, 2014).

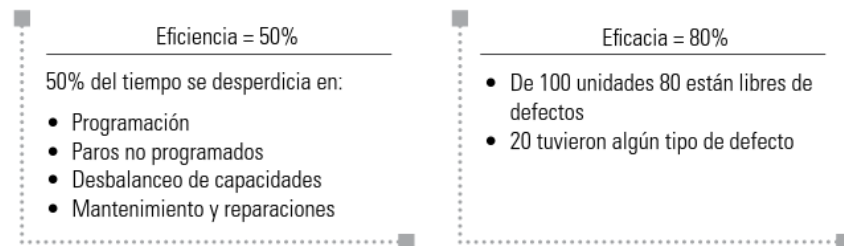
Dentro del término productividad podemos resaltar dos componentes que son muy importantes: eficiencia y eficacia. La primera se basa en la relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados, por otro lado, la eficacia mide el grado en el que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados en base a dichas actividades. Es por ello que en la productividad lo que se busca es optimizar los recursos y disminuir en lo posible los desperdicios que existen de recursos, ya que muchas veces no se pueden eliminar por completo, pero el disminuir dicho desperdicio, de igual manera, es beneficioso para las empresas. Entonces la productividad es la eficiencia por la eficacia (Gutiérrez Pulido, 2010).

**Productividad:** mejoramiento continuo del sistema

Más que producir rápido, se trata de producir mejor

Productividad = Eficiencia × eficacia

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$



*Figura 5.* Gráfico de productividad

Tomado de: (Gutiérrez Pulido, 2010).

En sí, la productividad no busca que la producción sea más rápida, sino que dicha producción sea mejor, disminuir los defectos que existen en los productos, capacitar a la gente, eliminar o disminuir todos aquellos tiempos que no son productivos o no generan un valor agregado, eso es lo que en verdad se busca dentro de la optimización de la productividad (Gutiérrez Pulido, 2010).

## 2.2. Gestión por procesos

Es una forma de organización, en la que el enfoque principal es la visión del cliente sobre las actividades de la organización. Los procesos ya definidos son gestionados de una forma estructurada. Aporta una visión y usa varias herramientas con las que se puede mejorar, rediseñar el flujo de trabajo y de esta forma lograr que dicho flujo se lleve de una forma más eficiente y siempre esté enfocado en las necesidades de los clientes (Isotools, 2018).

La gestión por procesos comenzó a tomar fuerza a partir de la reingeniería y culminó con los principios propuestos en la serie de normas ISO 9000, donde se concentra en un enfoque por procesos, el cual es un camino muy poderoso

para organizar y gestionar las actividades que crean valor a la empresa, sin descuidarles de las necesidades del cliente (Isotools, 2018).

Los procesos están estructurados en los clientes, las estructuras organizativas dejan de ser jerárquicas para dar paso a estructuras planas (Isotools, 2018).

### **2.2.1. Proceso**

Un proceso puede ser definido como el conjunto de actividades que están enlazadas entre sí, las cuales partiendo desde una o más entradas las transforma para posteriormente generar salidas, que en este caso son los resultados de dicha transformación.

Las salidas que se generan son destinadas a un cliente o un grupo de clientes que tienen la necesidad de dichas salidas, para que el proceso se dé correctamente se utilizan insumos, herramientas y otros que ayudan a generar un valor agregado para el cliente.

La norma ISO 9000 define un proceso como el conjunto de actividades que están relacionadas o que interactúan, que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto., este se conoce como salida, que puede ser tanto un servicio como un producto, dependiendo del contexto de la empresa.

Al tener relación los procesos y salidas de ciertos procedimientos, pueden convertirse al mismo tiempo en entradas para los siguientes procesos.

### **2.2.2. Mapa de procesos**

Es un diagrama de valor, representa gráficamente los procesos presentes dentro de una organización. Estos procesos se clasifican según el tipo de actividad y son los siguientes: procesos gobernantes, fundamentales y de soporte.

### **2.2.2.1. Procesos Estratégicos**

Están establecidos por la alta dirección y definen como opera la organización, proporcionan directrices y gestionan el actuar del resto de los procesos. Establecen objetivos y estrategias dentro de la empresa.

### **2.2.2.2. Procesos Claves**

Están ligados directamente a los servicios o productos que la empresa ofrece, están orientados al cliente y a sus requisitos. Constituyen la secuencia de valor agregado del producto o servicio.

### **2.2.2.3. Procesos de Soporte**

Como su nombre lo indica son procesos que apoyan a los procesos claves y gobernantes, este tipo de procesos permite que la planificación y el desarrollo de los demás procesos. En muchos casos son determinantes para que se puedan conseguir los objetivos.

### **2.2.3. Diagramación de procesos**

Los procesos se deben diagramar, para tener una visión sobre los mismos de mejor forma, una vez que estos son definidos dentro de las empresas son representados gráficamente, el diagramar es presentar hechos, situaciones, movimientos, relaciones por medio de símbolos que clarifican la interrelación entre los mismos; ayuda a las organizaciones al permitirles dar seguimiento a sus operaciones mediante diagramas de flujos, mediante los que se pueden descomponer en partes los procesos que se vuelven más complejos, adicionalmente contribuye a una mejor comprensión, fortalece la dinámica organizacional y simplifica el trabajo (Franklin Fincowsky, 2014).

#### 2.2.4. Símbolos usados en los diagramas de flujo

Al diagramar un flujo de procesos, lo que se busca, es facilitar su entendimiento, el elaborar un flujo con un lenguaje grafico incoherente o que trasmite información que no permite el claro entendimiento del procedimiento impide comprenderlo y estudiarlo. Es por ello que se crea una necesidad de contar con un lenguaje claro que cuente con símbolos ya definidos, que tengan precisión y tengan un uso en específico (Franklin Fincowsky, 2014).





Existen varios símbolos para la diagramación de procesos:

- ASME (*American society of mechanical engineers*)
- ANSI (*American national standard institute*)
- ISO (*International organization for standardization*)
- DIN (Instituto alemán de normalización)
- BPMN (*Business process model and notation*)

Son instituciones que cuales cuentan con simbologías certificadas y conocidas, sin embargo, existen también otras simbologías para diagramar pero que no tienen una certificación como para ser empleadas en las organizaciones.

La técnica de diagramar facilita la lectura del formato que se está ocupando, además permite al personal y todos los colaboradores dentro de la empresa identificar y realizar correctamente sus actividades.



Símbolo	Nombre	Representa
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección	Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
	Desplazamiento o transporte	Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	Espera	Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	Almacenamiento	Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un

*Figura 6.* Simbología ASME

Adaptado de: (Franklin Fincowsky, 2014).

### 2.2.5. Modelamiento de procesos con el estándar BPMN

Es una forma estándar y gráfica de modelar procesos de negocios, lo que busca esta notación de moldeado es proporcionar una notación estándar que sea comprensible para todas las partes interesadas de la empresa. Maneja una notación simple para los flujos, facilita trasladar los modelos de nivel de negocio hacia modelos flexible y ajustables de BPM (Bayard, 2017).

Maneja varios objetos que pueden ser de: flujo, conexión, canales y artefactos.










Símbolo	Nombre	Descripción
	Eventos	Representa algo que ocurre o que puede ocurrir durante el curso de un proceso.
	Evento de fin	Indica en donde un proceso terminará.
	Tarea	Representa el trabajo realizado dentro de una organización.
	Compuertas	Elementos para controlar los puntos de divergencia y convergencia del flujo.
	Flujo de secuencia	Control de flujo y la secuencia de las actividades.
	Asociaciones	Asocia información adicional sobre el proceso.
	Pool	Representa un participante en el proceso.
	Lane	Es una sub partición dentro de un pool.
	Fase	Segmento de un proceso.

Figura 7. Simbología BPMN

Adaptado de: (Bayard, 2017).

### 2.3. Ingeniería en Métodos

La ingeniería de métodos o también llamado estudio de métodos es una técnica que se basa en el registro y examen de metodologías existentes dentro de un procedimiento que sirven para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo del estudio de métodos es analizar las técnicas actuales para mejorarlas después de analizarlas, hacerlas más sencillas y eficientes, para aumentar la productividad de los procesos o sistemas productivos que se encuentran dentro de las distintas empresas (Ingeniería Industrial, 2016c).

El estudio de tiempos consta de ciertas etapas que se deben llevar a cabo para poder cumplir con el objetivo de reducir el contenido del trabajo que se está

realizando en una tarea específica u operación, por otro lado, la ingeniería en métodos también está directamente relacionada con la búsqueda y estudio de tiempos que improproductivos en el modo actual (Ingeniería Industrial, 2016c).

Dentro de las etapas que se realizan en un estudio de métodos tenemos:

- Seleccionar
- Registrar
- Examinar
- Idear
- Definir
- Implantar
- Mantener

### **Seleccionar**

En esta primera etapa lo que se realiza, como su nombre lo indica, es seleccionar o escoger el trabajo en el cual se realizará el estudio. Es importante tener claro su alcance y saber qué va a contemplar dicho dentro del proceso.

### **Registrar**

Es importante levantar y registrar toda la información referente al método actual; entre más se pueda recopilar información será mejor, sin embargo, hay que tener cuidado con los datos que se registran, puesto que muchas veces pueden estar sesgados. Se debe seleccionar bien la fuente de dónde se obtienen.

### **Examinar**

Una vez que se recolectó toda la información posible sobre el método actual que se está estudiando, hay que analizarla.

**Idear**

Una vez que se tiene claro cómo está el funcionamiento del método actual es el momento de comenzar a estructurar mejoras en los métodos, buscar las posibles modificaciones que se van a realizar para optimizarlo y hacer que aumente su eficiencia.

**Definir**

Está claro que cuando se realiza un estudio de métodos el objetivo es optimizar y proponer un método nuevo; en esta etapa, después de haber analizado las mejoras se define el nuevo método y si es posible, se compara con el actual, para que se pueda distinguir lo que se está propone como mejora.

**Implantar**

Si el nuevo método propuesto es aprobado, es momento de implantarlo; es aquí donde las mejoras son ejecutadas dentro de la organización.

**Mantener**

Cuando se implanta un método nuevo, es importante adaptarse al mismo, poder desarrollar y llevar a cabo sus mejoras. Siempre hay que inspeccionar el funcionamiento de las nuevas metodologías implantadas para verificarlas.

El estudio de métodos tiene como objetivo principal aumentar la productividad y reducir costos dentro de la empresa, sin embargo, también tiene otro tipo de objetivos que son:

- Minimizar lo máximo posible los tiempos requeridos para la ejecución de las actividades y tareas.

- Minimizar los costos directos e indirectos relacionados con los materiales utilizados en los trabajos productivos.
- Asegurar la disponibilidad y calidad en los productos que se están elaborando.
- Maximizar la seguridad en los empleados (Ingeniería Industrial, 2016c).

## **2.4. Estudios de tiempos**

### **2.4.1. Toma de mediciones con cronometro**

Es una técnica actual que se ocupa en las distintas organizaciones para la toma y registro de los tiempos de las actividades presentes dentro de los procesos, se realiza varias muestras con el objetivo de obtener varios ciclos de trabajo. La información levantada es registrada y tabulada en formatos de forma ordenada según el tipo de actividad y el número de muestra, estos formatos además de contar con la medición de los tiempos poseen una descripción de los elementos del estudio de tiempo como: el operario a cargo del proceso que se está estudiando, área de trabajo que se está estudiando entre otras (Niebel & Freivalds, 2014).

Existen diferentes tipos de cronómetros y por esta razón es importante definir cual se debe ocupar, en la actualidad se ocupan cronómetros digitales ya que estos permiten tener mayor precisión al momento de obtener las mediciones, a diferencia de cronómetros mecánicos que tienen un sistema de medición más limitado, mientras más precisos sean los tiempos es mejor para el estudio. En este estudio se selecciona un cronometro digital por el nivel de confianza que este brinda en cuanto a la medición de los tiempos.

### **2.4.2. Número de ciclos en el estudio**

Para la determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar se hace uso de la guía aproximada para el numero de ciclos que se deben observar desarrollada por la empresa *general electric*, esta tabla nos indica un numero

recomendado de ciclos según el tiempo de ciclo que tiene la actividad. A continuación, se presenta la tabla de los ciclos a observar:

Tiempo del ciclo (min)	Observaciones a realizar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

*Figura 8.* Número recomendado de ciclos según General Electric Company  
Adaptada de: (Niebel & Freivalds, 2014).

### 2.4.3. Tiempo Normal

Para el cálculo del tiempo normal, es necesario tener muestras, también llamadas observaciones de la actividad o procesos que se quiere estudiar; en base a dichas observaciones se obtiene un promedio del tiempo observado.

Para poder calcular el tiempo normal o básico se debe considerar lo siguiente:

- Tiempo medio del ciclo
- Desviación estándar
- Límite superior e inferior
- Promedio válido
- Valoración del trabajo

#### 2.4.3.1. Tiempo medio del ciclo

Es un promedio de los tiempos que se tomaron y registraron, una vez que se tienen las observaciones necesarias de cada actividad se procede a calcular el tiempo medio del ciclo con la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo medio del ciclo} = \frac{\sum \text{de todos los tiempos de ciclo registrados}}{\text{Número total de ciclos observados}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

### 2.4.3.2. Desviación Estándar

Es necesario el cálculo de la desviación estándar de todos los ciclos registrados, la desviación estándar junto con los límites superior e inferior sirven para posteriormente calcular un promedio válido el cual es necesario para la determinación del tiempo normal.

$$\text{Desviación Estándar} \rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

$x$  = Valor del dato

$\bar{x}$  = media aritmética

$n$  = cantidad total de datos

$\Sigma$  = sumatoria

### 2.4.3.3. Límite superior e inferior

El cálculo de los límites superiores e inferiores es importante ya que con este rango se va a excluir aquellas observaciones que estén sobre los mismos. De esta forma se puede calcular un promedio válido. Para calcular los límites se hace uso del tiempo medio de ciclo y desviación estándar que se calculó anteriormente.

$$\text{Límite Superior} \rightarrow \text{LS} = \bar{X} + \sigma \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$\text{Límite Inferior} \rightarrow \text{LI} = \bar{X} - \sigma \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

$\sigma$  = desviación estándar

$\bar{x}$  = media aritmética

#### 2.4.3.4. Promedio valido

Con el cálculo de los límites se obtienen los rangos en los que los ciclos observados deben estar, aquellos ciclos los cuales están sobre o por debajo de los límites son valores los cuales no se deben tomar en cuenta y se los excluye, una vez que se realiza esto se calcula el promedio con los ciclos observados cuyos valores se encuentran dentro de los límites.

$$\text{Promedio Valido} = \frac{\sum \text{de ciclos observados dentro de los límites}}{\text{Número total de ciclos observados dentro de los límites}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

#### 2.4.3.5. Valoración del trabajo

Hay un método de calificación de valoración, que aparte de ser uno de los más antiguos, también es uno de los más utilizados; fue desarrollado por la *Westinghouse Electric Corporation*, entre los factores que se valoran están: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. En la figura 7 se puede apreciar la valoración de cada una en base a diferentes escalas.

Crterios	Habilidad		Esfuerzo	
A1	+0.15	Extrema	+0.13	Excesivo
A2	+0.13		+0.12	
B1	+0.11	Excelente	+0.10	Excelente
B2	+0.08		+0.08	
C1	+0.06	Buena	+0.05	Bueno
C2	+0.03		+0.02	
D	0.00	Regular	0.00	Regular
E1	-0.05	Aceptable	-0.04	Aceptable
E2	-0.10		-0.08	
F1	-0.15	Deficiente	-0.12	Deficiente
F2	-0.22		-0.17	

Figura 9. Valoración según corporación Westinghouse  
Adaptado de: (García, 2010).



Para el cálculo de la valoración del trabajo se ocupa la siguiente formula:

$$VT = 1 + VH + VE \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

$VT$ = Valoración total

$VH$ = Valoración de habilidad

$VE$ = Valoración de esfuerzo

#### **2.4.3.6. Calculo del tiempo normal**

Una vez definida la valoración de la actividad se puede calcular el tiempo normal.

$$T. \text{ Normal} = \text{Tiempo promedio valido} * \text{total de valoraciones} \quad (\text{Ecuación 7})$$

#### **2.4.4. Coeficiente de descuento OIT**

La organización internacional del trabajo se encarga de asuntos relativos al trabajo y las condiciones laborales, este organismo ha establecido una tabla con criterios que tienen que ser consideradas antes de establecer y calcular un tiempo estándar para las actividades laborales, esta tabla tiene un enfoque de tipo ergonómico.

Debido a la extensión de la tabla de coeficientes de descuento de la OIT se la presenta en la sección de anexos (anexo 1).

#### **2.4.5. Tiempo Estándar**

Este tiempo es aquel que se destina para efectuar una actividad del proceso; en el mismo se toma como base el tiempo normal, que ya se debe tener calculado anteriormente y se le añaden todos los suplementos necesarios, los cuales son varios: personales, por fatiga y especiales.

Es el tiempo requerido para elaborar una unidad de trabajo. Es necesario determinar la frecuencia por unidad de cada proceso.

$$T. \text{ Est\acute{a}ndar} = TN * CD * F \quad (\text{Ecuaci\acute{o}n 8})$$

Donde:

$TN$ = Tiempo normal

$CD$ = Coeficiente de descuento

$F$ = Frecuencia por unidad

## **2.5. Trabajo Estandarizado**

Los est\acute{a}ndares de trabajo son la cantidad de tiempo que se requiere para ejecutar o llevar a cabo una actividad productiva que forma parte de un trabajo; van a depender mucho de las industrias y de cada empresa, pues no en todas existen las mismas condiciones y no est\acute{a}n bajo los mismos par\acute{a}metros, sin embargo, en algunos casos se puede tener datos de referencia. Hay varios tiempos que son elementos de los est\acute{a}ndares de trabajo, pues en base a estos se puede determinar un est\acute{a}ndar y un tiempo de ciclo del trabajo establecido. Los tiempos tambi\acute{e}n dependen de diferentes suplementos que van a influir en los mismos, como suplementos de descanso o contingencias, en la figura 5 presentada a continuaci\acute{o}n, se puede observar c\acute{o}mo est\acute{a}n compuestos los distintos tiempos:

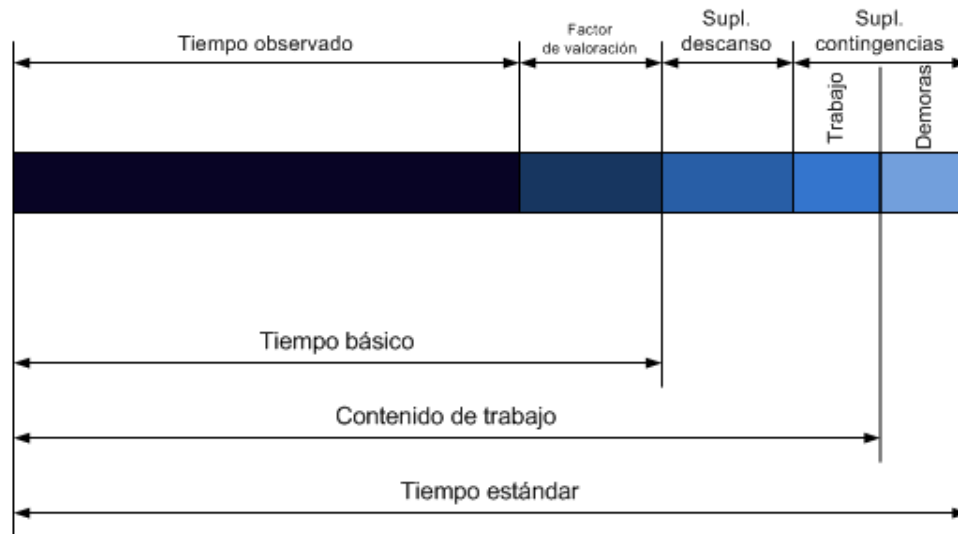


Figura 10. Estudio de tiempos y suplementos

Tomado de: (Ingeniería Industrial, 2016d).

### 2.5.1. Tiempo Takt

Takt es un término que proviene del alemán, significa ritmo; entonces el tiempo takt, como su nombre lo indica, es el ritmo en el cual un producto debe ser elaborado para poder satisfacer la demanda del cliente. Es importante que todas las industrias conozcan el tiempo takt que se maneja en su planta; muchas veces los procesos están por encima o por debajo del mismo, el problema se genera cuando están por encima de él, ya que esto indica que se necesitará de mayor tiempo para poder satisfacer la demanda del cliente, cuando ocurre esto dentro de las empresas, se recurre a trabajos en horas extras o al aumento de turnos de producción (Mtm ingenieros, 2017).

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

### 2.5.2. Cuello de botella

En términos productivos, se denomina cuello de botella a aquellos procesos o incluso actividades que disminuyen el proceso de producción dentro de la empresa, es decir, que no permiten el flujo continuo de producción, creando

tiempo de esperas y reduciendo la productividad de la empresa. Los procesos que se consideran cuellos de botella son aquellos en que su tiempo de operación es mayor al tiempo takt que la empresa maneja (Valer, 2016).

Cuello de botella = Proceso con mayor tiempo de operación (Ecuación 10)

## 2.6. Balanceo de líneas

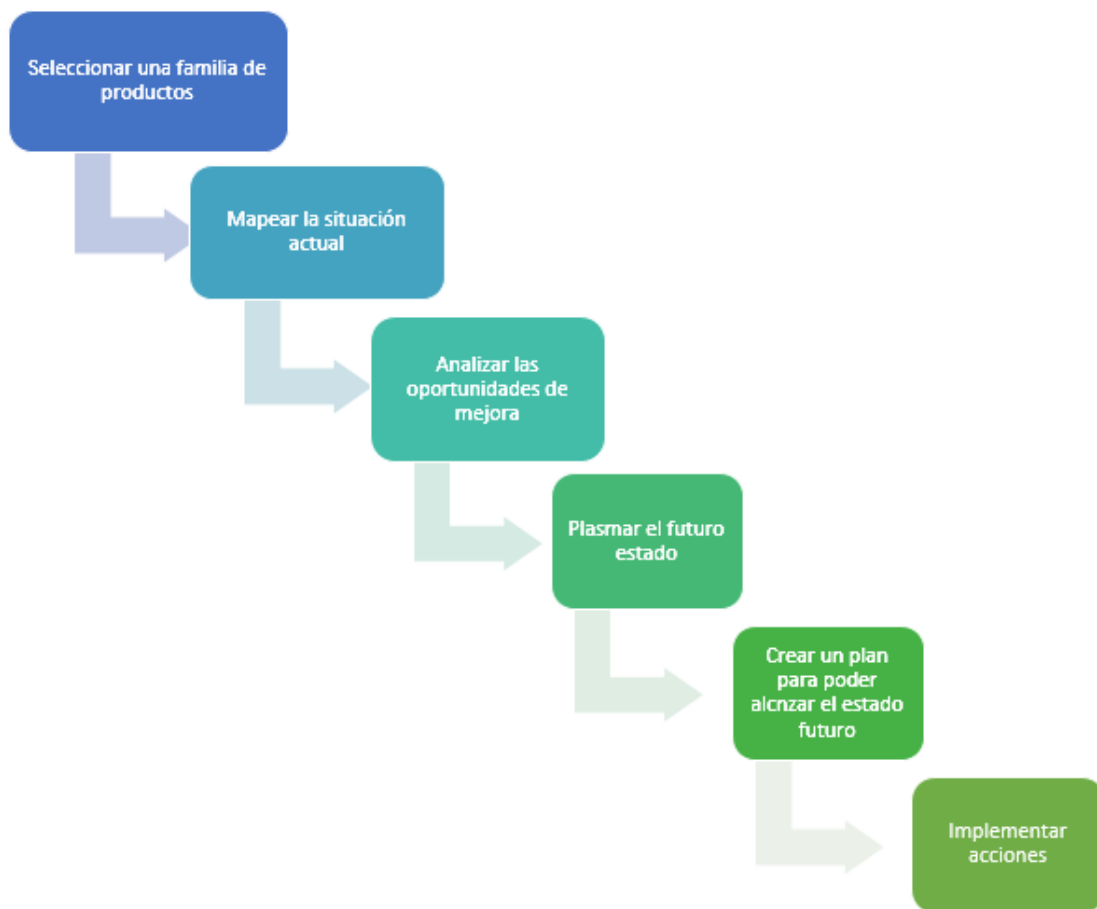
Es una metodología que busca igualar los tiempos de trabajo de las estaciones, muchas veces se ocupa para eliminar los cuellos de botella; para poder realizar un balanceo de líneas se debe tener un control de datos muy preciso, porque de esta forma el balanceo se puede hacer de forma correcta (Ingeniería Industrial, 2016a).

$$\% \text{ de balance} = \frac{\text{Minuto total del operario}}{\text{Total de minutos por línea}} \times 100 \quad (\text{Ecuación 11})$$

## 2.7. Mapa del flujo de valor

El VSM, por sus siglas en inglés *Value Stream Mapping*, es una técnica o herramienta gráfica que permite visualizar cómo se está llevando a cabo un proceso dentro de una empresa, además permite detallar y entender completamente los diferentes flujos dentro del procedimiento: flujo de información y materiales, flujos necesarios para que el producto o servicio llegue al cliente. La diagramación del proceso permite identificar actividades que no generan valor al mismo y en base a un estudio, de ser posible, eliminar dichas actividades para mejorarlo. Es una técnica muy utilizada para planes de mejora en que se detallan los puntos del enfoque de las posibles mejoras (Leansolutions, 2017).

Para la realización de un mapa del flujo de valor se deben seguir una serie de pasos que no son obligatorios necesariamente, pero que ayudan bastante a la realización efectiva del mapa.



*Figura 11.* Pasos para la realización de un mapa del flujo de valor  
Adaptado de: (Leansolutions, 2017).

Dentro del diagrama del mapa del flujo de valor se debe detallar la información que se tenga sobre el proceso; al ser el mapa de un procedimiento en específico, no se tendrá o solicitará de forma estricta la misma información en todos los casos, pero se debe presentar la que se tenga. Existen símbolos ya establecidos para realizar un mapa del flujo de valor, los cuales tienen un uso determinado y deben ser utilizados para representar la información del mapa. En la figura 12 se pueden apreciar algunos de los símbolos ocupados para realizar un VSM, si bien existen muchos símbolos más, los que se presentan a continuación son los más utilizados y básicos.



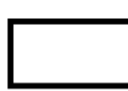
	Fuentes Externas		Operador		Flujo de información electrónico
	Envío por camión		Inventario		Flujo de información manual
	Proceso de manufactura		Flecha de empuje		Relámpago de kaizen
	Casilla de datos		Productos terminados al cliente		Información

Figura 12. Simbología para un mapa del flujo de valor

En el mapa se encuentra información como inventarios entre procesos, tiempos de ciclo, tiempo de preparación, flujo de información entre clientes y proveedores, entre otros. En la figura 13 podemos apreciar un ejemplo de cómo se debe levantar un mapa del flujo de valor.

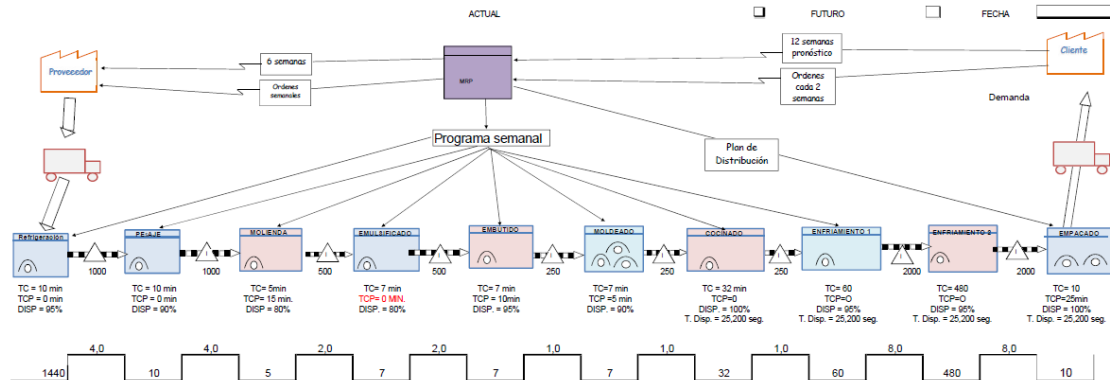


Figura 13. Ejemplo de mapa del flujo de valor

## 2.8. Hojas JES y SOS

### 2.8.1. Hojas de trabajo estandarizado (SOS)

Las hojas de trabajo estandarizado sirven para poder describir y definir una secuencia de todas las actividades que se deben realizar por parte del operador en sus procesos productivos o puesto de trabajo. Dentro de estas

hojas se deben representar de forma visual elementos importantes como: tiempo de operación en cada actividad, recorridos realizados por el operario. Ayuda a que los operarios entiendan cómo debe ser realizado el proceso, cómo se debe llevar a cabo cada una de las actividades y evitar que cada operario realice las actividades de distintas maneras.

### **2.8.2. Hojas de elementos de trabajo (JES)**

Las hojas de elementos de trabajo son documentos que sirven como apoyo a las personas que se encuentran dentro de su puesto de trabajo para verificar la información detallada sobre la operación que deben realizar, de esta forma lo que se busca es que las operaciones sean ejecutadas de una manera correcta. Existen casos en los que nuevos colaboradores ingresan a las actividades productivas y estas hojas sirven de apoyo para que se familiaricen con el nuevo puesto de trabajo al que fueron asignado.

### **2.9. Árbol de definición de problema**

Es una técnica que ayuda a desarrollar una cantidad de ideas que sirven para identificar y definir un problema. Lo que se busca es organizar la información recolectada, para generar un modelo de relaciones causales que explican el porqué de este inconveniente (Martínez & Andrés, 2010).

Facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias que puede tener el problema. Esta técnica nos ayuda a comprender cómo esta dificultad fue definida y cómo se obtuvieron sus posibles causas; ayuda a que dicha definición esté sustentada en datos reales, siguiendo un pensamiento lógico y que el problema esté alineado a los objetivos estratégicos de la empresa (Martínez & Andrés, 2010).

Se ocupa cinco preguntas en esta herramienta para desarrollar la definición del problema, estas son:

- ¿Qué es un problema?
- ¿Por qué es un problema?
- ¿Dónde se presenta el problema?
- ¿Cuándo se presenta el problema?
- ¿Cómo se presente el problema?

Todas estas preguntas nos ayudan a visualizar algunos aspectos en los que el problema está inmerso y que influyen para que se convierta en una preocupación para la organización.

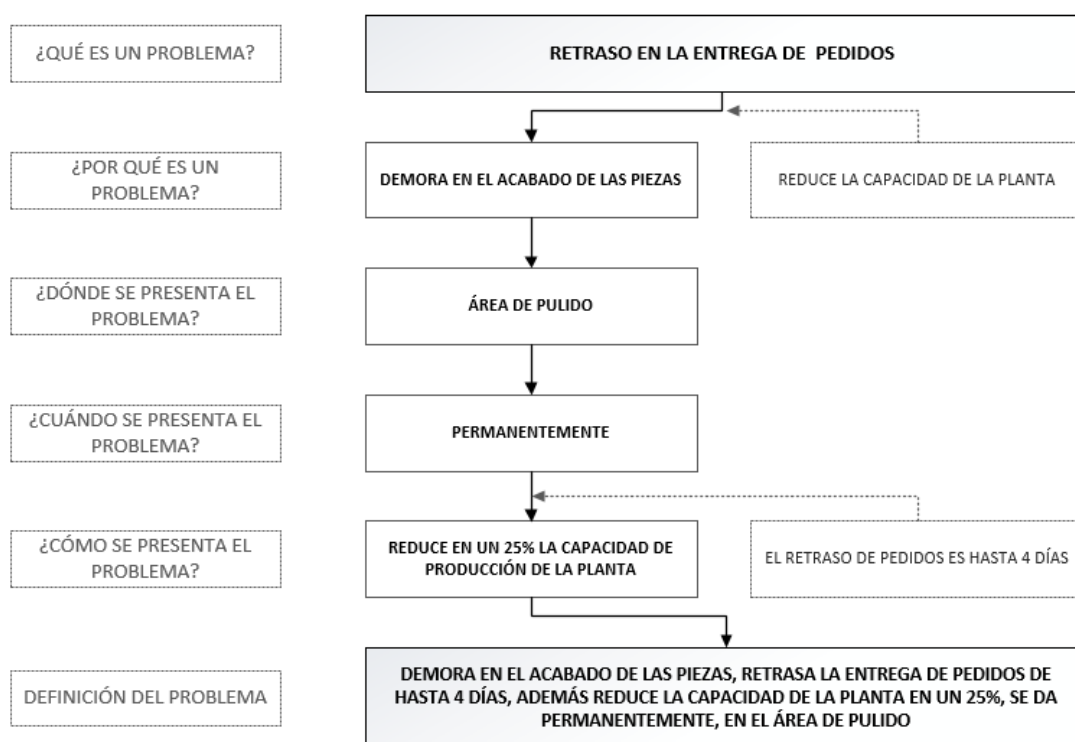


Figura 14. Ejemplo de Diagrama de árbol de problema

## 2.10. Diagrama de Pareto

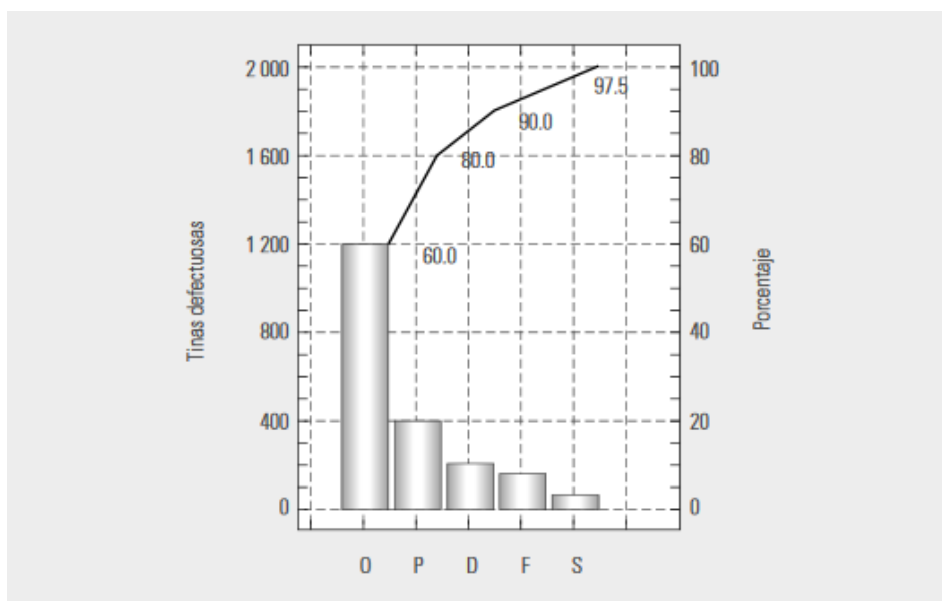
Técnica desarrollada por el economista Vilfredo Pareto, en este análisis se identifican los artículos de interés y son medidos con una misma escala, para ser ordenados de forma descendente, como una distribución acumulativa. En la mayoría de casos el 20% de los artículos evaluados representan 80% o más de



la actividad total, es por ello que esta técnica también es conocida como la regla del 80-20 (Niebel & Freivalds, 2014).

El desarrollo de un diagrama de Pareto ayuda a localizar el o los problemas vitales, así como las causas más importantes. El objetivo es poder escoger un proyecto que alcance la mejora con mayor impacto y con el menor esfuerzo posible; además, el diagrama ayuda en otros aspectos como la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal (Gutiérrez Pulido, 2010).

El diagrama de Pareto es aplicable a todo tipo de problema, por su utilidad es extensa, puede utilizarse para problemas como: eficiencia, ahorro de insumos, calidad, entre otros (Gutiérrez Pulido, 2010).



*Figura 15.* Ejemplo de diagrama de Pareto

Tomado de: (Gutiérrez Pulido, 2010).

## 2.11. Diagrama Ishikawa

Es también conocido como el diagrama de pescado o diagrama de causa-efecto, fue desarrollado por Ishikawa a principios de los años cincuenta

mientras trabajaba en un proyecto de control de la calidad para *Kawasaki Steel Company*. Este método consiste básicamente en definir la ocurrencia de una situación o evento que no es deseable ni esperado, a esto se lo define como el efecto, siendo la cabeza del pescado, posteriormente se identifican los factores que contribuyen a la consolidación de este evento no deseado,; en este caso los factores vienen a ser las causas, formando las espinas del pescado (Niebel & Freivalds, 2014).

Las causas que se van desarrollando en este diagrama por lo general se clasifican en cinco o seis categorías principales, también conocidas como las 6 M: medio ambiente, mano de obra, materiales, materia prima, método y maquinaria. En algunos casos estas subdivisiones son nombradas de distintas formas, sin embargo, su enfoque sigue siendo el mismo y existen casos en los cuales las causas al efecto encontrado no van a necesitar ser subdivididas en cada una de estas, ya que no aplicarán (Niebel & Freivalds, 2014).

Un diagrama de espina de pescado bien realizado tendrá varios niveles de espinas, proporcionará un buen panorama del problema y de cuáles son aquellos factores que están contribuyendo a que dicho problema se esté desarrollando. Existen casos en los que el diagrama tienda a identificar posibles soluciones a las causas encontradas (Niebel & Freivalds, 2014).

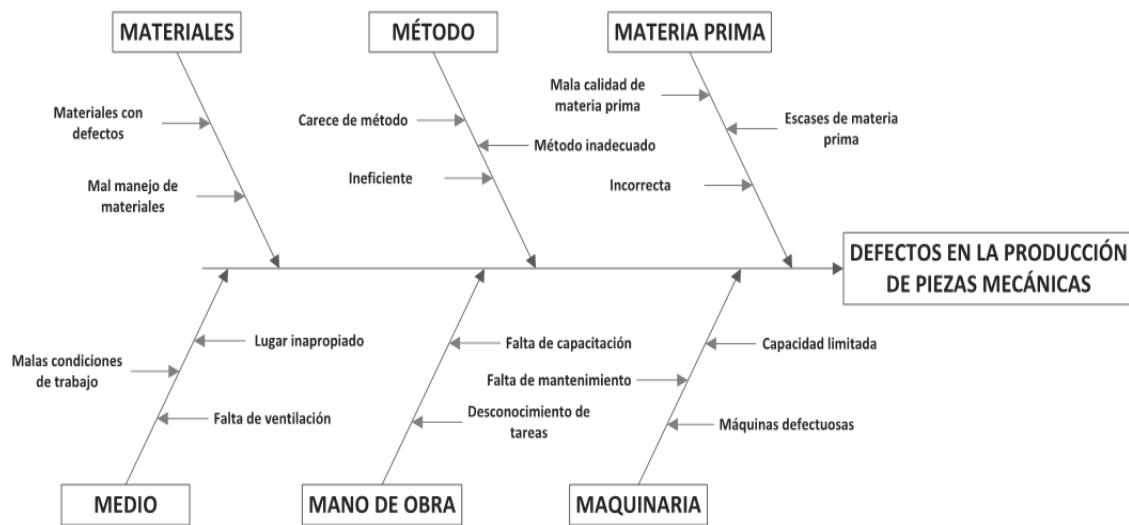


Figura 16. Ejemplo de diagrama de Ishikawa

## 2.12. Cálculo de eficiencia general de los equipos OEE

El OEE, por sus siglas en inglés, más que una herramienta es un indicador que nos proporciona una visión sobre las pérdidas que se generan a lo largo del proceso de fabricación. Nos indica con qué valor de efectividad están siendo utilizadas las máquinas que están trabajando, en comparación con una máquina ideal, la que estaría trabajando a un 100% (Leansis, 2017).

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \quad (\text{Ecuación 12})$$

El cálculo de la OEE nos permite identificar aquellas pérdidas que se dan en el desarrollo productivo de los procesos, en base a tres criterios que están en su fórmula: Disponibilidad, rendimiento y calidad.

- **Disponibilidad:** Cuánto tiempo ha funcionado la máquina en relación a lo que en teoría debería haber funcionado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible}} \quad (\text{Ecuación 13})$$

- **Rendimiento:** Durante el tiempo de funcionamiento, cuánto ha fabricado respecto a lo que en teoría se espera que fabrique.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción prevista}} \quad (\text{Ecuación 14})$$

- **Calidad:** De la producción total obtenida, qué valor de dicha producción se ha fabricado correctamente a la primera.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas buenas}}{\text{Producción real}} \quad (\text{Ecuación 15})$$

### 2.13. Variabilidad

La variabilidad se puede entender como cambios inevitables que modifican el funcionamiento normal de un proceso, estos cambios pueden ser pequeños o imperceptibles pero que afectan en el funcionamiento correcto. Hay gráficas de control donde se pueden ver las variaciones de un procedimiento, en base a un criterio y cómo se da esta variación, conforme al tiempo u otro aspecto a analizar.

Para determinar la variabilidad de los procesos se realizan gráficas de control donde se exponen las muestras de los tiempos obtenidos y se calculan los límites de control que son: límite superior y límite inferior, en base a la media de las muestras y su desviación estándar.

### 2.14. Capacidad del proceso

La capacidad es el grado de aptitud que tienen los mismos para poder cumplir con las especificaciones técnicas deseadas. Para poder considerar que un producto cumple con los requisitos del cliente y es de calidad, las mediciones de sus características deben ser iguales a un valor ideal (Ingeniería Industrial, 2016b).

La medida de la capacidad potencial que tiene el proceso para cumplir con las especificaciones de calidad nos da el índice de capacidad del proceso  $C_p$ .

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Valor del $C_p$ .	Clase de proceso	Decisión
$C_p > 2$	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
$1.33 \leq C_p \leq 2$	1	Más que adecuado
$1 \leq C_p < 1.33$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el $C_p$ se acerca a uno.
$0.67 \leq C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

*Figura 17.* Interpretación cualitativa del índice de  $C_p$

Tomado de: (Ingeniería Industrial, 2016b).

Aparte del índice  $C_p$  que como se sabe nos indica la capacidad del proceso, se calcula el índice  $C_{pk}$  el cual nos permite evaluar donde se localiza la media del proceso respecto a las sus especificaciones, es por ello que el índice  $C_{pk}$  se lo conoce como la capacidad real (Ingeniería Industrial, 2016b).

$$C_{pk} = \text{menor valor entre } C_{pu} \text{ y } C_{pl} \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$C_{pu} = \frac{LES - \mu}{3\sigma} \quad (\text{Ecuación 18})$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LEI}{3\sigma} \quad (\text{Ecuación 19})$$

### **3. Capítulo III. Situación Actual**

#### **3.1. Descripción del Problema**

Para la definición del problema, se utiliza la metodología del árbol de definición de problemas, técnica que ayuda a la organización de información y datos, para poder alinearlos de forma correcta en la definición real del problema; además, ayuda a la identificación de las causas y consecuencias (Martínez & Andrés, 2010).

##### **3.1.1. ¿Qué es un problema?**

Se identificó que la empresa no cuenta con una estandarización de procesos en la fabricación de vela tradicional en máquina. Si bien la empresa cuenta con el proceso y las actividades, esto no garantiza que se está llevando de manera eficiente.

La falta de estandarización provoca variabilidad en los procesos afectando el desarrollo de las actividades. Las actividades al no ser llevadas de forma eficiente generan que la capacidad del proceso y de la planta no sean aprovechadas en un porcentaje de eficiencia alto, no se maneja información real y actualizada al momento de planificar la producción.

Se generan muchos costos extras por la extensión de los horarios, generada por el incumplimiento de los tiempos de entrega en los pedidos al momento de producirlos.

##### **3.1.2. ¿Por qué es un problema?**

La variabilidad en el proceso es un problema debido a que las actividades se llevan a cabo de forma distinta por parte de los operarios, no se tienen bien definidas las actividades, generando reprocesos a lo largo de la producción de velas tradicionales. El hecho que cada operario realice el proceso de forma

distinta, genera una pérdida constante de la capacidad instalada de las máquinas, adicionalmente esto genera que exista mucha variabilidad en el proceso actual, ya que no se tiene definido estándares en los cuales los operarios puedan tener referencia.

Existe un mal uso de mano de obra, que sumado a los reprocesos origina horas extras de trabajo; adicionalmente existe una mala planificación de la producción, no se tiene inventario de productos necesarios para cumplir con las órdenes; sin embargo, si existen inventarios de productos que no son necesarios y se organiza producción de aquellos que no tienen pedidos.

Finalmente, la variabilidad en el proceso junto con la mala planificación de la producción crea incertidumbre en el tiempo entrega y cumplimiento de pedidos a clientes.

### **3.1.3. ¿Dónde se presenta el problema?**

Específicamente en el área de producción de velas tradicionales; se origina desde la planificación de producción, que en el caso de la empresa está incluido como parte del proceso productivo y se lleva a cabo de una forma visual, planificación que se hace sin base en un histórico de ventas o demanda. El hecho de llevar el proceso de esta manera, genera incertidumbre al no conocer qué producto es el que en realidad se necesita producir.

### **3.1.4. ¿Cuándo se presenta el problema?**

En el último año (2017), en el desarrollo del proceso productivo de vela tradicional.

### **3.1.5. ¿Cómo se presenta el problema?**

El impacto se presenta con costos adicionales por el pago de horas extras a los empleados de la empresa; costos presentados en la tabla 1, en la cual se tiene el detalle de número de horas extras trabajadas y el valor que generan.

Tabla 1. Costos en horas extras y suplementarias año 2017

REPORTE DE HORAS EXTRAS				
MESES	TOTAL HORAS 50%	TOTAL HORAS 100%	TOTAL DE HORAS EXTRAS/MES	TOTAL \$ HORAS EXTRAS
<b>Enero</b>	349,00	133,45	482,45	\$ 1.455,79
<b>Febrero</b>	231,75	81,45	313,20	\$ 960,64
<b>Marzo</b>	511,25	173,00	684,25	\$ 1.911,55
<b>Abril</b>	600,25	215,50	815,75	\$ 2.294,84
<b>Mayo</b>	498,25	263,80	762,05	\$ 2.223,16
<b>Junio</b>	312,70	197,40	510,10	\$ 1.545,24
<b>Julio</b>	363,25	252,25	615,50	\$ 1.836,91
<b>Agosto</b>	329,50	183,50	513,00	\$ 1.534,55
<b>Septiembre</b>	319,90	266,20	586,10	\$ 1.714,51
<b>Octubre</b>	458,50	228,00	686,50	\$ 1.956,50
<b>Noviembre</b>	499,00	256,00	755,00	\$ 2.179,57
<b>Diciembre</b>	273,50	246,70	520,20	\$ 1.601,60
<b>TOTAL</b>	4.746,85	2.497,25	7.244,10	\$ 21.214,86

En la tabla 1 se tiene valores de \$21.214,86 pagados anualmente únicamente por horas extras; las que en el año 2017 se trabajaron en un total de 7.244,10 horas. En promedio se trabajó 604 horas extras cada mes y se canceló \$2.000,00 mensualmente por las mismas.

Por otro lado, la variabilidad del proceso y su falta de estandarización provoca que cada operario realice las actividades a su modo, continuamente la capacidad instalada de las máquinas se va perdiendo; en la tabla 2 se puede observar el porcentaje perdido de la capacidad instalada en cada máquina, dando un valor promedio del 8% aproximadamente de pérdida de la capacidad de dichas máquinas.



Tabla 2. Porcentaje de capacidad instalada perdida

CODIGO	MAQUINA	CAPACIDAD INSTALADA MAQUINA	MOLDES ANUALD OS	% DE PERDIDA DE CAPACIDAD INSTALADA
MQ1-01.1-AL-TS	Máquina N1 Importada	50	18	36,00%
MQ2-02.1-AL-TS	Máquina N2 Importada	100	11	11,00%
MQ3-03.1-AL-T	Máquina N3 Importada	136	4	2,94%
MQ4-03.2-N-TS	Máquina N3 Larga Nacional	300	1	0,33%
MQ5-04.1-N-T	Máquina N4 Grande	256	7	2,73%
MQ6-04.2-N-T	Máquina N4 Nacional	148	7	4,73%
MQ7-05.1-N-T	Máquina 5 Normal	252	2	0,79%
MQ8-05.2-AL-T	Máquina 5L Importada	164	23	14,02%
MQ9-06.1-AL-TS	Máquina 6 Importada	270	46	17,04%
MQ10-08.1-AL-T	Máquina 8 Importada	282	15	5,32%
MQ11-10.1-N-TS	Máquina 10 Importada	376	19	5,05%
MQ12-12.1-AL-S	Máquina 12 Importada	188	28	14,89%
MQ13-12.2-N-T	Máquina 12 Nacional	644	0	0,00%
MQ14-12.3-N-T	Máquina 12 Nacional	200	17	8,50%

MQ15-20.1-AL-T	Máquina 20 Importada	432	26	6,02%
MQ16-20.2-N-T	Máquina 20 Nacional	504	0	0,00%
MQ17-20.3-N-T	Máquina 20 Nacional	700	2	0,29%
MQ18-20.4-AL-T	Máquina 20 Importada	408	26	6,37%
MQ19-20.5-N-T	Máquina 20 Nacional	324	23	7,10%
MQ20-20.6-N-S	Máquina 20 Nacional	400	2	0,50%
	<b>Total</b>	<b>6134</b>	<b>277</b>	<b>7,18%</b>

A continuación, en la figura 18, se puede observar los porcentajes de pérdida de capacidad por cada máquina, porcentaje el cual es actualmente es desperdiciado en los procesos productivos.

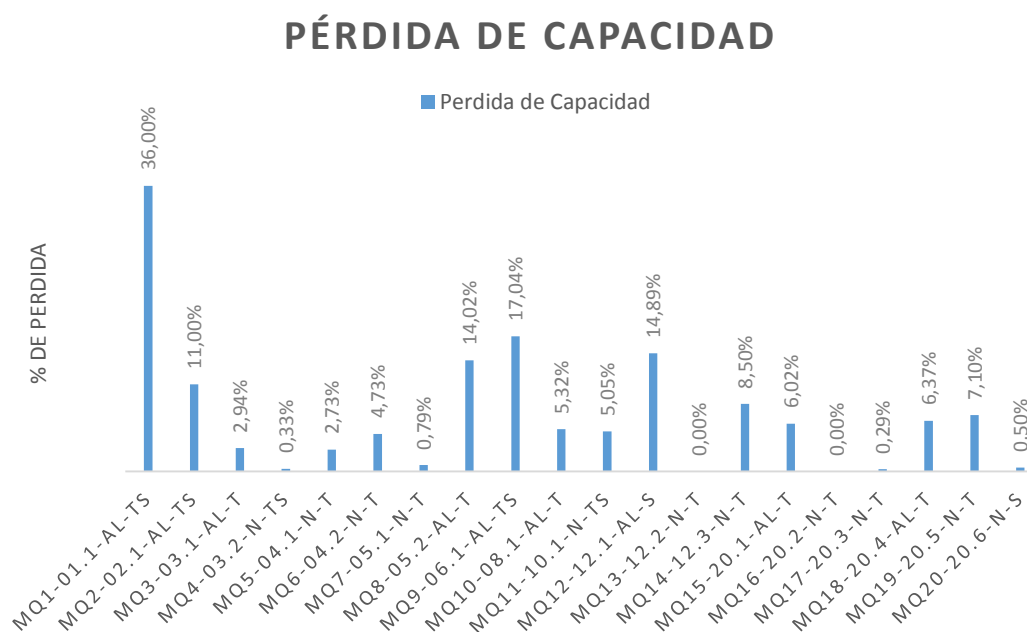


Figura 18. Porcentaje de pérdida de capacidad por tipo de máquina

### 3.1.6. Resumen

Una vez que se desarrolló la metodología del árbol de definición de problema, se tiene un resumen en la figura 19 donde se aprecia cada una de sus fases.

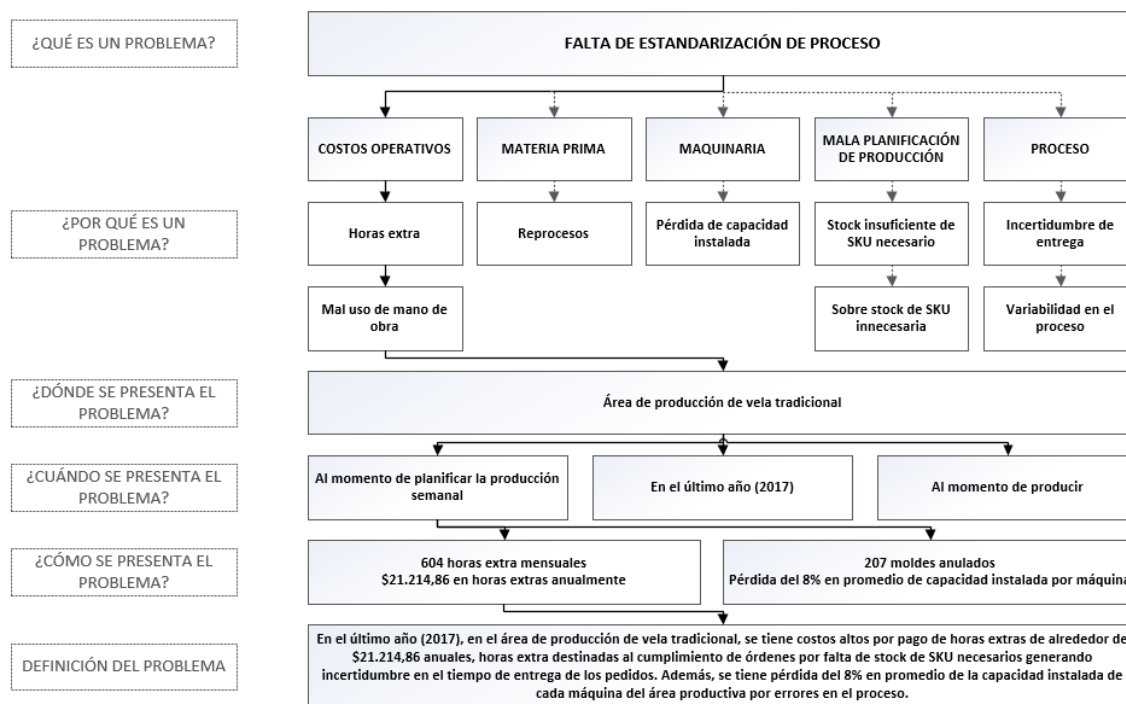


Figura 19. Diagrama de árbol de definición de problema

La empresa al conocer que existen oportunidades de mejora considera que es necesario tomar acciones de control para corregir los fallos presentados y mejorar la productividad, rentabilidad de la empresa y desperdicio de materiales.

Por otro lado, la empresa busca que todas las máquinas disponibles sean aprovechadas al máximo de su capacidad, algo que aparte de aumentar la cantidad de unidades producidas, va a generar mayores ingresos a la empresa y cumplimiento de órdenes. Eliminando la variabilidad dentro del proceso y aumentando la eficiencia del uso de máquinas y de recurso humano.

Evitar el aumento de horas extras de producción necesarias establecidas para cada orden y optimizar el uso de recursos importantes como tiempo y materias primas. Finalmente, la empresa busca una correcta distribución del trabajo.

### **3.1.7. Identificación de Causas**

Para lograr identificar las causas que generan el problema se utiliza la herramienta lluvia de ideas, en la cual se presentan causas posibles. Para el desarrollo de la misma se acudió a varias personas que forman parte de la organización, al ser un problema netamente interno de la empresa, son los colaboradores quienes tienen un mejor panorama sobre lo que está sucediendo en cada jornada laboral, por lo que ellos proporcionan información más detallada y precisa.

### **3.1.8. Lluvia de Ideas**

- No se tienen bien definidas las actividades que se deben realizar durante la producción de velas en máquina.
- Los operarios no reciben un entrenamiento correcto sobre el método para producir velas en máquina.
- No se atiende los fallos producidos en las máquinas, los cuales reducen la capacidad instalada.
- Se asigna a operarios actividades que deberían ser llevadas a cabo por un jefe de producción.
- No existen hojas de trabajo en las que se explique el proceso de fabricación.
- Los operarios no tienen un documento de respaldo para saber de qué manera llevar a cabo las actividades.
- Variabilidad por falta de estandarización en el proceso de fabricación.
- Procesos no establecidos de una manera correcta, lo que genera que cada trabajador realice sus funciones en base a cómo se siente mejor y no como en verdad se las debería llevar a cabo.
- No existe una asignación correcta de las funciones de cada operario.

- No se tiene una planificación de producción correcta.
- La planificación de producción se basa en un método visual sin respaldo en históricos de ventas.
- No se tiene un histórico de ventas.
- En ocasiones los operarios no son comunicados sobre qué se debe producir y son ellos quienes deciden en base a su criterio.
- El proceso de planificación de la producción se incluye como una actividad más del proceso productivo.
- Ausencia de un método para planificar la producción.
- La planificación de la producción se realiza a diario y no se la programa con un tiempo moderado.

## **Resumen de lluvia de ideas**

### **Alineado a la variabilidad de los procesos**

1. No se tienen bien definidas las actividades que se deben realizar durante la producción de velas en máquina.
2. Los operarios no reciben un entrenamiento correcto sobre el método para producir velas en máquina.
3. No se atiende los fallos producidos en las máquinas, los cuales reducen la capacidad instalada.
4. Se asigna a operarios actividades que deberían ser llevadas a cabo por un jefe de producción.
5. No existen hojas de trabajo en las que se explique el proceso de fabricación.
6. Los operarios no tienen un documento de respaldo para saber de qué manera llevar a cabo las actividades.
7. Variabilidad por falta de estandarización en el proceso de fabricación.
8. Procesos no establecidos de una manera correcta, lo que genera que cada trabajador realice sus funciones en base a cómo se siente mejor y no como en verdad se las debería llevar a cabo.

9. No existe una asignación correcta de las funciones de cada operario.

### **Alineado a la mala planificación de la producción**

1. No se tiene una planificación de producción correcta.
2. La planificación de producción se basa en un método visual sin respaldo en históricos de ventas.
3. No se tiene un histórico de ventas.
4. En ocasiones los operarios no son comunicados sobre qué se debe producir y son ellos quienes deciden en base a su criterio.
5. El proceso de planificación de la producción se incluye como una actividad más del proceso productivo.
6. Ausencia de un método para planificar la producción.
7. La planificación de la producción se realiza a diario y no se la programa con un tiempo moderado.

#### **3.1.9. Diagrama de afinidad**

Mediante un diagrama de afinidad, se agrupan las posibles causas en dos temas globales. Ayuda a simplificar toda la información y analizarla de mejor forma; se decide agrupar las ideas en estos dos grupos ya que son los más importantes que se han podido identificar.



Figura 20. Diagrama de afinidad.

Se observa que hay dos grupos en los que se relacionan las posibles causas: la variabilidad en los procesos de fabricación de vela tradicional y la existencia de una mala planificación de la producción dentro del proceso de velas tradicionales.

### 3.1.10. Diagrama Causa- Efecto

Es una recopilación de las herramientas utilizadas anteriormente como la lluvia de ideas y el diagrama de afinidad. Se realizó dos diagramas de causa y efecto, los cuales se alinean a los dos grupos que se presentaron en el diagrama de afinidad. Ambos grupos responden a las causas más evidentes que el problema presenta.

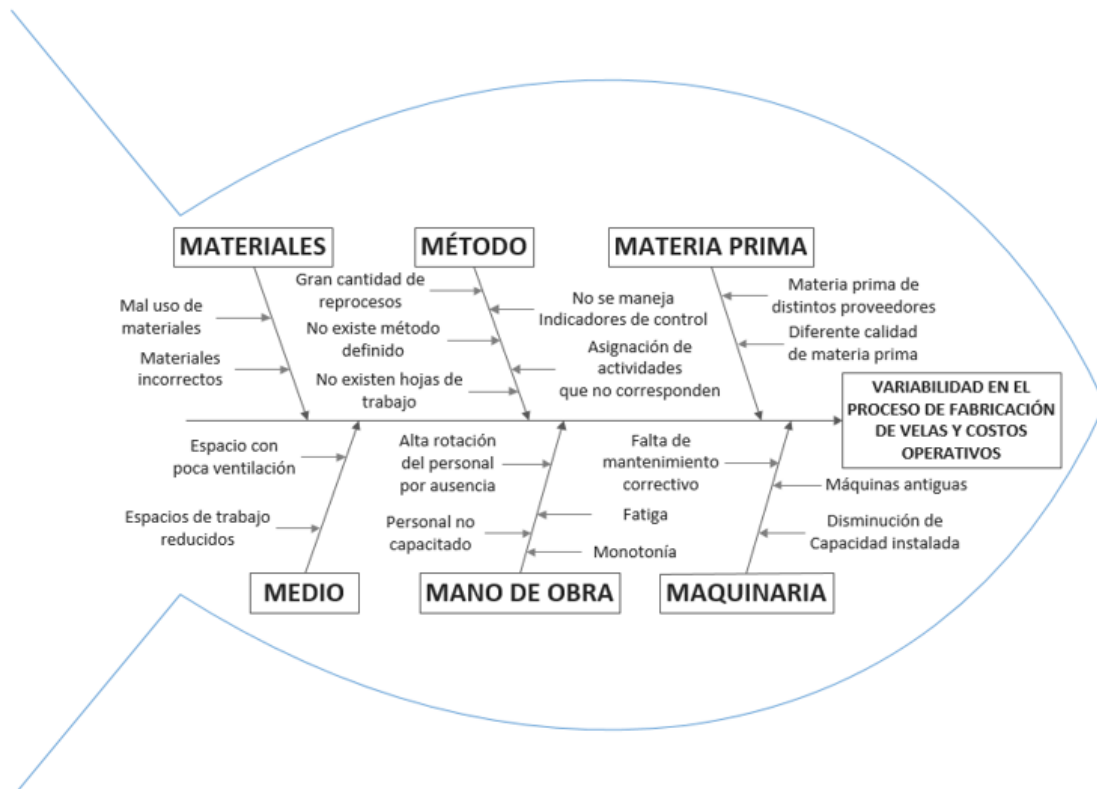


Figura 21. Espina de pescado: variabilidad del proceso

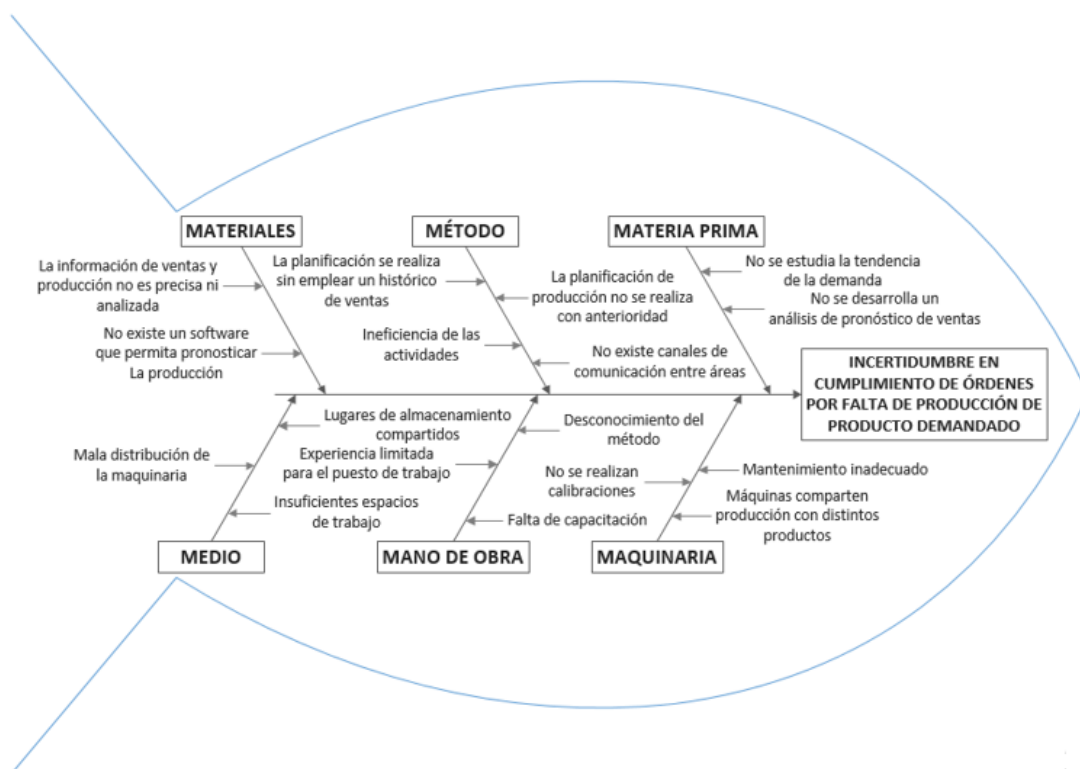


Figura 22. Espina de pescado: mala planificación de producción.



Las causas raíces que se pueden identificar en la figura 21 y 22 tienen relación entre sí, sumadas, ayudan a que exista variabilidad del proceso y una mala planificación de la producción. Al tener errores dentro del proceso y que estos no sean atendidos disminuye su productividad.

### **3.2. Situación Actual**

En este capítulo se busca detallar la situación de la empresa, cómo se encuentran sus procesos y el desarrollo general de la planta, se detalla el proceso de fabricación de vela tradicional, proceso en el cual está enfocado este estudio.

#### **3.2.1. Distribución de la planta**

Consta de dos pisos, el primer piso es destinado para actividades productivas donde se encuentra maquinaria, herramientas, materias primas y productos, el segundo piso está destinado a vestidores para los operarios. Dentro de la planta se encuentran varias áreas: contable, ventas, producto terminado, producción y empaquetado.

En el área de producción y producto terminado, están divididas en dos cada una de ellas: velas tradicionales en máquina y velas decorativas. En el área de producción de velas tradicionales se encuentran veinte máquinas que están encargadas de la producción de los distintos tipos de velas, es decir la misma línea de vela tradicional, pero con distintas características como: tamaño, peso, color, entre otros. La distribución de la planta que fue descrita se puede observar en la figura 23 y 24 presentadas.

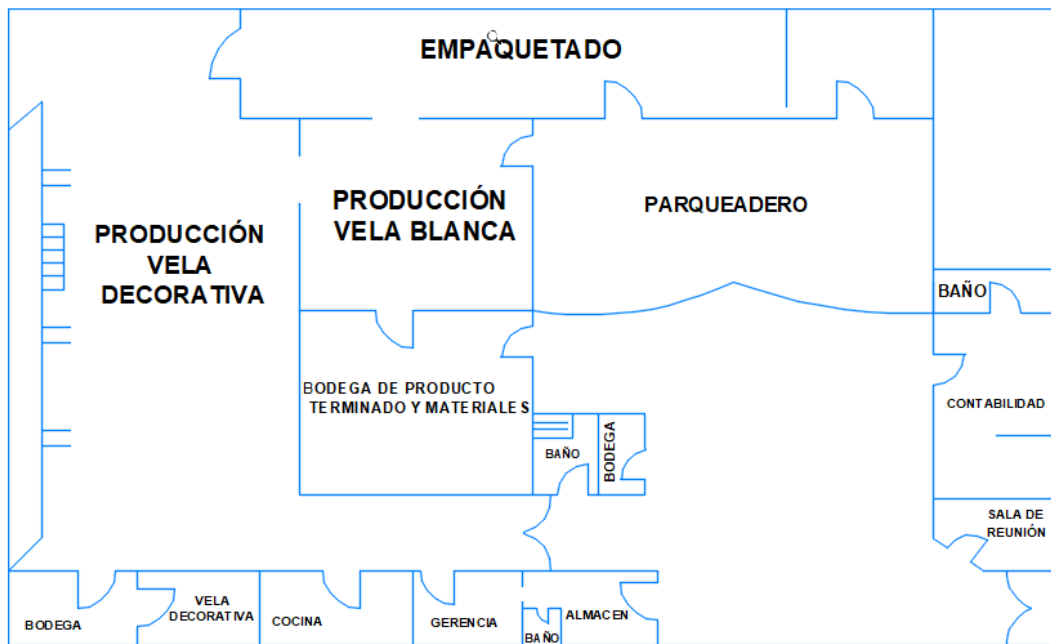


Figura 23. Distribución del primer piso de la planta

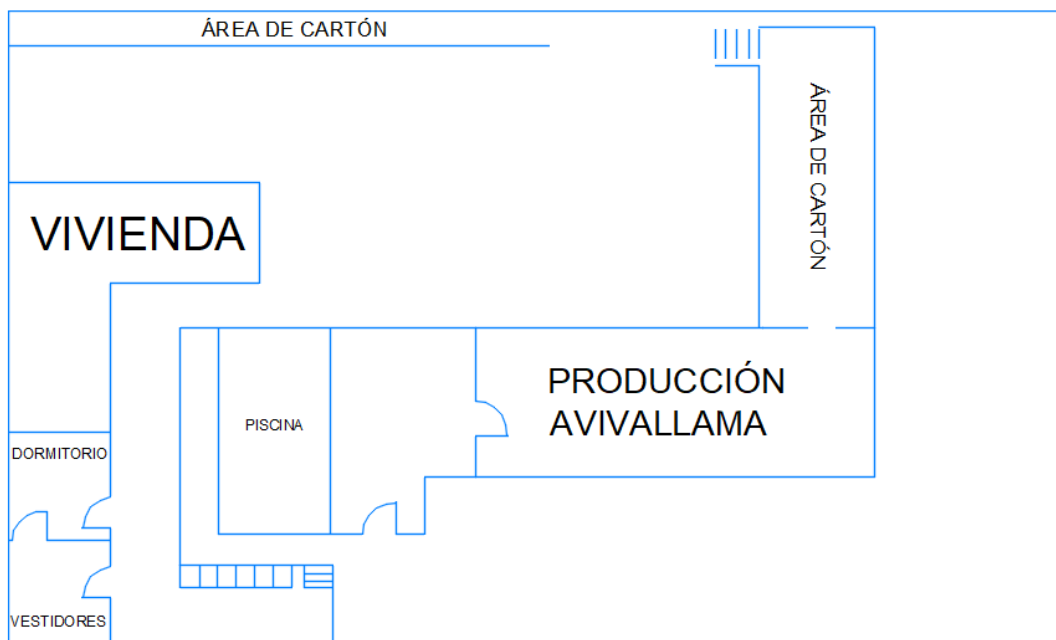


Figura 24. Distribución del segundo piso de la planta

### 3.3. Gestión por Procesos

El estudio de este proyecto está enfocado en el área de fabricación de velas tradicionales, es por ello que se toma en cuenta sólo los procesos relacionados directamente con la fabricación de este tipo de velas, que comienza con el

diluido de la parafina y termina con el transporte de las velas formadas hacia el área de empaquetado.

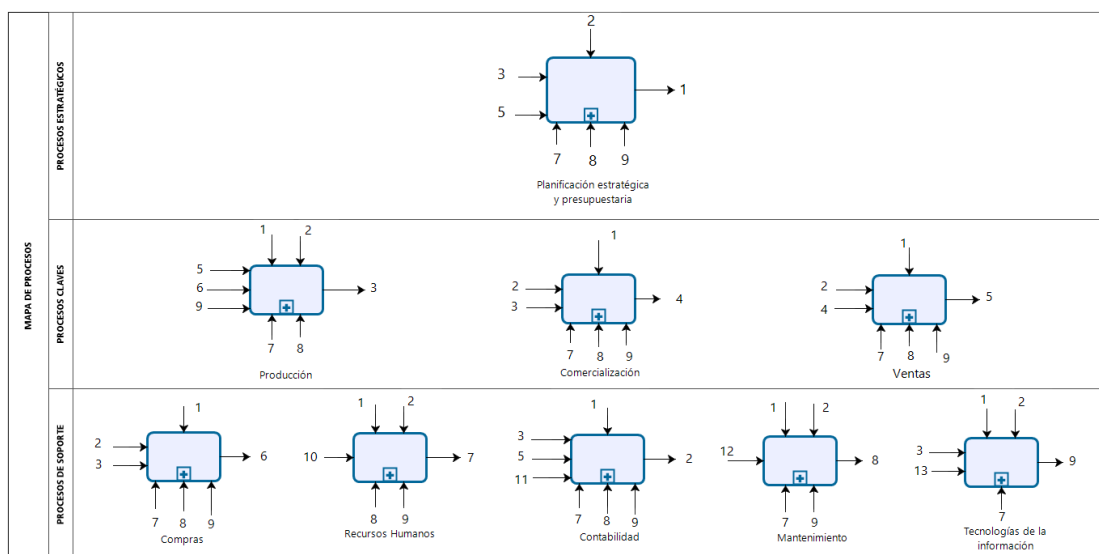
### 3.3.1. Mapa de procesos y cadena de valor

Los procesos de PAMOSA S.A. se divide en tres tipos: los procesos estratégicos los cuales planean los objetivos a largo plazo y se encargan de establecer objetivos dentro de la empresa; procesos claves que son: la producción de velas, la comercialización y venta; y finalmente los procesos de soporte los cuales ayudan a que cada área de la empresa pueda desarrollarse de forma correcta, dentro de este tipo se tiene: compras, recursos humanos, infraestructura y tecnologías de la información.

A continuación, se presentan los inductores de cambio del mapa de procesos.

*Tabla 3.* Inductores de cambio

Inductor	Nombre del inductor
1.	Planificación estratégica: Planificación anual
2.	Contabilidad: Planificación presupuestaria
3.	Producción: Producto de calidad (velas)
4.	Comercialización: Clientes satisfechos
5.	Ventas: Ingresos para la empresa
6.	Compras: Insumos y materiales
7.	Recursos Humanos: Personal competente
8.	Mantenimiento: Maquinaria, instalaciones
9.	TIC's: Software
10.	Recursos Humanos: Necesidad de personal competente
11.	Contabilidad: Activos
12.	Mantenimiento: Necesidad de mantenimiento.
13.	TIC's: Necesidad de programas tecnológicos



Powered by  
bizagi  
Modeler

Figura 25. Mapa de procesos PAMOSA S.A.

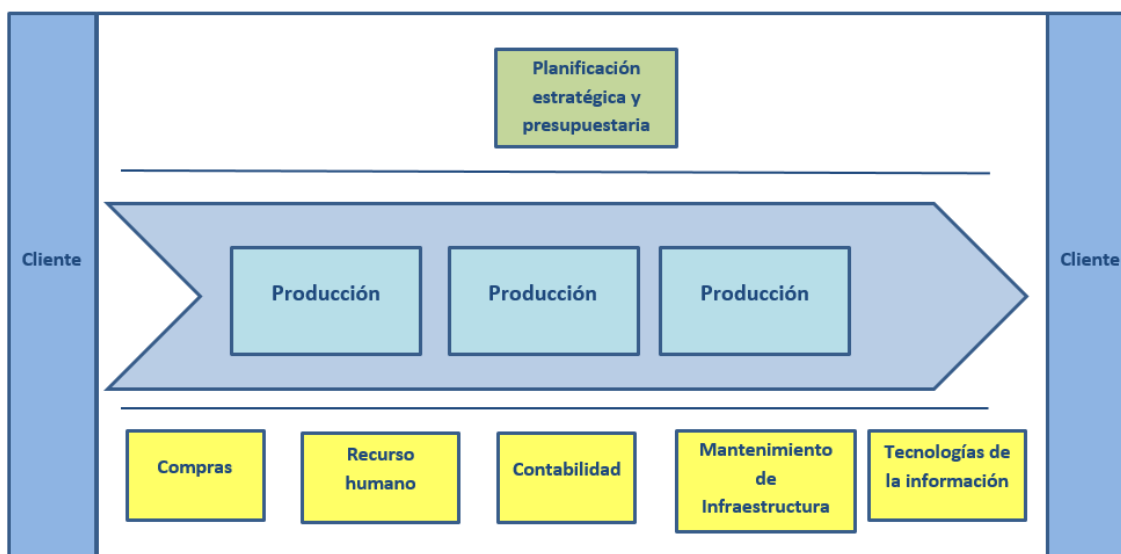


Figura 26. Cadena de valor PAMOSA S.A.

En la figura se puede apreciar los tres tipos de procesos que se mencionó que la empresa maneja, en los procesos gobernantes se tiene únicamente a planificación estrategia y presupuestaría; en los procesos claves la empresa cuenta con: producción, comercialización y ventas; y como procesos de soporte: compras, recursos humanos, infraestructura, tecnologías de la información y contabilidad.

### **3.4. Descripción de los procesos productivos**

#### **3.4.1. Procesos de Fabricación de vela tradicional**

El proceso de producción está dividido en dos líneas, velas tradicionales y velas decorativas, que son totalmente independientes; un proceso de esta área es la fabricación de velas tradicionales en máquina, que consta de cuatro procesos:

- Diluido
- Cargue de máquina
- Moldeado
- Descargue de máquina

Cada proceso funciona de la misma forma en todas las máquinas, pueden existir pequeñas diferencias entre una máquina con otra al momento de realizar las actividades de estos procesos, sin embargo, en todas las máquinas se realizan las mismas actividades.

#### **3.4.2. Diluido**

Consta de nueve actividades, las cuales comienzan desde el encendido del caldero de vapor, que se encarga de la dilución de la parafina, y termina con el vertido de parafina en la paila.

Es importante señalar que existe siempre cierta cantidad de parafina dentro de la paila y lo que los operarios realizan durante la jornada productiva es alimentar dicha paila según lo que se quiere producir.



Figura 27. Transporte de bultos de parafina

En la figura presentada se puede apreciar una de las actividades que es el transporte de parafina hacia la paila.

A continuación, se detallan las actividades del proceso.

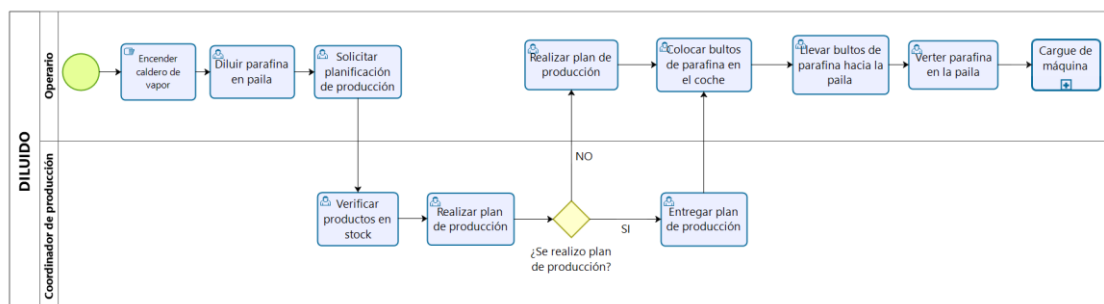


Figura 28. Diagrama de flujo del proceso Diluido

Existen varias maneras por las que se puede conseguir que la parafina se diluya y dependiendo del método que se ocupa va a influir mucho en la calidad para la formación de la vela. La parafina que se encuentra dentro de la paila debe tener una temperatura determinada la cual está en un rango de 80 °C a 90 °C, es importante mantener estos valores de temperatura, los operarios constantemente miden la temperatura.

Se realizó la caracterización de este proceso basado en la herramienta SIPOC, dicha caracterización permite analizar el proceso de una manera más detallada reconociendo aspectos como el proveedor del proceso, entradas y salidas, recursos y clientes, revisar anexo 2.

### **3.4.3. Cargue de máquina**

El cargue de máquina es el segundo proceso, el operario trabaja directamente con las máquinas, a diferencia del primer proceso, en el que no se interviene con las máquinas en la mayoría de sus actividades. El cargue empieza desde la verificación general de la máquina hasta la alimentación de parafina en la misma.



Figura 29. Llenado de balde con parafina líquida

Las máquinas siempre cuentan con producto en proceso, al final de cada jornada laboral las máquinas se quedan con velas formadas en sus moldes. En la figura 30 se detalla el diagrama de flujo del proceso de cargue de máquina.

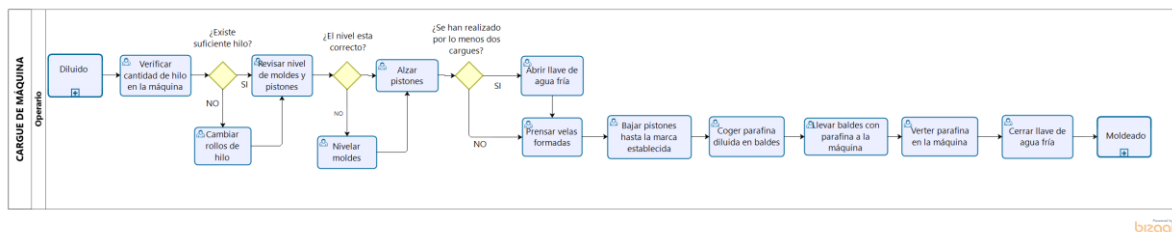


Figura 30. Diagrama de flujo del proceso de cargue de máquina

Existen dos actividades que se realizan a partir del segundo cargue (lote) que son: el abrir y cerrar las llaves de agua. Se llevan a cabo para que la vela se forme con mayor facilidad y ayuda a que, en el momento de bajar los pistones, las velas no se adhieran a los moldes. Se lo hace a partir del segundo cargue, ya que en el primer cargue recién se alimenta a la máquina para formar las velas y como se menciona anteriormente, el objetivo del flujo de agua es para facilitar el bajar los pistones, es por ello que en el diagrama de flujo se puede



apreciar que la actividad de abrir la llave se realiza antes de proceder al bajado de pistones.

Revisar anexo 3 donde se encuentra la caracterización del proceso.

#### 3.4.4. Moldeado

El moldeado es un proceso mecánico en la mayor parte de su tiempo de ejecución, los operarios deben esperar un tiempo determinado, el cual la máquina necesita para formar la vela por lo cual es una demora. En este proceso es muy importante respetar los tiempos necesarios para conseguir un moldeado óptimo, dado que, si se lo hace antes del tiempo promedio necesario, podría dañar el lote, las velas podrían salir con defectos; aparte los moldes de la máquina podrían dañarse o anularse por no seguir el sistema correctamente.



*Figura 31. Velas moldeadas en máquina*

En la figura se puede apreciar las velas ya formadas dentro de sus moldes, listas para ser prensadas y posteriormente descargadas.

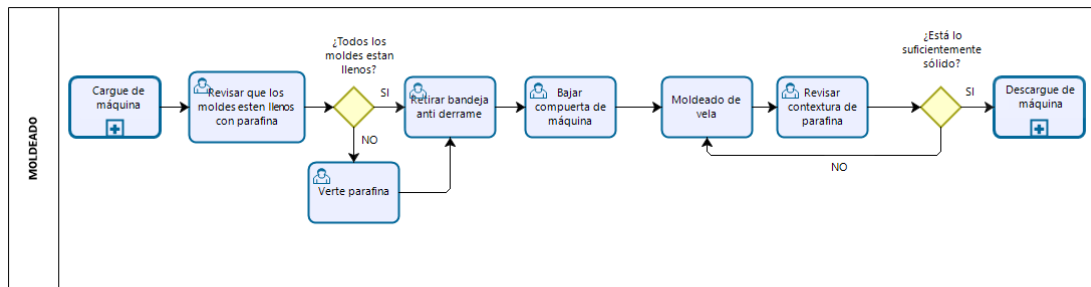


Figura 32. Diagrama de flujo proceso moldeado

La caracterización del proceso se la puede observar en el anexo 4.

### 3.4.5. Descargue de Máquina

Este es el último proceso de la fabricación de velas convencionales; termina con el transporte de las velas formadas hacia el siguiente proceso que es el empaquetado. Lo que hacen los operarios es descargar las velas ya formadas dentro de los moldes; si bien esta última actividad da paso al empaquetado, después de realizar el descargue de cada máquina, se la vuelve a cargar inmediatamente, en base a lo que se presentó en la figura 30.



Figura 33. Corte de mecha

El diagrama de flujo correspondiente a este proceso se puede apreciar en la figura 34.

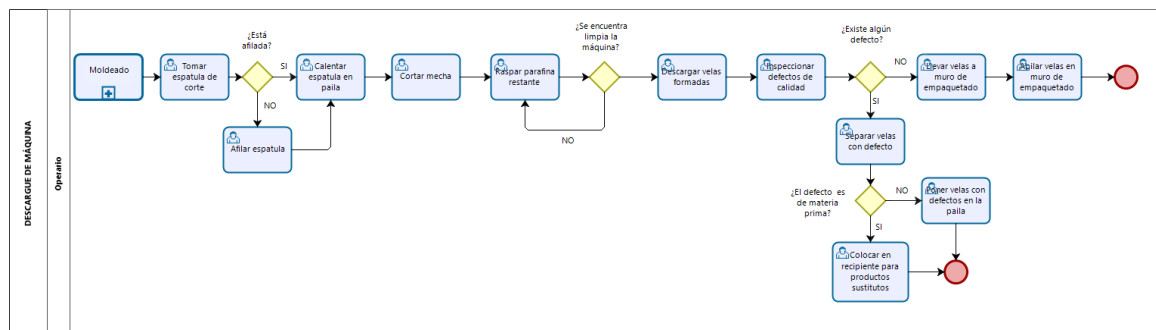


Figura 34. Diagrama de flujo proceso descargue de máquina

Este es el único proceso en donde existen dos actividades que se realizan simultáneamente, durante el descargue el operario tiene que ir inspeccionando visualmente si las velas tienen defectos o no cumplen con los estándares de calidad.

Revisar anexo 5.

### 3.5. Estudio de tiempos

#### 3.5.1. Familia de Productos

La fábrica de velas maneja dos familias de productos importantes dentro de lo que es su línea de velas convencionales, tienen el mismo proceso de fabricación, la diferencia es el segmento para el que están destinadas; comparten la misma área productiva para ser fabricadas y de las 20 máquinas disponibles, hay varias máquinas que fabrican un solo tipo de velas y otras que fabrican los dos tipos. A continuación, se muestran los ítems que cada familia maneja.

*Tabla 4.* Familia de productos línea de vela convencional.

FAMILIA DE PRODUCTO	ITEM
<b>FAMILIA 1</b>	Vela Blanca #8
	Vela Blanca #10
	Vela Blanca #11
	Vela Blanca Liviana #11
	Velas Blanca Liviana (200gr) #11
	Vela Blanca #12
	Vela Blanca Liviana #12
	Velas Blanca Liviana (200gr) #12
	Vela Blanca #13
	Vela Blanca Liviana #13
	Velas Blanca Liviana (200gr) #13
	Vela Blanca #14
	Vela Blanca Liviana #14
	Velas Blanca Liviana (200gr) #14
	Vela Blanca #16
	Vela Blanca Liviana #16
	Velas Blanca Liviana (200gr) #16
	Vela Blanca #18
	Vela Blanca #20

	Vela Blanca #28
	Vela Color Surtido #28
	Vela Blanca #28 Pequeña
<b>FAMILIA 2</b>	Vela Blanca #9
	Vela Color Amarillo #9
	Vela Blanca #10
	Vela Blanca #11
	Vela Blanca #12
	Vela Blanca #13
	Vela Blanca #14
	Vela Blanca #16
	Vela Blanca #18
	Vela Blanca #20
	Vela Blanca #28
	Vela Surtido #28

En la tabla 5 se presenta cómo está distribuida la fabricación de los ítems de cada familia en las maquinas.

*Tabla 5.* Producción de tipo de vela en máquina

<b>CODIGO</b>	<b>MAQUINA</b>	<b>LINEA DE VELA QUE FABRICA</b>	<b>TIPO DE VELA QUE FABRICA</b>	<b>CAPACIDAD MAQUINA</b>
<b>MQ17-20.3-N-T</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 1	T28	700
<b>MQ13-12.2-N-T</b>	Máquina 20 Nacional	Familia 1	T20	644
<b>MQ16-20.2-N-T</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 1	T28	504
<b>MQ15-20.1-AL-T</b>	Máquina 28 Importada	Familia 1	T28	432
<b>MQ18-20.4-AL-T</b>	Máquina 28 Importada	Familia 1	T28	408

<b>MQ20- 20.6-N-S</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 2	S28	400
<b>MQ11- 10.1-N-TS</b>	Máquina 18 Importada	Familia 1 y 2	T16-T18-S16	376
<b>MQ19- 20.5-N-T</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 1	T28	324
<b>MQ4-03.2- N-TS</b>	Máquina N11 Larga Nacional	Familia 1 y 2	T11-S12	300
<b>MQ10- 08.1-AL-T</b>	Máquina 16 Importada	Familia 1	T16-T18	282
<b>MQ9-06.1- AL-TS</b>	Máquina 14 Importada	Familia 1 y 2	S13-T14-S14	270
<b>MQ5-04.1- N-T</b>	Máquina N12 Grande	Familia 1	T12	256
<b>MQ7-05.1- N-T</b>	Máquina 13 Normal	Familia 1	T13	252
<b>MQ14- 12.3-N-T</b>	Máquina 20 Nacional	Familia 1	T20	200
<b>MQ12- 12.1-AL-S</b>	Máquina 20 Importada	Familia 2	S18	188
<b>MQ8-05.2- AL-T</b>	Máquina 13L Importada	Familia 1	T13	164
<b>MQ6-04.2- N-T</b>	Máquina N12 Nacional	Familia 1	T12	148
<b>MQ3-03.1- AL-T</b>	Máquina N11 Importada	Familia 1	T11	136
<b>MQ2-02.1- AL-TS</b>	Máquina N10 Importada	Familia 1 y 2	T10-S10	100
<b>MQ1-01.1- AL-TS</b>	Máquina N9 Importada	Familia 1 y 2	T9-S9	50

### **3.5.2. Segmentación de productos**

Como se menciona en la definición del problema, la empresa, aparte de tener problemas con la variabilidad de los procesos, también tiene problemas con la planificación de la producción, dado que muchas veces no existe inventario de ciertos productos para atender las órdenes y sin embargo se programan producciones de productos sin órdenes de venta. Esto se debe a que su método de planificación es deficiente, es por ello que para el estudio se acudió a las facturas de las ventas de la empresa en el año 2017, para generar un histórico de ventas, el cual no tenía la empresa, el histórico ayuda a identificar cuál es su producto estrella en el que se va a enfocar el estudio.

La segmentación se realiza en base a dos factores importantes para la empresa:

- Estudio según paquetes vendidos por tipo de SKU.
- Ventas en USD por cada tipo de SKU.

El motivo de realizar esta segmentación es identificar qué productos son vitales para la empresa y en base a los dos criterios anteriormente mencionados, ver qué productos son los que generan mayores ingresos a la empresa y tienen mayor demanda. Al conocer el/los productos/s con mayor criticidad dentro de la línea, podemos enfocar el estudio en dichos SKU.

#### **3.5.2.1. Estudio según paquetes vendidos por tipo de SKU.**

En la tabla presentada se puede ver la cantidad de paquetes vendidos por cada ítem; en la misma solo se presentan los ítems que forman parte del grupo de los vitales de ventas realizadas por la empresa en paquetes. Para ver el estudio completo se puede revisar la sección de anexos.

Tabla 6. Paquetes Vendidos por cada producto

CODIGO	PRODUCTO	PAQUETES VENDIDOS
PT-VB-20	Vela Blanca # 28	86075
PT-VB-10	Vela Blanca # 18	52142
PT-VB-03	Vela Blanca # 11	46846
PT-VB-06	Vela Blanca # 14	43850
PT-VB-05	Vela Blanca # 13	41679
PT-VB-08	Vela Blanca # 16	40340
PT-VB-04	Vela Blanca # 12	39068
PT-VSB-20	Vela S. # 28	36198
PT-VSB-12	Vela S. # 20	27650
PT-VSB-8	Vela S. # 16	25523
PT-VSB-5	Vela S. # 13	23218
PT-VSC-20	Vela Color Surtido # 28	21761

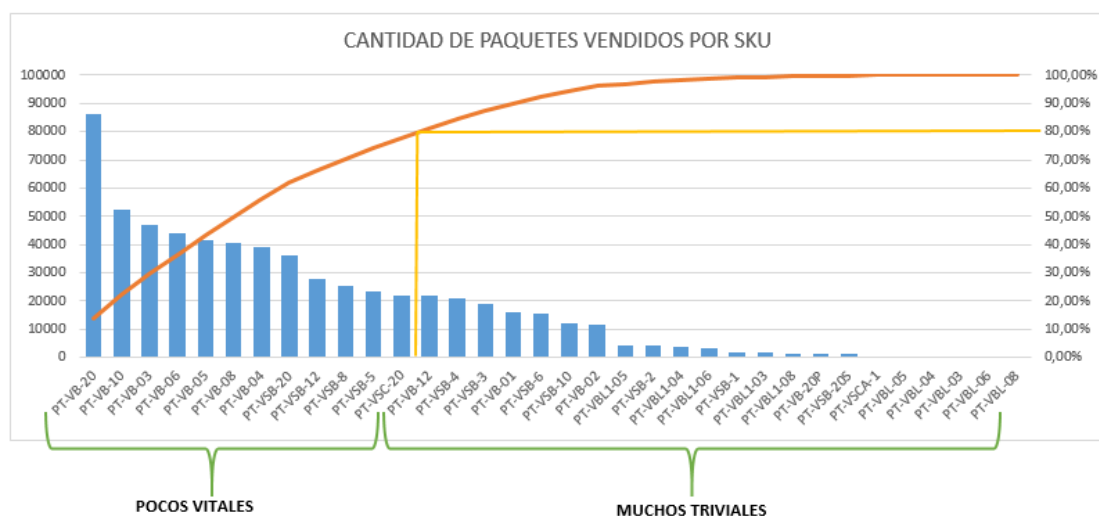


Figura 35. Diagrama de Pareto: Cantidad de paquetes vendidos.

Se pudo identificar que son 12 productos los que están dentro de los considerados muchos triviales de las ventas realizadas por la empresa en unidades, con esto se identifica que este grupo tiene mayor impacto con respecto al criterio evaluado. Los demás productos forman el grupo de los pocos vitales. En el gráfico presentado se señala que productos pertenecen al



grupo de los vitales y triviales. A continuación, se presentará la tabla de los dos grupos.

*Tabla 7. Productos dentro de los pocos vitales*

<b>CODIGO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>PAQUETES VENDIDOS</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>PT-VB-20</b>	Vela Blanca # 28	86075	13,76%	13,76%
<b>PT-VB-10</b>	Vela Blanca # 18	52142	22,10%	8,34%
<b>PT-VB-03</b>	Vela Blanca # 11	46846	29,59%	7,49%
<b>PT-VB-06</b>	Vela Blanca # 14	43850	36,61%	7,01%
<b>PT-VB-05</b>	Vela Blanca # 13	41679	43,27%	6,66%
<b>PT-VB-08</b>	Vela Blanca # 16	40340	49,72%	6,45%
<b>PT-VB-04</b>	Vela Blanca # 12	39068	55,97%	6,25%
<b>PT-VSB-20</b>	Vela S. # 28	36198	61,76%	5,79%
<b>PT-VSB-12</b>	Vela S. # 20	27650	66,18%	4,42%
<b>PT-VSB-8</b>	Vela S. # 16	25523	70,26%	4,08%
<b>PT-VSB-5</b>	Vela S. # 13	23218	73,97%	3,71%
<b>PT-VSC-20</b>	Vela Color S. # 28	21761	77,45%	3,48%

En la tabla 8 se puede apreciar todos los productos que pertenecen al grupo de los muchos triviales.

*Tabla 8. Productos dentro de los muchos triviales*

<b>CODIGO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>PAQUETES VENDIDOS</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>PT-VB-20</b>	Vela Blanca # 28	86075	13,76%	13,76%
<b>PT-VB-10</b>	Vela Blanca # 18	52142	22,10%	8,34%
<b>PT-VB-03</b>	Vela Blanca # 11	46846	29,59%	7,49%
<b>PT-VB-06</b>	Vela Blanca # 14	43850	36,61%	7,01%
<b>PT-VB-05</b>	Vela Blanca # 13	41679	43,27%	6,66%
<b>PT-VB-08</b>	Vela Blanca # 16	40340	49,72%	6,45%
<b>PT-VB-04</b>	Vela Blanca # 12	39068	55,97%	6,25%
<b>PT-VSB-20</b>	Vela S. # 28	36198	61,76%	5,79%

<b>PT-VSB-12</b>	Vela S. # 20	27650	66,18%	4,42%
<b>PT-VSB-8</b>	Vela S. # 16	25523	70,26%	4,08%
<b>PT-VSB-5</b>	Vela S. # 13	23218	73,97%	3,71%
<b>PT-VSC-20</b>	Vela Color Surtido # 28	21761	77,45%	3,48%
<b>PT-VB-12</b>	Vela Blanca # 20	21679	80,92%	3,47%
<b>PT-VSB-4</b>	Vela S. # 12	21147	84,30%	3,38%
<b>PT-VSB-3</b>	Vela S. # 11	19107	87,36%	3,06%
<b>PT-VB-01</b>	Vela Blanca # 9	15799	89,88%	2,53%
<b>PT-VSB-6</b>	Vela S. # 14	15647	92,38%	2,50%
<b>PT-VSB-10</b>	Vela S. # 18	12262	94,34%	1,96%
<b>PT-VB-02</b>	Vela Blanca # 10	11709	96,22%	1,87%
<b>PT-VBL1-05</b>	Vela Blanca Liviana # 13	4275	96,90%	0,68%
<b>PT-VSB-2</b>	Vela S. # 10	4037	97,55%	0,65%
<b>PT-VBL1-04</b>	Vela Blanca Liviana (200gr) # 12	3900	98,17%	0,62%
<b>PT-VBL1-06</b>	Vela Blanca Liviana (200 gr) # 14	3375	98,71%	0,54%
<b>PT-VSB-1</b>	Vela S. # 9	1898	99,01%	0,30%
<b>PT-VBL1-03</b>	Vela Blanca Liviana (200gr) # 11	1875	99,31%	0,30%
<b>PT-VBL1-08</b>	Vela Blanca Liviana (200 gr) # 16	1500	99,55%	0,24%
<b>PT-VB-20P</b>	Vela Blanca # 28 Pequeña	1265	99,76%	0,20%
<b>PT-VSB-20S</b>	Vela S. # 28 Surtido	1208	99,95%	0,19%

<b>PT-VSCA-1</b>	Vela S. Color Amarillo # 9	200	99,98%	0,03%
<b>PT-VBL-05</b>	Vela Blanca # 13	90	99,99%	0,01%
<b>PT-VBL-04</b>	Vela Blanca Liviana # 12	12	100,00%	0,00%
<b>PT-VBL-03</b>	Vela Blanca Liviana # 11	8	100,00%	0,00%
<b>PT-VBL-06</b>	Vela Blanca # 14	8	100,00%	0,00%
<b>PT-VBL-08</b>	Vela Blanca # 16	5	100,00%	0,00%

### 3.5.2.2. Estudio según ventas en USD por cada tipo de SKU.

En el caso del análisis de Pareto en base a las ventas por cada SKU, se obtuvo que son 11 los productos que componen los muchos triviales de las ventas totales de la empresa en base a las dos familias de productos.

Tabla 9. Ventas (\$) por cada producto

CODIGO	PRODUCTO	VENTAS (USD)
<b>PT-VB-20</b>	Vela Blanca # 28	\$111.897,50
<b>PT-VB-10</b>	Vela Blanca # 18	\$67.784,60
<b>PT-VB-03</b>	Vela Blanca # 11	\$60.899,80
<b>PT-VB-06</b>	Vela Blanca # 14	\$57.005,00
<b>PT-VB-05</b>	Vela Blanca # 13	\$54.182,70
<b>PT-VB-08</b>	Vela Blanca # 16	\$52.442,00
<b>PT-VB-04</b>	Vela Blanca # 12	\$50.788,40
<b>PT-VSB-20</b>	Vela S. # 28	\$36.198,00
<b>PT-VSC-20</b>	Vela Color Surtido # 28	\$34.817,60
<b>PT-VB-12</b>	Vela Blanca # 20	\$28.182,70
<b>PT-VSB-12</b>	Vela S. # 20	\$27.650,00

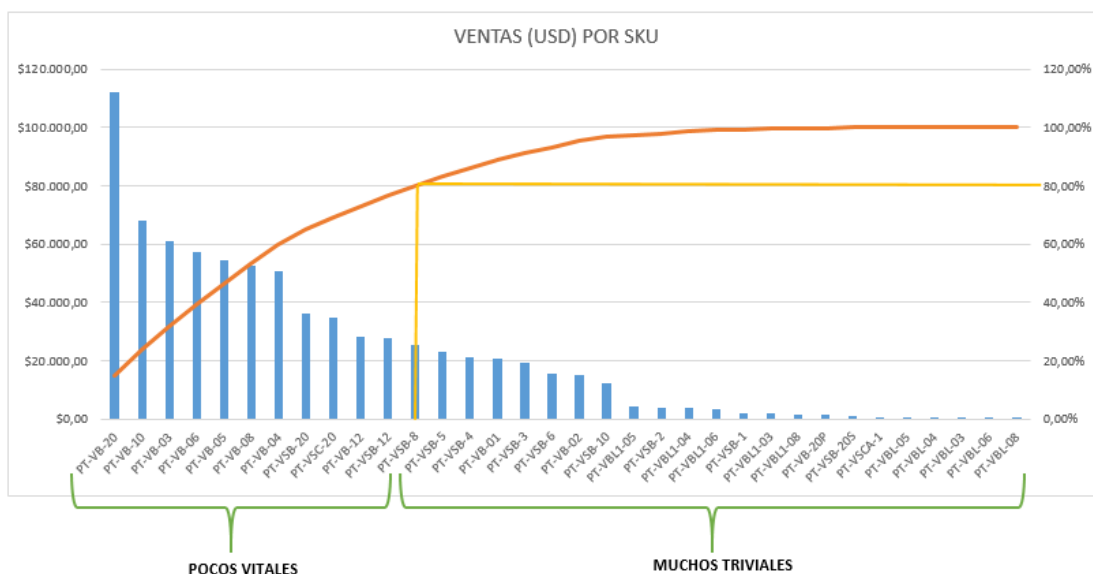


Figura 36. Diagrama de Pareto ventas (USD)

Después de analizar en base a los dos criterios: ventas en unidades y ventas en USD, se identifica que en ambos casos el producto con mayor impacto es la vela blanca #28, de la familia 1, siendo el producto estrella de la empresa. Aparte de ser el que más unidades (paquetes) vende, representa cerca del 15% del total de ventas; si se analiza con los demás ítems, tiene el doble de ventas que el segundo producto, con mayores ingresos por ventas, por lo que podemos determinar que este producto es el de mayor impacto en la empresa y el análisis se va a enfocar en el mismo.

A continuación, se presentan las tablas con los grupos de los vitales y triviales.

Tabla 10. Productos dentro de los pocos vitales

CODIGO	PRODUCTO	VENTAS (USD)	ACUMULADO	PORCENTAJE
<b>PT-VB-20</b>	Vela Blanca # 28	\$111.897,50	14,76%	14,76%
<b>PT-VB-10</b>	Vela Blanca # 18	\$67.784,60	23,70%	8,94%
<b>PT-VB-03</b>	Vela Blanca # 11	\$60.899,80	31,73%	8,03%
<b>PT-VB-06</b>	Vela Blanca # 12	\$57.005,00	39,25%	7,52%
<b>PT-VB-05</b>	Vela Blanca # 13	\$54.182,70	46,40%	7,15%
<b>PT-VB-08</b>	Vela Blanca # 16	\$52.442,00	53,31%	6,92%

<b>PT-VB-04</b>	Vela Blanca # 12	\$50.788,40	60,01%	6,70%
<b>PT-VSB-20</b>	Vela S. # 28	\$36.198,00	64,79%	4,77%
<b>PT-VSC-20</b>	Vela Color Surtido # 28	\$34.817,60	69,38%	4,59%
<b>PT-VB-12</b>	Vela Blanca # 20	\$28.182,70	73,10%	3,72%
<b>PT-VSB-12</b>	Vela S. # 20	\$27.650,00	76,74%	3,65%

Tabla 11. Productos dentro de los muchos triviales

<b>CODIGO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>VENTAS (USD)</b>	<b>ACUMULADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>PT-VB-20</b>	Vela Blanca # 28	\$111.897,50	14,76%	14,76%
<b>PT-VB-10</b>	Vela Blanca # 18	\$67.784,60	23,70%	8,94%
<b>PT-VB-03</b>	Vela Blanca # 11	\$60.899,80	31,73%	8,03%
<b>PT-VB-06</b>	Vela Blanca # 14	\$57.005,00	39,25%	7,52%
<b>PT-VB-05</b>	Vela Blanca # 13	\$54.182,70	46,40%	7,15%
<b>PT-VB-08</b>	Vela Blanca # 16	\$52.442,00	53,31%	6,92%
<b>PT-VB-04</b>	Vela Blanca # 12	\$50.788,40	60,01%	6,70%
<b>PT-VSB-20</b>	Vela S. # 28	\$36.198,00	64,79%	4,77%
<b>PT-VSC-20</b>	Vela Color Surtido # 28	\$34.817,60	69,38%	4,59%
<b>PT-VB-12</b>	Vela Blanca # 20	\$28.182,70	73,10%	3,72%
<b>PT-VSB-12</b>	Vela S. # 20	\$27.650,00	76,74%	3,65%
<b>PT-VSB-8</b>	Vela S. # 16	\$25.523,00	80,11%	3,37%
<b>PT-VSB-5</b>	Vela S. # 13	\$23.218,00	83,17%	3,06%
<b>PT-VSB-4</b>	Vela S. # 12	\$21.147,00	85,96%	2,79%
<b>PT-VB-01</b>	Vela Blanca # 9	\$20.538,70	88,67%	2,71%
<b>PT-VSB-3</b>	Vela S. # 11	\$19.107,00	91,19%	2,52%
<b>PT-VSB-6</b>	Vela S. # 14	\$15.647,00	93,25%	2,06%
<b>PT-VB-02</b>	Vela Blanca # 10	\$15.221,70	95,26%	2,01%
<b>PT-VSB-10</b>	Vela S. # 18	\$12.262,00	96,88%	1,62%
<b>PT-VBL1-05</b>	Vela Blanca Liviana (200gr) # 13	\$4.275,00	97,44%	0,56%
<b>PT-VSB-2</b>	Vela S. # 10	\$4.037,00	97,98%	0,53%
<b>PT-VBL1-04</b>	Vela Blanca Liviana	\$3.900,00	98,49%	0,51%

	(200gr) # 12			
<b>PT-VBL1-06</b>	Vela Blanca Liviana (200 gr) # 14	\$3.375,00	98,94%	0,45%
<b>PT-VSB-1</b>	Vela S. # 9	\$1.898,00	99,19%	0,25%
<b>PT-VBL1-03</b>	Vela Blanca Liviana (220gr) # 11	\$1.875,00	99,43%	0,25%
<b>PT-VBL1-08</b>	Vela Blanca Liviana (220 gr) # 16	\$1.500,00	99,63%	0,20%
<b>PT-VB-20P</b>	Vela Blanca # 28 Pequeña	\$1.265,00	99,80%	0,17%
<b>PT-VSB-20S</b>	Vela S. # 28 Surtido	\$1.208,00	99,96%	0,16%
<b>PT-VSCA-1</b>	Vela S. Color Amarillo # 9	\$200,00	99,98%	0,03%
<b>PT-VBL-05</b>	Vela Blanca # 13	\$90,00	100,00%	0,01%
<b>PT-VBL-04</b>	Vela Blanca Liviana # 12	\$12,00	100,00%	0,00%
<b>PT-VBL-03</b>	Vela Blanca Liviana # 11	\$8,00	100,00%	0,00%
<b>PT-VBL-06</b>	Vela Blanca # 14	\$8,00	100,00%	0,00%
<b>PT-VBL-08</b>	Vela Blanca # 16	\$5,00	100,00%	0,00%

### 3.6. Estudio de Tiempos

El análisis para descubrir qué producto es el de mayor impacto en la empresa, sirve para poder priorizar el producto en el cual se debe realizar el estudio; al tener varios productos de diferentes familias se dificulta mucho más el análisis y es por ello que se realiza esta priorización. El producto en el que se enfocará el análisis es la vela blanca #28 de la familia 1, para este tipo de producto se utilizan 5 máquinas encargadas de realizar su producción. A continuación, se presentan las máquinas que producen dicho producto.

Tabla 12. Máquinas destinadas a la producción del producto estrella

CODIGO	MAQUINA	LINEA DE VELA QUE FABRICA	CAPACIDAD
<b>MQ17-20.3-N-T</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 1	700
<b>MQ16-20.2-N-T</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 1	504
<b>MQ15-20.1-AL-T</b>	Máquina 28 Importada	Familia 1	432
<b>MQ18-20.4-AL-T</b>	Máquina 28 Importada	Familia 1	408
<b>MQ19-20.5-N-T</b>	Máquina 28 Nacional	Familia 1	324

De las máquinas que producen el tipo de vela con mayor impacto en la empresa, se ha decidido tomar la máquina MQ17-20.3-N-T que tiene una capacidad de 700 unidades por cada cargue (lote), al producir mayor cantidad de unidades por lote representa un 30% de la cantidad total de unidades que se puede producir con todas las máquinas de este tipo.

### 3.6.1. Toma de tiempos

Para el estudio de tiempos se tomaron 10 muestras para cada proceso, su cantidad se determinó en base al método *general electric*, el que muestra una tabla con las observaciones a realizar, dependiendo del tiempo de ciclo que tiene el proceso. Tabla presentada en el capítulo de marco teórico.

El estudio se realizó en la planta de producción de la empresa PAMOSA S.A, el que llevó aproximadamente de 35 horas, las que fueron destinadas en su totalidad a la recolección de tiempos de las distintas actividades en cada proceso.

La toma de muestras y el cronometraje de las mismas se hicieron en orden según como se desarrollan los procesos, esto quiere decir que empezó con el proceso de diluido hasta llegar al proceso final que es el descargue de máquina. Se utilizó la ecuación 1, para la obtención del tiempo medio de ciclo, posteriormente se calculó la desviación estándar usando la ecuación 2, el cálculo de estos dos criterios permite la obtención de los límites tanto superior

como inferior, haciendo uso de la ecuación 3 y 4. Con el valor de los límites se pudo calcular el promedio válido.

Para el cálculo de la valoración del trabajo, es un valor que se definió en base a los criterios de la figura 9. En base a la ecuación 7, se calcula el tiempo normal o básico para cada actividad, tal como se muestra en el anexo 6.

### 3.6.2. Cálculo del tiempo estándar

Para poder calcular el tiempo estándar como se mencionó en el marco teórico primero se debe calcular el coeficiente de descuento, el cual se obtiene utilizando la tabla de OIT, en la cual nos dice los rangos según las distintas condiciones de trabajo, tabla la cual se puede apreciar en el anexo 1. El desarrollo para la obtención de valor de coeficiente de descuento para cada actividad se puede apreciar en el anexo 7.

Es importante definir las condiciones de producción y la frecuencia de las unidades producidas, ya que es un valor el cual se ocupa para poder calcular el tiempo estándar. En la tabla a continuación se presenta dichas condiciones.

*Tabla 13.* Condiciones de producción y frecuencia de unidades producidas.

PROCESO	Condiciones	Kilogramos
Diluido	Se debe producir parafina diluida de al menos un bulto	50
Cargue de Máquina	Se debe cargar para un lote de 700 velas (0,015kg/vela)	10,5
Moldeado	Se moldea un cargue de 700 velas	10,5
Descargue de Máquina	Se debe descargar un lote completo	10,5

En base a estas condiciones se procede a calcular la frecuencia por unidad, mediante el uso de la ecuación 8 se calcula el tiempo estándar para la



elaboración de lote de producción, en otras palabras, de un cargue completo de máquina. El desarrollo de dicho cálculo se presenta en el anexo 8.

A continuación, se presenta el tiempo estándar para la producción de velas tradicionales.

*Tabla 14.* Tiempo estándar para la producción de velas tradicionales

	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>	59,28	min/lote
<b>PRODUCCIÓN POR HORA</b>	1,01	Lotes/h
<b>PRODUCCIÓN POR JORNADA</b>	8,10	Lotes/h
<b>PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	186,23	Lotes/h

Para determinar la producción por jornada que la empresa PAMOSA S.A se multiplica las 8 horas que dura la jornada por la cantidad de lotes por hora, lo cual da un valor de 8,10 lotes por cada jornada lo que quiere decir que la producción diaria en unidades de velas es de 5,670 aproximadamente ya que cada lote que se produce contiene 700 unidades.

Es importante destacar que este valor de producción por jornada se tiene que comprobar con la simulación ya que existen muchos factores que intervienen en la producción y que pueden afectar el tiempo disponible dentro del proceso, todas las pérdidas de tiempos afectan a que el cálculo de producción por jornada se cumpla.

### **3.7. Variabilidad en los procesos**

El cálculo de la variabilidad de todos los procesos se hace en base a las ecuaciones 2,3 y 4, las cuales nos permiten calcular la desviación estándar y los límites de control, en todos los procesos se ocupa la misma metodología.

### 3.7.1. Variabilidad en el proceso de diluido

Para el cálculo de variabilidad lo que se realiza en primer lugar es un flujograma de cada proceso en el que se describe las actividades del proceso, el tipo de actividad y las muestras con los tiempos de cada actividad, este flujograma se lo presenta en la sección de anexos, revisar anexo 9. En dicho, se pueden observar los tiempos que tarda cada actividad de este proceso, no se toma en cuenta los inventarios ya que en este proceso no existen. Es importante mencionar que el cálculo de variabilidad se lo hace por tipo de actividad, es decir, la variabilidad de todas las actividades que son transporte, operación, inspección. Se tiene que la mayor parte del tiempo en este proceso son inspecciones y demoras, por lo que esto podría inicialmente ser una oportunidad de mejora, analizar qué tanto se pueden optimizar esos tiempos, para realizarlo de mejor manera.

En la tabla a continuación se presenta el cursograma del proceso de diluido.

Tabla 15. Tiempos según actividades proceso diluido

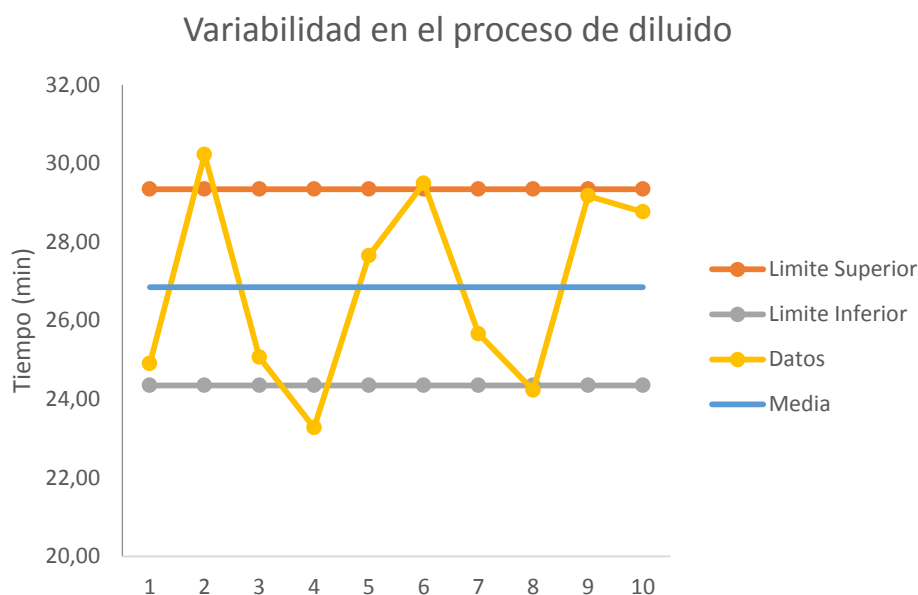
PROCESO DE DILUIDO					
Muestras	Tipo de Actividad				Total
	Inspección	Transporte	Demora	Operación	
					
1	3,36	0,60	10,40	10,56	24,91
2	1,18	0,70	16,80	11,55	30,23
3	2,30	0,63	11,18	10,96	25,07
4	3,49	0,66	9,02	10,11	23,28
5	1,98	0,55	14,10	11,03	27,65
6	1,24	0,68	16,44	11,14	29,50
7	2,98	0,69	11,35	10,65	25,66
8	2,00	0,67	10,59	10,97	24,23
9	2,37	0,56	15,08	11,16	29,17
10	2,35	0,59	15,40	10,43	28,77

Una vez presentados los tiempos de las muestras obtenidas, lo que se procede a calcular es la desviación estándar de las actividades y del proceso en general, para poder determinar la variabilidad del mismo.

*Tabla 16.* Variabilidad en el proceso de diluido

<b>X media</b>	<b>2,32</b>	<b>0,63</b>	<b>13,04</b>	<b>10,86</b>	<b>26,85</b>
<b>Desviación estándar</b>	0,79	0,05	2,83	0,42	2,50
<b>Variabilidad</b>	33,85%	8,62%	21,71%	3,86%	9,30%

En la tabla 16 se observa que el proceso de diluido tiene un tiempo medio en inspección de 2,32 min, con una desviación estándar de 0,79, lo que sirve para calcular la variabilidad de dichas inspecciones con un 33,85% de variabilidad; respecto al transporte, el tiempo medio es de 0,63 min, siendo el menor tiempo en actividades de este proceso, teniendo una desviación estándar de 0,05 y una variabilidad de 8,62%. En lo que corresponde a demoras, se tiene un tiempo medio de 13,04 min al realizar estos tipos de actividades, con una desviación estándar de 2,83, dando una variabilidad del 21,71% siendo en este caso, la actividad con mayor variabilidad del proceso, al tener mucha variación respecto a las demás, puede ser una mejora potencial. Para actividades de operación se tiene una media de 10,86 min, con una desviación de 0,42, lo que permite calcular la variabilidad del 3,86% siendo la actividad que menor variabilidad presenta en todo el proceso. Finalmente, se calculó la media del proceso total que da un valor de 26,85 min con una desviación del 2,50 y una variabilidad total del proceso de 9,30%. A continuación, se presenta la figura 37 en la que se puede apreciar cómo las muestras están en base a los límites de tolerancia. Los tiempos corresponden al del proceso total, no por actividades, como se presentó en las tablas 15 y 16.






*Figura 37.* Variabilidad en el proceso de diluido

### 3.7.2. Variabilidad en el proceso de cargue de máquina

Para este segundo proceso, se realiza el flujograma analítico del proceso el cual se puede observar en el anexo 10, se procedió a agrupar los tiempos por el tipo de actividad al que corresponden, de esta forma se puede apreciar cuánto tiempo del total está destinado para cada tipo de actividad.

A continuación, en la tabla 17 se presentan los tiempos por tipo de actividad y no por el nombre de cada actividad.

*Tabla 17.* Tiempos según tipo de actividad en cargue de máquina.

<b>PROCESO DE CARGUE DE MÁQUINA</b>				
<b>Muestras</b>	<b>Tipo de Actividad</b>			<b>Total</b>
	<b>Inspección</b>	<b>Transporte</b>	<b>Operación</b>	
				
<b>1</b>	0,40	0,09	1,11	1,60
<b>2</b>	0,43	0,13	1,11	1,68

<b>3</b>	0,46	0,20	1,33	1,99
<b>4</b>	0,41	0,18	1,19	1,78
<b>5</b>	0,44	0,10	1,31	1,86
<b>6</b>	0,41	0,10	1,41	1,93
<b>7</b>	0,41	0,12	1,35	1,88
<b>8</b>	0,41	0,15	1,25	1,82
<b>9</b>	0,42	0,18	1,33	1,92
<b>10</b>	0,44	0,20	1,41	2,05

Como se aprecia en la tabla 17, la mayor parte del tiempo está en actividades de operaciones, lo que es algo bueno aparentemente, ya que, a diferencia del proceso anterior, se tenía que gran parte del tiempo eran inspecciones y demoras, actividades que no siempre agregan valor al producto final. Algo importante en este proceso es que no existen demoras, que como se sabe, son consideradas en su mayoría como mudas, algo que se debe evitar en los procesos, minimizándolas o si es posible eliminándolas.

*Tabla 18.* Variabilidad del proceso de cargue de máquina

<b>X media</b>	0,42	0,15	1,28	1,85
<b>Desviación estándar</b>	0,02	0,04	0,11	0,14
<b>Variabilidad</b>	4,80%	28,55%	8,75%	7,48%

En base a la tabla 17, se calculó la variabilidad de cada tipo de actividad y del proceso en general, al igual que se hizo con el primer proceso, en este caso los tipos de actividades que se tienen son: inspección, transporte y operación; aquí no existen actividades relacionadas con inventarios. Respecto a inspección, se pudo calcular un valor medio de tiempo de 0,42 min, con una desviación estándar de 0,02 dando una variabilidad de 4,80%, siendo la variabilidad con el porcentaje más bajo de actividades de este proceso. En cuanto al transporte se tiene una media de 0,15 min, siendo el tiempo menor de todos los tipos de actividades, se tiene una desviación estándar del 0,04 y una variabilidad del 28,55%, en este caso el tipo de actividad con mayor porcentaje de variabilidad.

Estos tiempos de transporte son los más bajos, al tener valores de desviación altos, hace que su variabilidad también lo sea. A diferencia de otras actividades, en las que su desviación es mayor pero su variabilidad es menor. Las operaciones dentro de este proceso tienen un tiempo medio de 1,28 min con una desviación estándar del 0,11 con una variabilidad del 8,75%. Finalmente, se calculan los datos del proceso en general, en el cual se tiene un tiempo promedio de 1,85min con una desviación estándar de 0,14 y una variabilidad del 7,48%. En la figura 38 se pueden apreciar los tiempos totales del proceso en relación con la media y los límites de control.

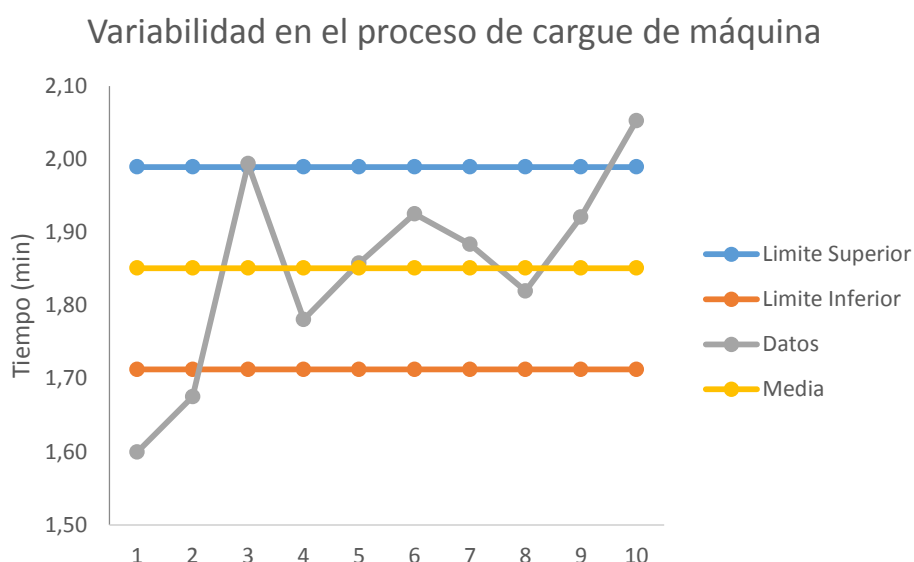


Figura 38. Variabilidad en cargue de máquina.

### 3.7.3. Variabilidad en el proceso de moldeado

El proceso de moldeado está conformado por cinco actividades, es un proceso que la mayor parte es mecánico. En este caso se presentan los tiempos en base al tipo de actividad y después el total del proceso. Revisar anexo 11 donde se encuentra el flujograma analítico de este proceso.

En la tabla 19 se pueden apreciar las muestras de los tiempos obtenidos en este proceso.

Tabla 19. Tiempos según tipo de actividad en el proceso de moldeo

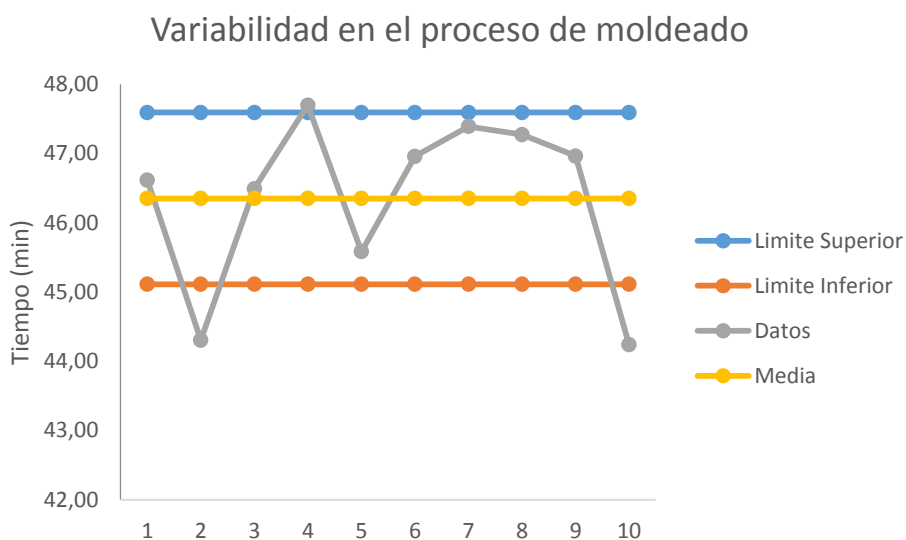
PROCESO DE MOLDEADO				
Muestras	Tipo de Actividad			Total
	Inspección	Demora	Operación	
				
<b>1</b>	1,27	44,83	0,52	46,62
<b>2</b>	0,85	43,03	0,43	44,30
<b>3</b>	0,99	44,96	0,54	46,49
<b>4</b>	1,04	46,24	0,42	47,70
<b>5</b>	0,83	44,16	0,60	45,58
<b>6</b>	1,27	45,23	0,46	46,96
<b>7</b>	1,49	45,45	0,44	47,39
<b>8</b>	0,99	45,85	0,43	47,27
<b>9</b>	1,14	45,21	0,62	46,96
<b>10</b>	1,11	42,61	0,52	44,24

Como se aprecia en la tabla 19, este proceso tiene la mayor parte destinada a actividades de espera, dado que se debe esperar el tiempo que toma a la máquina formar las velas. Este tipo de actividades hay que optimizarlas o eliminarlas; en este caso, es muy difícil, debido a que es una demora necesaria en la que no se puede intervenir mucho, porque la máquina es la que tiene el tiempo de funcionamiento para realizar el formado de vela. A diferencia de otro tipo de esperas, el moldeo es una espera que si genera valor agregado al producto.

Tabla 20. Variabilidad del proceso de moldeo

<b>X media</b>	<b>1,10</b>	<b>44,76</b>	<b>0,50</b>	<b>46,35</b>
<b>Desviación estándar</b>	0,20	1,17	0,07	1,24
<b>Variabilidad</b>	18,65%	2,61%	14,31%	2,67%

Se calcula el tiempo medio que toma el moldeado en máquina, el cual es de 46,35 min, con una desviación estándar de 1,24 y una variabilidad del 2,67%, que es relativamente bajo; al ser un proceso que es la mayor parte mecánica, la variabilidad no va tener valores altos debido a que la máquina tiene un funcionamiento más estándar que no se ve afectado por factores a los que un proceso manual está expuesto.



*Figura 39.* Variabilidad en el proceso de moldeado





En la figura 39 se puede apreciar la tendencia de los tiempos de moldeado en relación con la media y los límites de control, como se puede observar en la figura, son pocas las muestras que están fuera de los límites, esto se debe a que el proceso en general no tiene una variabilidad alta.

#### 3.7.4. Variabilidad en el proceso de descargue de máquina

Como se lo ha venido haciendo con los anteriores procesos, los tiempos son agrupados por el tipo de actividad al que pertenecen y después se presenta el tiempo total que se tarda todo el proceso. En la tabla 21 se pueden apreciar los tiempos en base a las muestras y el tipo de actividad.



Tabla 21. Tiempos según tipo de actividad en descargue de máquina

PROCESO DE DESCARGUE DE MÁQUINA					
Muestras	Tipo de Actividad				Total
	Inspección	Transporte	Demora	Operación	
					
<b>1</b>	0,27	1,37	0,25	11,30	13,19
<b>2</b>	0,19	1,35	0,33	9,19	11,06
<b>3</b>	0,21	1,36	0,35	8,53	10,45
<b>4</b>	0,20	1,26	0,32	9,96	11,73
<b>5</b>	0,27	1,38	0,22	9,29	11,17
<b>6</b>	0,19	1,26	0,22	10,15	11,81
<b>7</b>	0,19	1,30	0,17	8,40	10,05
<b>8</b>	0,25	1,34	0,25	9,35	11,19
<b>9</b>	0,22	1,30	0,28	9,27	11,05
<b>10</b>	0,28	1,34	0,31	9,00	10,94

En este caso, se calculó la variabilidad de las actividades y del proceso en general, que se puede apreciar en la tabla 22, para lo que son las actividades de inspección, se tiene un valor promedio de 0,23 min y una desviación estándar de 0,04 dando una variabilidad de 16,97%. Respecto al transporte, se tiene un tiempo promedio de 1,33 min con una desviación estándar de 0,05 y una variabilidad del 3,45%, un porcentaje muy bajo, lo cual nos indica que en esta actividad no se tiene mucha variabilidad, algo positivo a destacar, ya que muchas veces las actividades que corresponden a transporte no agregan valor al producto; sin embargo, son necesarias hacerlo. Se tiene una demora con un tiempo medio de 0,27 min, una desviación estándar de 0,06 y una variabilidad del 21,35%, este tipo de actividad es el que mayor variabilidad presenta en este proceso, sería una oportunidad de mejora. Se tiene un valor de 9,44 min de tiempo medio en los que son operaciones con una desviación estándar de 0,85 y una variabilidad de 8,97%. Por último, se tiene un tiempo medio de 11,26 min

del proceso completo, con una desviación estándar de 0,85 y una variabilidad general del proceso de 7,58%.

Tabla 22. Variabilidad en el proceso de descargue de máquina.

<b>X media</b>	<b>0,23</b>	<b>1,33</b>	<b>0,27</b>	<b>9,44</b>	<b>11,26</b>
<b>Desviación estándar</b>	0,04	0,05	0,06	0,85	0,85
<b>Variabilidad</b>	16,97%	3,45%	21,35%	8,97%	7,58%

En la figura 40 se presenta la tendencia de las muestras del proceso en general respecto a la media y sus límites de control.

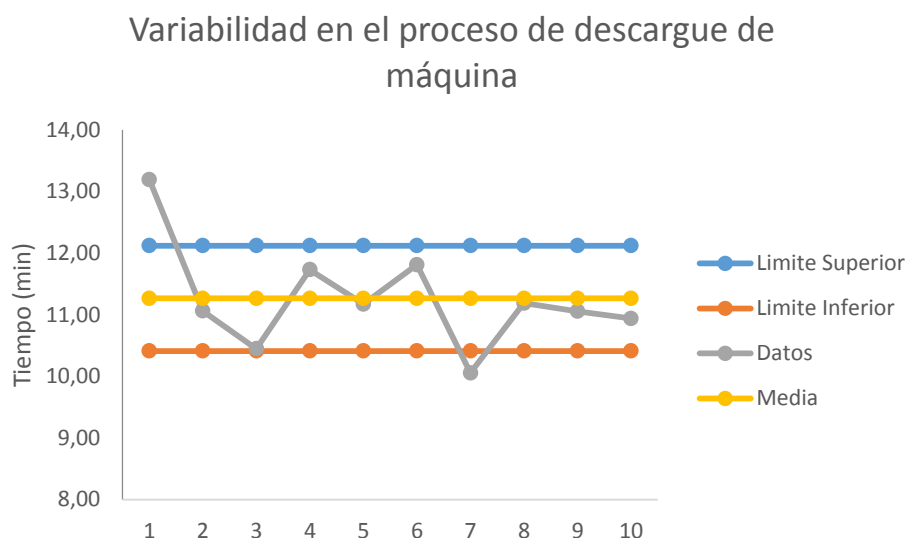


Figura 40. Variabilidad en el proceso de descargue de máquina

### 3.7.5. Variabilidad del proceso de fabricación de vela tradicional

Para terminar con el análisis de variabilidad, se presenta el estudio del proceso completo de fabricación de vela tradicional, anteriormente se presentó el análisis en base a cada proceso, en donde se podía ver qué tan variable era dicho proceso y los valores de las actividades que se realizan en los mismos. En este punto se presenta el análisis de variabilidad del proceso completo, para poder analizarlo y ver qué resultados se obtienen.

En la tabla 23 se ven los tiempos de todas las actividades que se realizan en la fabricación de vela tradicional, están agrupados por el tipo de actividad, mas no por la actividad en específico.

*Tabla 23.* Tiempos del proceso de fabricación de vela tradicional

PROCESO DE FABRICACIÓN DE VELA TRADICIONAL					
Muestras	Tipo de Actividad				Total
	Inspección	Transporte	Demora	Operación	
					
<b>1</b>	5,29	2,06	55,47	23,35	86,18
<b>2</b>	2,64	2,18	60,16	22,12	87,10
<b>3</b>	3,97	2,19	56,49	21,18	83,82
<b>4</b>	5,13	2,10	55,57	21,43	84,24
<b>5</b>	3,52	2,04	58,48	22,09	86,12
<b>6</b>	3,11	2,03	61,88	22,91	89,94
<b>7</b>	5,07	2,12	56,97	20,61	84,76
<b>8</b>	3,65	2,16	56,70	21,84	84,35
<b>9</b>	4,14	2,04	60,57	22,14	88,88
<b>10</b>	4,18	2,13	58,33	21,18	85,82

*Tabla 24.* Variabilidad del proceso de fabricación de vela tradicional

<b>X media</b>	<b>4,07</b>	<b>2,10</b>	<b>58,06</b>	<b>21,89</b>	<b>86,12</b>
<b>Desviación estándar</b>	0,89	0,06	2,21	0,83	2,03
<b>Variabilidad</b>	21,76%	2,84%	3,81%	3,79%	2,36%

Como se aprecia en la tabla 24, la mayor parte del tiempo total que se dedica a la fabricación de velas está en demoras, con una media de 58,06 min, es algo que se podía predecir debido a que la mayoría de esos tiempos de demora son cuando la máquina está formando a la vela, la cual sí agrega valor al producto final, por lo que es una actividad necesaria para el proceso; sin embargo, se

puede mencionar que los tiempos restantes de demora que no estén relacionados con el moldeado de la vela pueden ser actividades que si no agregan valor al cliente, posiblemente puedan ser mejoradas para disminuir esos tiempos de demora, que no son un valor agregado al proceso. La desviación estándar del proceso en base a las demoras es de 2,21 y se tiene una variabilidad del 3,81%.

Por otro lado, el tipo de actividad con menor tiempo destinado es el transporte, con una media de 2,10 min, inicialmente es bueno ya que muchas veces los transportes son actividades que no agregan valor al producto, pero es estrictamente necesario realizarlos. Por esto, la empresa tiene el valor menor en tiempo para actividades como esta, que, de igual manera, puede ser reducido aún más. Se tiene una desviación estándar del 0,06 y una variabilidad del 2,84%.

El proceso completo tiene un promedio de 4,07 min en lo que son actividades de inspección, con una desviación estándar de 0,89 y una variabilidad del 21,76%. En cuanto a actividades que son relacionadas con operaciones, se tiene una media de 21,89 min, con una desviación estándar del 0,83 y una variabilidad del 3,79%. El tipo de actividad que presenta mayor variabilidad en el proceso son las inspecciones.

Finalmente, el proceso completo tiene una media de 86,12 min, con una desviación estándar del 2,03 y una variabilidad total del proceso del 2,36%. En la figura 41, presentada a continuación, se puede ver la tendencia de las muestras en base a los límites de control y la media en tiempo que lleva realizar el proceso.

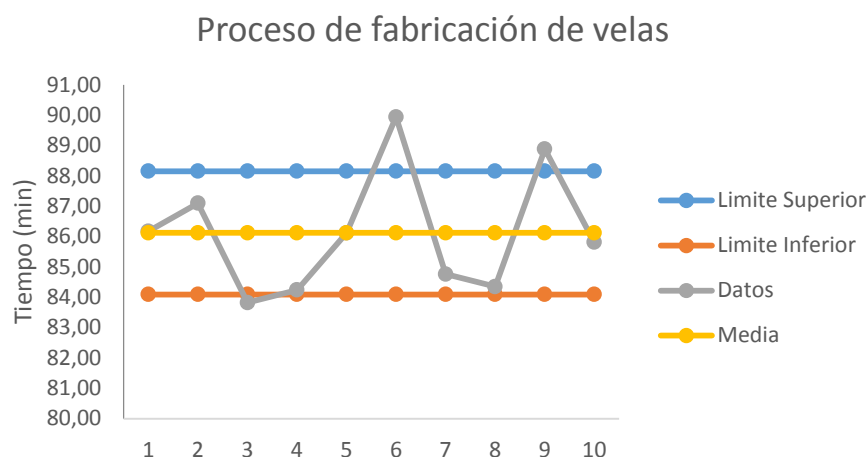


Figura 41. Variabilidad en proceso completo de fabricación

### 3.7.6. Cálculo de índices de capacidad de la fabricación de velas

En las empresas es muy común y frecuente que se cree la necesidad de poder evaluar los procesos que se llevan a cabo a lo largo de sus líneas productivas, uno de los criterios que es muy importante y que a las empresas les gusta evaluar es la variabilidad que tienen sus procedimientos

En base a la ecuación 16 presentada anteriormente se calculó el Cp del proceso y se comprara su valor con la tabla del índice del cp, como se puede ver, el valor es menor a la 0,67 y es por ello que está en categoría 4, lo que indica que no es adecuado para el trabajo y requiere de mejoras inmediatas. Además, se calcula el Cpu y Cpl para determinar el Cpk, estos cálculos se hicieron con las ecuaciones 17,18 y 19.

Tabla 25. Cp del proceso de fabricación de vela

<b>Cp</b>	<b>0,33</b>
<b>Cpu</b>	0,33
<b>Cpl</b>	0,33
<b>Cpk</b>	0,33

En la figura presentada a continuación se puede observar el gráfico del análisis de capacidad del proceso, gráfico que se elaboró en Excel mediante el programa de SPC para Excel.

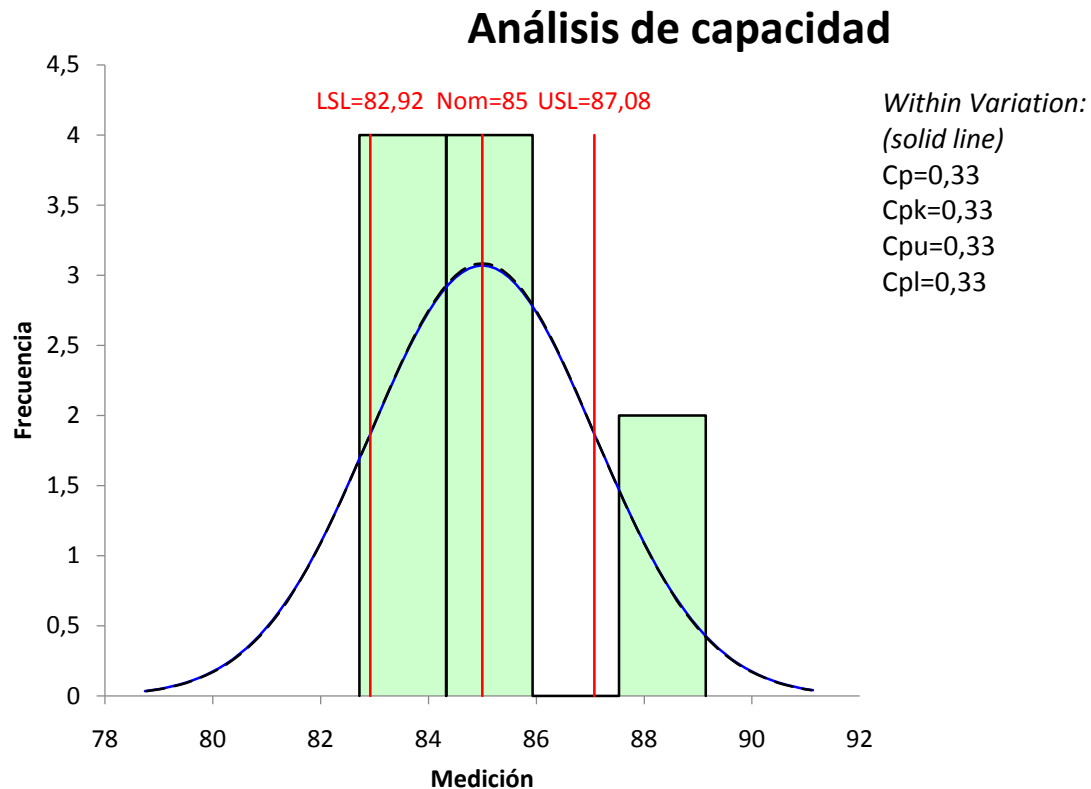


Figura 42. Análisis de la capacidad del proceso

Como se menciona anteriormente el valor de Cp tiene un valor muy bajo lo cual no es aceptable y que tiene mucho por mejorar el proceso, en el gráfico de análisis de la capacidad tenemos que el valor de Cp y Cpk son iguales esto quiere decir que el proceso está centrado dentro de los límites de especificación. Sin embargo, los valores demuestran que el proceso debe ser mejorado y reducir su variabilidad.

### 3.8. Balance actual del proceso

El presentar un balance de proceso actual ayuda a que se pueda analizar mediante los datos que se tiene, cómo están los tiempos estándar de los

procesos en comparación con el tiempo takt del mismo. Es por ello que para realizar el análisis de balance se tiene que calcular el tiempo takt, el cual se puede ver en la tabla 30 con el análisis de balance, este fue calculado en base a la ecuación 9. Esta indagación también permite verificar dichos procesos, los que son un cuello de botella en el proceso, de esta forma se debe enfocar en los mismos para poder disminuir el o los procesos que sean cuello de botella.

Tabla 26. Balance del proceso actual

<b>Análisis de balance</b>			
<b>Tiempo disponible de producción</b>	8	Horas/diarias	
<b>Demanda Diaria</b>	312	paquetes	
<b>Tiempo Takt</b>	35	min/paquete	
<b>Tiempo de producción</b>	59,28	min/35 paquetes	
<b>Capacidad</b>	280	paquetes/día	
Proceso	<b>Tiempo estándar (min)</b>	<b>Tiempo Takt (min)</b>	<b>Te vs Tt</b>
<b>Diluido</b>	13,33	35	62%
<b>Cargue de máquina</b>	1,00	35	97%
<b>Moldeado</b>	45,15	35	-29%
<b>Descargue de máquina</b>	1,00	35	97%

Nota: La columna que representa el Te vs Tt es la diferencia en porcentaje del tiempo estándar de cada proceso con respecto a tiempo takt.

La empresa tiene una capacidad de producción de 280 paquetes dentro de cada jornada productiva, si se compara este valor con el de la demanda diaria, vemos que no es lo suficiente para poder cumplir con dicha demanda; son 32 paquetes faltantes o que la empresa no alcanza a producir para poder cumplir con la demanda. En cuanto a los procesos, se calcula los cuellos de botella en base a la ecuación 10, se puede ver que el moldeado es el actual cuello de botella dentro del proceso productivo, ya que su tiempo estándar está sobre el tiempo takt. Por otro lado, ninguno de los procesos restantes sobrepasa el tiempo takt.

El siguiente grafico representa los tiempos de cada proceso en relación al tiempo takt.

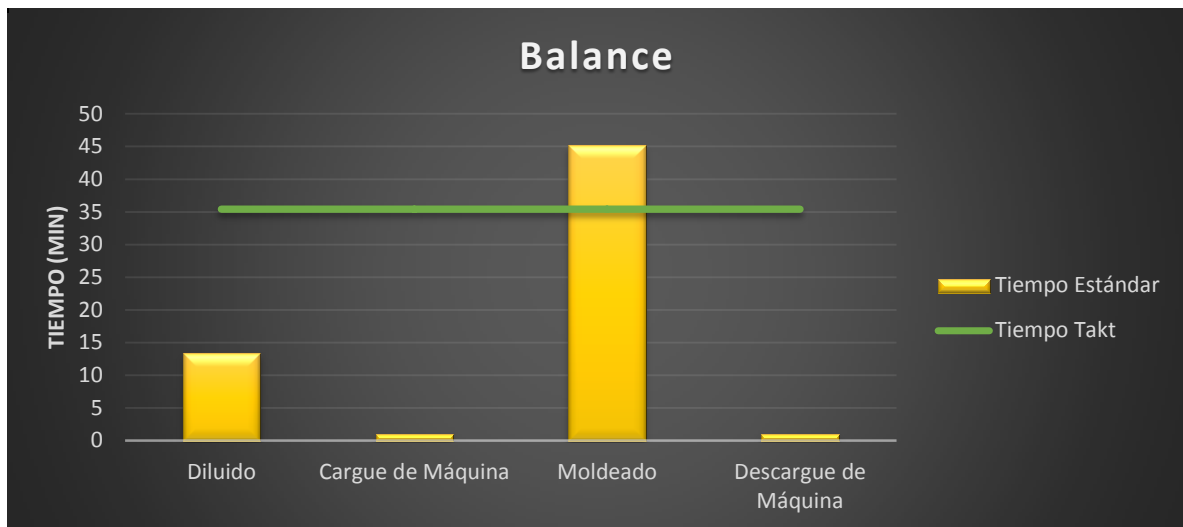


Figura 43. Balance de proceso

### 3.9. Mapa del flujo de valor (VSM)

Esta herramienta necesita de cierta información para poder ser diagramada, en este punto, en que se tiene la información suficiente sobre el proceso, se realiza el mapa del flujo de valor del procedimiento completo de fabricación de velas, ya que se tienen los tiempos de ciclo de los distintos procesos como la capacidad de los mismos. En el capítulo dos se describe la funcionalidad de esta herramienta y se presenta la información en base a símbolos destinados para cada actividad.



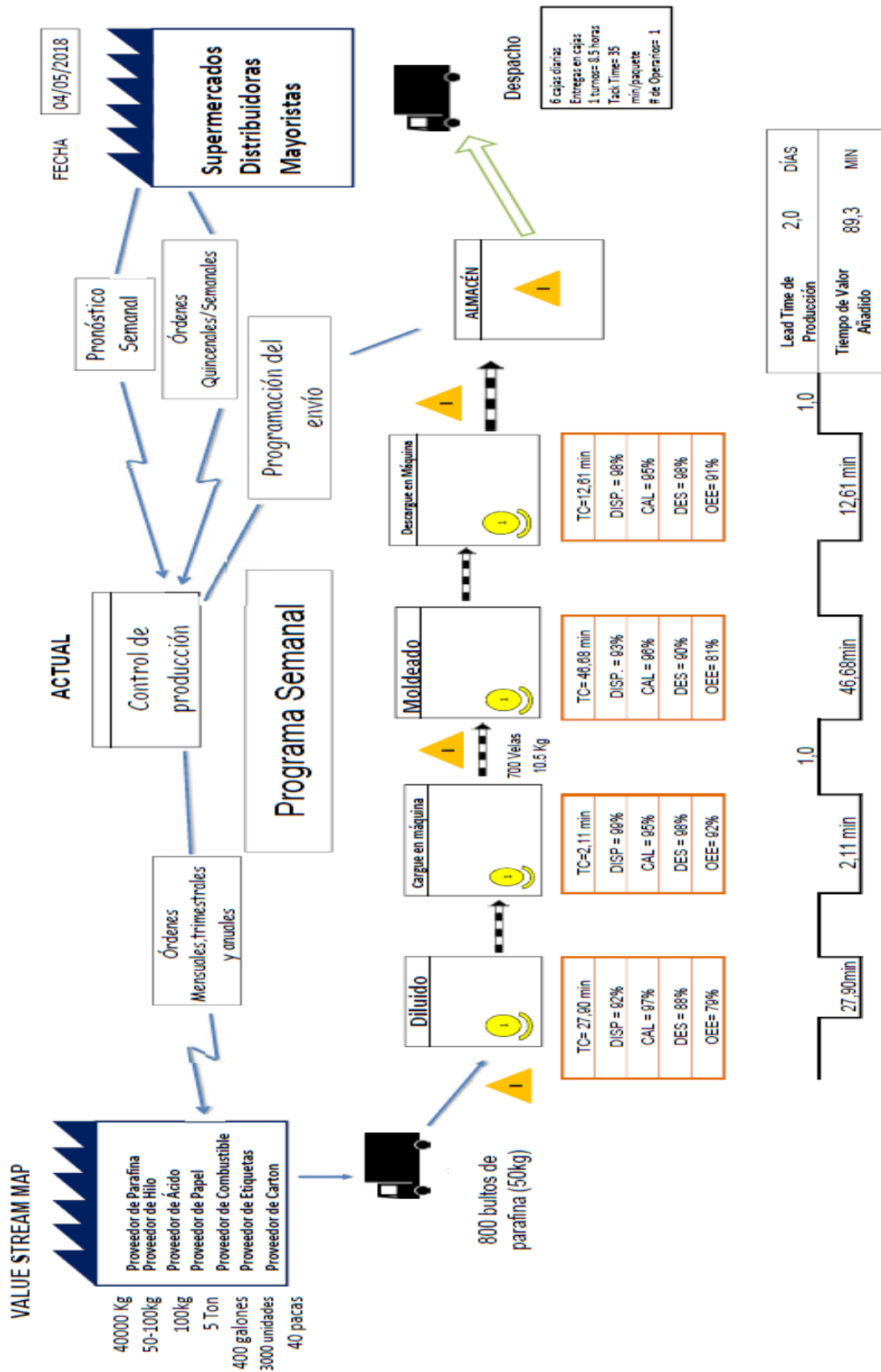


Figura 44. Mapa del flujo de valor actual

En la figura 44 se presenta el mapa del flujo de valor actual de la empresa, el funcionamiento actual que se realiza es en base a la segmentación que se hizo anteriormente y a la máquina con mayor producción del producto estrella. La empresa al no tener una programación de producción bien definida y correcta, no tiene una tendencia de producción ni una actividad productiva ya definida; la producción de los tipos de vela y el uso de las máquinas no es algo determinado, es por eso que el estudio se basó en el producto con mayor demanda y la máquina con mayor capacidad para dicho producto.

La empresa actualmente tiene una demanda diaria de 312 paquetes y su takt time es de 35 minutos por cada paquete. La empresa está entregando únicamente 5,6 cajas de las 6 cajas diarias que se debería entregar.

Se muestra los valores de la eficiencia general de los equipos en cada proceso, para poder calcularla primero se debe calcular la disponibilidad con la ecuación 13, el rendimiento con la ecuación 14 y finalmente la calidad con la ecuación 15. Cuando se obtienen estas tres razones porcentuales se ocupa la ecuación 12 y se obtiene en valor de OEE de cada proceso. El proceso de diluido tiene un OEE de 79% es el proceso con menor nivel de eficiencia, por otro lado, el cargue y descargue de máquina son los procesos con mejor porcentaje de eficiencia con 91% y 92% respectivamente. Finalmente, el moldeado tiene un valor de 81% lo cual es un valor aceptable de eficiencia.

### **3.10. Simulación del proceso actual**

Se realiza una simulación mediante el programa flexsim, el cual nos permite simular el funcionamiento del proceso, en base a la información que se tiene como: los tiempos, el programa nos permite ingresar dicha información y tener una evaluación de los mismos. Mediante herramientas estadísticas arroja información sobre tiempo de funcionamiento, tiempo de ocio, distancias recorridas y mucha información más sobre las máquinas y las personas que intervienen, por lo que es una herramienta que va a ayudar mucho en el análisis del procedimiento.

Para comenzar el modelo fue programado en base a los tiempos que se obtuvieron en el levantamiento de tiempos, en este caso hay que saber cómo interpretar dichos tiempos dentro del programa, de igual forma para actividades que son acíclicas se las programo como paras programas para que dichos tiempos se simulen de la mejor forma posible y lo más cercana a la realidad. El tiempo de ciclo para un lote completo es de 89,3 min, la simulación se la hizo para toda la jornada completa que en este caso serían las 8,5 horas disponibles que se tiene. También se consideraron tiempos de almuerzos o inspecciones las cuales el operario tiene que realizar.

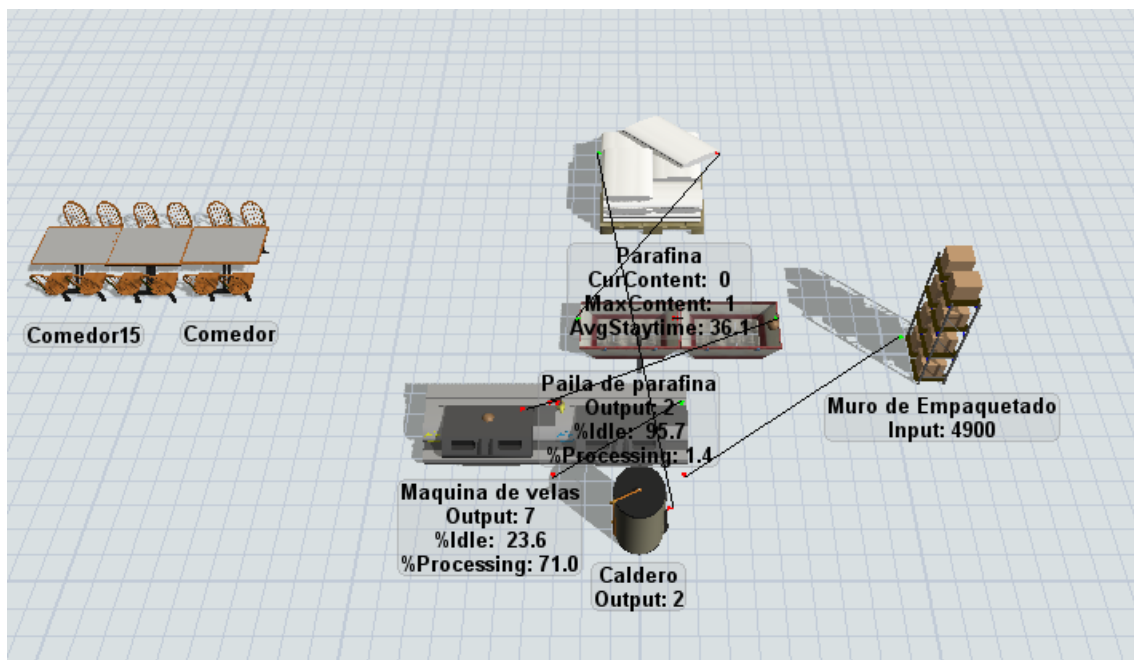


Figura 45. Modelo 3D Fabricación de vela

En la figura 45 se puede apreciar el modelo 3D del área de fabricación de vela tradicional. Para el modelo se ocupa un operario el cual es responsable de llevar a cabo el proceso, se utilizó dos bodegas las cuales representan el almacenamiento de parafina y la otra el apilamiento de las velas en unidades ya fabricadas. Por otro lado, se tienen dos máquinas las cuales son la paila de parafina que se encarga de diluir la materia prima y la máquina de vela, los tiempos de operación o paras programas que se definieron en la máquina que simula la paila son tiempos que corresponden al proceso de diluido, es

importante mencionar que para los tiempos de cargue de la maquina se decidió programarlos como tiempos de preparación, la máquina de velas que se encarga de realizar el proceso de moldeado. Y finalmente se decide incluir un separador el cual simula el moldeado de la capacidad que tiene la máquina, en este caso estos tiempos fueron programados en relación al proceso de descargue de máquina. Adicionalmente en el modelo que incluye el área de comedor para simular el tiempo en el que el operario toma su almuerzo.

Como se presentó en el levantamiento de tiempos, el tiempo para un lote de velas es de 89,3min, es por ello que en la simulación se corrió inicialmente el modelo hasta este tiempo con el objetivo de verificar que en dicho tiempo se cumple con la fabricación de un lote completo dentro de la máquina de velas y que todas las actividades que están dentro del proceso de fabricación de velas se las realice hasta llegar a dicho tiempo.

	<b>Output</b>
<b>Maquina de velas</b>	<b>1.0</b>
<b>Descargue de maquina</b>	<b>700.0</b>

*Figura 46.* Outputs producidos en un lote

Como se observar en la figura 46 se tiene las salidas en la máquina de vela en el tiempo 89,3min, lo que la figura nos demuestra es que hasta el tiempo que se corrió la simulación que fue el tiempo de un ciclo completo se realizó un cargue en la máquina de vela, produciendo 700 unidades. Lo que demuestra que los tiempos están bien programados y se está cumpliendo con la información que se levantó. En este punto solo se decide determinar cuánto se produce con el objetivo de demostrar que los tiempos este correctamente interpretados.

En la siguiente figura se presenta las cantidades totales que se producen en una jornada completa productiva, indica cuantas unidades en total se puede

fabricar actualmente y cuantos cargues de maquina se realizarían en toda la jornada.

	<b>Output</b>
<b>Maquina de velas</b>	7.0
<b>Descargue de maquina</b>	4900.0
<b>Paila de parafina</b>	2.0

*Figura 47.* Outputs producidos en una jornada

Al finalizar la jornada productiva se realizaron 7 cargues en la máquina, con una capacidad de 700 unidades, en total se producen 4900 velas, unidades con las cuales se pueden realizar 245 paquetes de velas, si comparamos con la tabla 40 presentada anteriormente donde se encuentra la capacidad de la empresa se ve que esta no está siendo aprovechada al máximo ya que solo se produce 245 paquetes de los 280 que se podrían realizar. Esto se da ya que existen muchos tiempos perdidos que muchas veces no se cuantifican y por ende la producción que se debería realizar no es la que se produce al final de la jornada. En este caso si se compara con la tabla del balance se estaría produciendo un lote menos de la capacidad que tiene la planta.

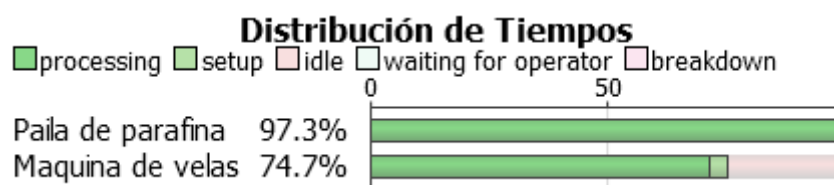
Por otro lado, se decide presentar la cantidad de bultos de parafina que se ocuparon para realizar las 4900 unidades, la figura nos indica que se ocupó en total 2 bultos de parafina, cada bulto de parafina tiene 50000 gr, si cada unidad tiene un peso de 15gr, entonces en total se necesitó 73500 gr de parafina lo que quiere decir que 26500 gr de parafina están dentro de la piala de parafina siendo procesados.

Finalmente, la demanda diaria no se puede cumplir en el tiempo establecido ya que únicamente se produce 245 paquetes y no los 312 que se necesitan, para poder cumplir con la demanda del producto se necesitarían de aproximadamente 2 horas extras de trabajo, lo que está sucediendo actualmente en la empresa.

En relación con las máquinas en el modelo solo se encuentran dos máquinas como tal, se tiene la paila de parafina y la máquina de velas. En cuanto a la paila de parafina en la figura 48 se obtuvo un tiempo de procesamiento del 97,3%, es decir del tiempo total disponible esta máquina trabajó un 97,3%, el porcentaje restante que vendría a ser el 2,7% la máquina destino a una para programada que en este caso la máquina tiene esta para programada como la dilución del material en proceso dentro de la misma por lo cual en realidad la paila de parafina tiene un porcentaje de funcionamiento casi total, no se tiene tiempos perdidos o paros. La máquina es constantemente alimentada y nunca se queda sin material.

Ahora con respecto a la máquina de velas se tiene que su porcentaje de tiempo de procesamiento es del 74,7%, el 3,4% es tiempo de preparación, pero como se mencionó anteriormente a esta máquina se la programo los tiempos del proceso de cargue como el tiempo de preparación esto quiere decir que ese 3,4% corresponde a realizar actividades de cargue de máquina por lo cual se puede decir que son tiempo de procesamiento.

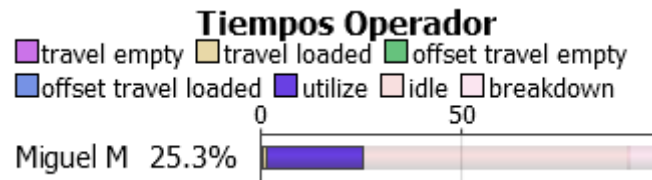
Finalmente se tiene que el 21,9% restante la máquina pasa parada o sin funcionar y esto se debe a que ese tiempo la máquina está esperando que se realicen otras actividades, además que al iniciar la jornada productiva la máquina tiene que esperar un tiempo considerable hasta que la parafina esté lista para poder ser vertida en la máquina.



*Figura 48.* Tiempos de las máquinas

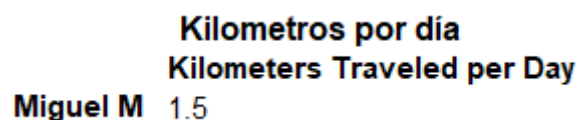
Si bien ya se presentó los datos de los tiempos en base a las máquinas ahora se van a observar en base al operador para demostrar cómo es su

funcionamiento durante la jornada productiva. En la figura a continuación se presenta la distribución del tiempo total disponible y en que porcentajes se destina este tiempo para las actividades del operario.



*Figura 49.* Tiempos Operario

De acuerdo a la figura 49 el operario tiene un 25.3% del tiempo total en el cual está haciendo actividades productivas, de ese porcentaje el 23.3% está realizando actividades directamente operativas y el 2% son tiempos de traslados del operario de un lugar a otro y también tiempos que se destinan al transporte de material. Tiene un porcentaje del 8,2% destinado a para programadas que en este caso vendría a ser la verificación de la cantidad de inventario que forma parte de sus actividades por lo cual en realidad el operario está trabajando un 33,5% del tiempo total, es decir, tiene un 66,5% de tiempo en el cual no está realizando ninguna actividad. Estos porcentajes están muy cercanos a la realidad ya que si se ve en el levantamiento de tiempos el operario solo interviene en casi el 40% del total del tiempo de ciclo del proceso. Este tiempo que esta el operario sin ser utilizado podría ser destinado a la fabricación en otras máquinas algo que se va a demostrar posteriormente. Finalmente, en lo que respecta al operario se determina la distancia recorrida durante la jornada laboral, en la figura presentada a continuación se presenta la distancia en kilómetros.



*Figura 50.* Distancia recorrida por jornada

El operario en este caso denominado Miguel recorre una distancia total de 1,5 km en toda la jornada laboral.

#### **4. Capítulo IV. Propuesta de Mejora**

En el anterior capítulo se determinó la situación actual de la empresa, se demostró cómo se está llevando a cabo el proceso, la importancia de haber realizado esta recolección de información es que se puede determinar los principales hallazgos y las potenciales oportunidades de mejoras que se pueden dar en el proceso.

##### **4.1. Hallazgos y oportunidades de mejora**

###### **4.1.1. Diluido**

- Existen tiempos de actividades que no agregan valor al producto como la espera de la dilución de la parafina, actividad la podrían ser mejorada o eliminada.
- Dentro de este proceso se realiza la verificación de cantidad de stock para determinar la producción diaria, este método es visual y sin respaldo en datos lo cual aparte de generar una decisión errónea quita tiempo productivo a los operarios.
- La planificación de producción no debería ser una actividad la cual este dentro del proceso de fabricación de vela ya que los operarios a cargo no tienen conocimiento de que es lo que la empresa necesita producir.
- No existe una persona que comunique a los operarios en planta que es lo que se debe producir.

###### **4.1.2. Cargue de maquina**

- Las actividades dentro de este proceso no son llevadas de la misma forma ya que cada operario realiza las actividades como cree correcto es por ellos que en actividades críticas como el flujo de agua muchas veces se



producen errores lo que genera daños en los moldes de la máquina y se pierde su capacidad instalada.

- Se generan reprocesos o pérdida de producto por falta de calidad, debido a que las actividades no se las realiza correctamente, ya que los operarios no cuentan con una correcta capacitación o no tienen acceso a un manual el cual les ayude a realizar las actividades correctamente.

#### **4.1.3. Moldeado**

- El proceso de moldeado es el cuello de botella del proceso de los cuatro procesos que se tiene únicamente el moldeado está por encima del tiempo takt de la empresa. La empresa maneja un tiempo takt de 35 min y este proceso lleva 46.66 min.
- Al ser un proceso que se lo realiza en la máquina su tiempo de ciclo no puede ser reducido ya que este tiempo está ya determinado.

#### **4.1.4. Descargue de Maquina**

- De igual forma no existe una forma determinada de llevar a cabo las actividades de este proceso es por esto que los operarios lo realizan de distinta manera.
- En este proceso existe un control de calidad el cual se los realiza al momento de descargar las velas de la máquina, este control de calidad no es del todo efectivo ya que dentro de la fabricación de velas existen varios tipos de defectos los cuales en este caso la empresa no define y no controla o cuantifica los errores de calidad, es por ello que en esta actividad prácticamente se separa los productos con defecto pero no se controla lo mismo ya que dichos productos que no cumplen con la calidad esperada son destinados a la paila de parafina donde van a volver a ser procesados, es por ello que no se puede tener un valor de desperdicios o cantidad de productos que es reprocesado.
- El transporte de las velas a los muros de empaquetado se lo realiza de forma manual el operario es quien con su brazo apila las velas hasta lo

máximo posible y las lleva al muro de empaquetado. Al realizar de esta forma el transporte existen ocasiones en las cuales las velas se desploman y se dañan por lo cual ya no sirven para continuar con los demás procesos. Por otro lado, al llevar las velas en el brazo del operario su capacidad es muy limitada en comparación con el número de velas que tiene que llevar es por ello que los operarios para un lote de maquina tienen que realizar tres viajes así completan el número total de velas.

#### **4.1.5. Hallazgos Principales**

- Existe variabilidad en los tiempos del proceso en general de la fabricación de vela tradicional, como se pudo ver en la simulación el operario no es lo productivo en su totalidad, debido a que como se mencionó anterior anteriormente no existe un documento de respaldo que lo ayude a realizar sus actividades de forma correcta y óptima.
- La falta de estandarización produce que la variabilidad de los procesos sea preocupante, que aparte de no tener un tiempo previsto para realizar cada actividad se generan muchos problemas al llevar las actividades a cabo, y estos problemas no son atendidos o cuantificados para demostrar cuanto está representando a la empresa.
- Al no estar definido correctamente las actividades que son realmente necesarias y que deberían formar parte del proceso de fabricación se están realizando actividades que no responden al área como lo es la verificación de cantidad de stock que aparte de ser una actividad que se la lleva de forma deficiente no debería pertenecer a los procesos productivos sino más a un área de planificación de la producción. Esto es muy importante ya que el hecho de que esta actividad se la realice como parte de la fabricación de velas los operarios están realizando una actividad la cual ellos no tienen el conocimiento correcto para llevarla a cabo y tienen que destinar un 13% aproximadamente de su tiempo a esta actividad, tiempo el cual podría ser destinado a la realización de actividades que realmente les corresponde.
- No existe comunicación entre la persona encargada de determinar las programaciones de producción con la gente del proceso de fabricación.

Esto es consecuencia de que no existen una persona determinada para realizar dicha programación.

- La comunicación entre la gente de envíos con la de fabricación es deficiente ya que muchas veces se tienen pedidos de los cuales no existen stock y se tiene que producir en ese momento creando incertidumbre en la entrega de pedidos.
- Existe una mala distribución de dentro del proceso de fabricación ya que muchas veces se decide trabajar con máquinas las cuales no son necesarias en base a los pedidos que se tienen, es por ello que el estudio se decidió trabajar con la maquina con mayor capacidad ya que no se tiene una tendencia definida de utilización de máquinas, como consecuencia de esto la planta no logra satisfacer su demanda no por falta de capacidad sino por una mala distribución de trabajado.
- La empresa cuenta con la suficiente capacidad para producir la demanda diaria sin embargo por distintas razones como: mala distribución de trabajo, deficiencia en la planificación de la producción y tiempos perdidos a lo largo de la jornada, hacen que no se cumpla con dicha demanda.

#### **4.2. Propuesta de Mejora**

En base a los principales hallazgos se determina varias propuestas de mejora que logren atacar todas las oportunidades que se pudieron identificar en el proceso actual. Van a existir mejoras con mayor impacto que otras, sin embargo, en conjunto todas las mejoras propuestas van a ayudar a la empresa en cuanto a su rendimiento. Por otro lado, el proceso de fabricación de vela es igual para todos los tipos de vela tradicional, por lo que las mejoras que se realicen en el producto seleccionado son mejoras que se pueden implantar en los demás productos.

Antes de poder estandarizar el proceso hay que definir correctamente los procesos, es por ello que antes de realizar una estandarización de procesos se va a analizar las actividades que están dentro de cada proceso.

#### **4.2.1. Análisis de actividades que generan valor agregado**

Existen actividades que los operarios están realizando, actividades que no corresponden o al menos no deberían formar parte de los procesos de fabricación de vela ya que los operarios no tienen el conocimiento ni la experiencia necesaria para realizarla. En base a este hallazgo se decide realizar un análisis de las actividades que forman parte de los procesos y ver qué actividades pueden ser optimizadas o incluso eliminadas.

Para este análisis se clasifica las actividades de cada proceso en actividades que generan o no valor y ver los tiempos de dichas actividades para ver cuánto tiempo está destinado a actividades que generan valor. Se presenta el análisis de todos los procesos, sin embargo, esto no quiere decir que en todos se pueden implantar las mejoras de las actividades.

##### **4.2.1.1. Diluido**

En la tabla presentada a continuación se puede observar que actividades generan valor y cuáles no. Hay que mencionar que en este punto el tiempo total del proceso es mayor al presentando anteriormente en el estudio de tiempos esto se debe a que ese tiempo presentado presenta el tiempo de ciclo en donde hay actividades que se realizan en simultaneo, es por ello que no se suman todos los tiempos, en este caso si se lo hace ya que el análisis busca identificar el porcentaje de tiempo de las actividades que generan o no valor.

Tabla 27. Análisis de valor agregado Diluido

	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Actividades que agregan valor</b>	<b>Actividades que no agregan valor</b>	<b>Tiempo de actividad (min)</b>	<b>Tiempo que agrega valor (min)</b>	<b>Tiempo que no agrega valor (min)</b>
1	Encender caldero de vapor		1	0,29		0,29
2	Dilución de parafina en paila	1		12,59	12,59	
3	Solicitar planificación de producción		1	1,18		1,18
4	Verificar productos en stock		1	2,63		2,63
5	Realizar plan de producción		1	6,66		6,66
6	Entregar plan de producción		1	1,32		1,32
7	Colocar bultos de parafina en el coche	1		0,17		0,17
8	Llevar bultos de parafina hacia la paila		1	0,64		0,64
9	Verter parafina en la paila		1	2,42		2,42
	Total	2	7	27,9	12,59	15,31
	Porcentaje	22%	78%	100%	45%	55%

De las actividades presentes en este proceso se tiene que solo el 22% son actividades que tienen valor agregado sin embargo este porcentaje en tiempos corresponde al 45% de las actividades que generan valor.

Una vez que se clasificó las actividades se realiza una tabla la cual ayuda a la toma de decisiones sobre las actividades, esta tabla se encuentra en base a dos criterios que es el “agrega valor” y “es necesaria la actividad”, según esos dos criterios se puede ver si la actividad puede ser mejorada, optimizada, transferida y eliminada del proceso. A continuación, se pone el número de actividad a la posible acción que se puede realizar. No siempre en todas las

actividades es posible ejecutar la acción de mejora ya que el proceso en si no lo permite, pero en las que sea posible son mejoras que se van a proponer.

Tabla 28. Decisión sobre las actividades

		Agrega Valor	
		Si	No
		Mejorar	Optimizar
Necesaria	Si	2,7	1,3,8,9
	No		4,5,6
		Transferir	Eliminar

En este primer proceso se tiene que las actividades 1,3,8 y 9 pueden ser optimizadas en el caso de las actividades 8 y 9 no es posible su optimización, pero la actividad 1 que es el encendido de caldero se puede mejorar, realizando esta actividad de distinta manera, el encendido del caldero está directamente relacionado con el diluido de la parafina, el operario que realiza las actividades lo hace apenas comienza la jornada, dentro de la empresa existe un operario el cual permanece dentro de la planta antes y después de las jornadas laborales entonces esta actividad podría ser realizada por esta persona antes de que comience la jornada, si la persona realiza el encendido con un tiempo de 15 min de anticipación la actividad ya no formaría parte del proceso y ayudaría a que la actividad de dilución de parafina reduzca su tiempo, ya el operario a cargo ya no tendrá que esperar la dilución de parafina sino que la misma ya estará lista para ser llevada a las máquinas. Por ultimo tenemos que las actividades 4,5,6 que están relacionadas con planificación deberían ser eliminadas, como se muestra estas son actividades que no genera valor y que no es necesaria realizarla dentro del proceso productivo es

por ello que se toma la decisión de eliminar las actividades de este proceso pero esto no quiere decir que la actividad no se la tiene que realizar, es importante aclarar esto ya que el análisis de las actividades se lo está realizando en base a la necesidad que hay en el proceso, por lo que la actividad de verificar no es necesaria en el proceso productivo sino que debería realizársela en otra área encargada de la planificación de la producción.





Tabla 29. Diagrama Diluido Actual vs Diagrama Diluido propuesto

RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
● Operaciones	6	12,04	4	3,77	2	8,27
➔ Transporte	1	0,64	1	0,64	0	0
■ Controles	1	2,63	0	0	1	2,63
● Esperas	1	12,59	0	0	1	12,59
▲ Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9	27,9	5	4,41	4	23,49

Es importante analizar y comparar las mejoras al realizar una nueva definición del diagrama del proceso de diluido, para esto en la tabla 30 en donde se realiza un resumen con respecto al diagrama actual que maneja la empresa y un resumen del diagrama propuesto donde se demuestra de qué forma las mejoras ayudan al proceso. En cuanto a la cantidad de actividades con la nueva definición del proceso se reducen dos actividades, el tiempo total del proceso tiene un ahorro de 23,49 minutos, el diluido pasa de tener un tiempo de 27,9 min a un nuevo tiempo de 4,41min con un ahorro mayor al 84% del tiempo actual.

De esta forma la nueva definición del proceso de diluido es la siguiente:

Tabla 30. Nuevo proceso de Diluido

	Descripción Actividades	Operación	Transporte	Control	Espera	Almacenamiento	Tiempo (min)	Distancia (m)
1	Solicitar Planificación de producción.						1,18	10,65
2	Colocar bultos de parafina en el coche						0,17	12,45
3	Transportar bultos de parafina hacia la paila						0,64	23,48
4	Verter parafina en la paila						2,42	1,09
	TOTAL	2	1	0	0	0	4,41	47,67

#### 4.2.1.2. Cargue de máquina

En este proceso se tiene que la mayoría de actividades no agregan valor al producto, solo dos de las diez actividades que cuenta este proceso agregan valor, sin embargo, todas las actividades son necesarias realizarlas es por ello que en la figura presentada a continuación se ve que decisión se debe tomar con respecto a las actividades.

Tabla 31 Análisis de valor agregado Cargue de máquina

	ACTIVIDAD	Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor	Tiempo de actividad (min)	Tiempo que agrega valor (min)	Tiempo que no agrega valor (min)
1	Verificar hilo en las máquinas		1	0,32		0,320



2	Revisar nivel de moldes		1	0,18		0,180	
3	Alzar pistones		1	0,29		0,290	
4	Abrir llave de agua fría	1		0,10	0,10		
5	Prensar velas formadas		1	0,10		0,100	
6	Bajar pistones hasta la marca		1	0,26		0,260	
7	Coger parafina diluida en baldes		1	0,16		0,160	
8	Llevar baldes con parafina a las máquinas		1	0,16		0,160	
9	Verter parafina en máquina		1	0,45		0,450	
10	Cerrar llave de agua fría	1		0,09	0,09		
		Total	2	8	2,11	0,19	1,92
		Porcentaje	20%	80%	100%	9%	91%

Tabla 32. Decisión sobre actividades cargue

		Agrega Valor	
		Si	No
		Mejorar	Optimizar
Necesaria	Si	4,10	1,2,3,5,6,7,8,9
	No		
		Transferir	Eliminar

En la tabla sobre la decisión de las actividades vemos que están divididas en dos grupos que serían mejorar y optimizar actualmente estas actividades están siendo realizadas de forma eficaz esto no quiere decir que no se pueda mejorar, ya que siempre hay una mejor forma de llevar a cabo las actividades sin embargo en este caso y para este proceso no existe la necesidad de hacerlo por el momento.

#### 4.2.1.3. Moldeado

En el caso de moldeado este proceso es tiene una actividad que es mecánica en su totalidad y agrega valor y es totalmente necesaria realizarla, en la tabla sobre la decisión de este proceso vemos que lo que sugiere el análisis es que se mejore esta actividad, para esta actividad como se mencionó que es mecánica está más relacionada con la capacidad y funcionamiento de las maquinas, si se quisiera mejorar la capacidad talvez se tendría que enfocar el análisis más en la máquina y no en el proceso como tal, algo que actualmente para la empresa no es necesario ni primordial. Con respecto a las demás actividades no generan valor, pero son necesarias realizarlas por lo que podrían ser optimizadas.

Tabla 33. Análisis de valor agregado moldeado

	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Actividad es que agregan valor</b>	<b>Actividad es que no agregan valor</b>	<b>Tiempo de actividad (min)</b>	<b>Tiempo que agrega valor (min)</b>	<b>Tiempo que no agrega valor (min)</b>
1	Revisar que los moldes estén llenos con parafina		1	0,8		0,8
2	Retirar bandeja anti derrame		1	0,3		0,3
3	Bajar compuerta de máquina		1	0,19		0,2

4	Moldeado de velas	1		45,1	45,1	
5	Revisar contextura de parafina		1	0,3		0,3
	Total	1	4	46,68	45,1	1,58
	Porcentaje	20%	80%	100%	97%	3%

Tabla 34. Decisión sobre actividades moldeado

		Agrega Valor	
		Si	No
		Mejorar	Optimizar
Necesaria	Si	4	1,2,3,5
	No		
		Transferir	Eliminar

#### 4.2.1.4. Descargue de máquina

El descargue es otro proceso el cual sus actividades pueden ser mejoradas, en el caso de este proceso se puede ver en la tabla 35 que de las nueve actividades que se tiene ninguna de ellas agrega valor sin embargo son necesarias realizarlas, es por ello que en la tabla 36 se puede ver que la acción sobre estas actividades sería optimizarlas.

Tabla 35. Análisis de valor agregado Descargue

	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>Actividades que agregan valor</b>	<b>Actividades que no agregan valor</b>	<b>Tiempo de actividad (min)</b>	<b>Tiempo que agrega valor (min)</b>	<b>Tiempo que no agrega valor (min)</b>
1	Tomar espátula de corte y afilar		1	0,19		0,19
2	Calentar espátula en paila		1	0,28		0,28
3	Corte de mecha		1	0,31		0,31
4	Raspado de parafina sobrante		1	3,37		3,37
5	Descargar las velas formadas		1	5,61		5,61
6	Inspeccionar defectos de calidad		1	0,3		0,30
7	Llevar velas a los muros de empaquetado		1	1,4		1,40
8	Apilar velas en muro de empaquetado		1	0,21		0,21
9	Separar velas con defectos		1	0,94		0,94
		0	9	12,61		12,61
		0%	100%	100%	0%	100%

De las actividades presentes la que se puede optimizar y mejorar son: el transporte de velas terminadas al muro de empaquetado ya que el operario tiene que realizar tres viajes para realizar esta actividad, el maquinista lleva en el brazo las velas sin embargo no es capaz de llevar el total de velas producidas en cada lote. Al optimizar esta actividad se puede reducir su tiempo y también se puede reducir la cantidad de viajes que tiene que realizar el operario para poder cumplir con el proceso.

Tabla 36. Decisión sobre actividades de descargue

		Agrega Valor	
		Si	No
		Mejorar	Optimizar
Necesaria	Si		1,2,3,4,5,6,7,8,9
	No		
		Transferir	Eliminar

Para este proceso se compara la forma actual y la forma propuesta, en la tabla 37 se puede apreciar que en cuanto al número de actividades no se tiene una optimización ya que cuentan con la misma cantidad de actividades sin embargo para este proceso la optimización se aprecia en cuanto a los tiempos de ejecución específicamente en lo que es transporte ya que se reducen 1,40 min del tiempo actual de esta actividad, de esta forma se obtiene un nuevo tiempo de 0,46 min. La mejora del tiempo en esta actividad se la realiza con la implementación de un dispositivo que ayuda a que la actividad se la realice de forma más óptima, implementación que se describe en el siguiente punto 4.3.

Tabla 37. Diagrama de descargue actual vs propuesto

	RESUMEN	Actual		Propuesto		Economía	
		#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
●	Operaciones	7	10,91	7	10,91	0	0
➔	Transporte	1	1,40	1	0,46	0	0,94
■	Controles	1	0,3	1	0,3	0	0

Esperas	0	0	0	0	0	0
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9	12,61	9	11,67	0	0,94

### 4.3. Implantación de un dispositivo de transporte de velas

Se mencionó que el transporte de velas terminadas al muro de empaquetado podría mejorarse es por ello que se propone la utilización de un dispositivo que permita al operador realizar este transporte con un solo viaje y de esta forma asegurando que el producto no va a caer y dañarse que es lo que actualmente está sucediendo. Para esto se desarrolló un modelo en el programa inventor el cual es la propuesta del dispositivo a utilizar.

En la figura 51 se puede apreciar el método actual de transporte de velas terminadas el cual está señalado por una flecha en la figura, consiste en apilar las velas en el brazo del operario que realiza esta actividad, aparte de tener una capacidad muy limitada en cuanto a unidades es un método el cual se presta a que el producto se dañe por caídas.

#### Método Actual



Figura 51. Transporte actual de vela terminada

El modelo presentado en la figura 51 es el dispositivo que se propone para realizar el transporte de las velas después de la actividad de descargue, este modelo está basado en la forma que tienen los muros de empaquetado que se

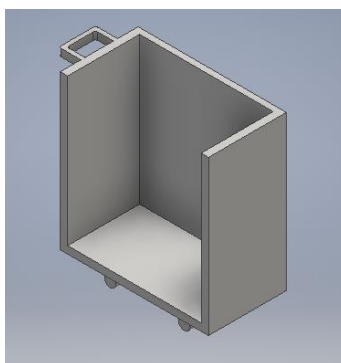
puede apreciar en la figura 52, se toma como base la forma de dichos muros para poder idear el modelo el cual sirva para descargar todas las unidades producidas y hacer un solo viaje hacia el muro.



*Figura 52.* Muros de empaquetado

Aparte de ahorrar tiempo y número de viajes ayuda a evitar pérdida de producto por defectos que se cometen con el actual método de transporte. El modelo cuenta con una especie de manija la cual sirve para jalar el dispositivo con el producto ya que cuenta con cuatro ruedas las cuales ayudan a que la movilización del dispositivo sea eficaz.

### **Método Propuesto**



*Figura 53.* Modelo de dispositivo para transporte

En base a esta propuesta de dispositivo en la siguiente tabla comparamos los resultados que se podrían obtener al implementar esta mejora.

*Tabla 38.* Transporte de vela actual vs transporte de vela propuesto

<b>TRANSPORTE DE VELA TERMINADA A MURO DE EMPAQUE</b>				
<b>CRITERIO</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTO</b>	<b>AHORRO</b>	<b>PORCENTAJE DE AHORRO</b>
<b>Tiempo (min)</b>	1,40	0,46	0,94	67,14%
<b>Capacidad (velas)</b>	250	700	450	180%
<b>Distancia recorrida (m)</b>	142,47	47,49	94,98	33%
<b># de viajes</b>	3	1	2	33%

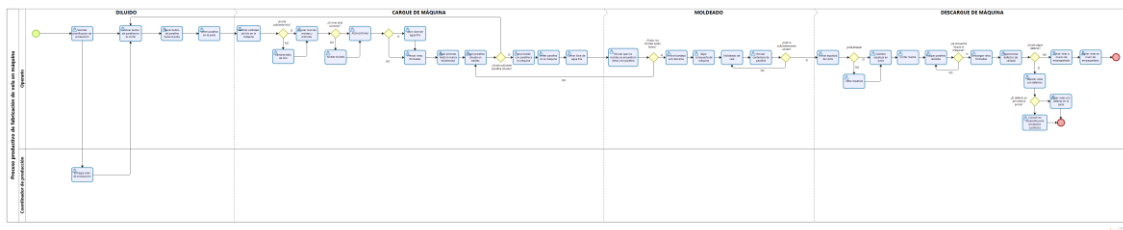
En base a la tabla presentada se puede ver que con el dispositivo de transporte la actividad puede ahorrar 0,94 min en la ejecución de la misma es decir un ahorro del 67,14% de su tiempo actual, por otro lado tenemos que la forma en la que actualmente se está llevando las velas al muro de empaquetado tiene una capacidad aproximada de 250 unidades, el dispositivo en base a sus dimensiones nos da una capacidad de 700 unidades ya que fue diseñado para la máquina de la cual se hizo el estudio, sin embargo esta máquina es la de mayor capacidad en toda la planta por lo que el dispositivo será útil en cualquier máquina. Se tiene un aumento del 180% de la capacidad actual. Finalmente, el número de viajes se reducirá a un solo viaje y la distancia recorrida tiene un ahorro de 94,98 metros con el método propuesto.

#### **4.4. Nuevo levantamiento de procesos**

En el punto 4.2.1 se realizó el análisis de valor agregado este análisis ayuda a ver las posibles mejoras que se pueden realizar con las actividades actuales si bien existen muchas veces que hay actividades que no pueden ser eliminadas pueden ser optimizadas y ese es el objetivo de dicho análisis el mejorar y optimizar en lo máximo posible el proceso actual. En base al análisis de valor



agregado se hace un nuevo diagrama de procesos del modelo propuesto que se presenta a continuación:



*Figura 54.* Diagrama de procesos operativos modelo propuesto

En el nuevo diagrama propuesto se eliminan cuatro actividades: el encendido del caldero, la demora por la espera de la dilución de la parafina, la verificación de stock y la planificación de producción, además en este nuevo modelo únicamente se mantiene la actividad que es el solicitar la planificación de producción, todas las demás actividades que tienen relación con planificación de la producción fueron eliminadas. También se optimizó la actividad del transporte de las velas formadas al muro de empaquetado en el cual su tiempo es menor ya que se reducen los viajes que se tienen que realizar.

En la tabla presentada a continuación se compara el proceso actual con el propuesto. Es importante mencionar que aparte de reducir el tiempo de ejecución del proceso se eliminan actividades que no generan valor al producto y que son consideradas como mudas.

En base a la tabla presentada se puede ver como las operaciones disminuyen 8,28min, debido a la reducción de actividades que no corresponden, los transportes se optimizaron en 0,94min, se eliminó una actividad de control y redujo el tiempo en 2,63min. Finalmente, las actividades de espera fueron las que más se pudo mejorar dando una reducción de 12,59min con respecto al antiguo modelo.

Tabla 39. Diagrama de proceso actual vs propuesto

		Actual		Propuesto		Economía	
	RESUMEN	#	Tiempo	#	Tiempo	#	Tiempo
●	Operaciones	21	24,40	18	16,12	3	8,28
➔	Transporte	3	2,19	3	1,25	0	0,94
■	Controles	6	4,52	5	1,89	1	2,63
●	Esperas	3	57,96	2	45,37	1	12,59
▲	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	33	89,30	28	64,63	5	24,67

#### 4.5. Manual de procesos

Una vez que ya se definió correctamente el proceso se puede proceder con la estandarización del proceso, la implementación de un manual de proceso se lo hace ya que la empresa tiene un problema de variabilidad dentro del proceso de fabricación de vela tradicional es por ello que este manual va a dar solución a dicho problema haciendo que la variabilidad del proceso sea menor y logrando que la empresa maneje el proceso de una forma más estable sin importar la persona que esté a cargo del mismo.

Este manual se basa en el nuevo proceso de fabricación de vela, el cual consta con las mejoras y está definido de mejor forma. El manual como tal es presentado en el anexo 13.

#### 4.6. Distribución de trabajo

Dentro de los principales hallazgos se mencionó que no existe una correcta planificación de la producción y muchas veces se producen tipos de vela que no son necesarias, la distribución de trabajo y correcta asignación de actividades es algo que dentro de la empresa no se lo está realizando de forma correcta, la empresa no logra cumplir con la demanda durante la jornada laboral normal sino que es necesario trabajar durante dos horas suplementarias para cumplir con dicha demanda, el hecho que la demanda no se pueda cumplir no es a causa de una falta de capacidad, sino que este incumplimiento

está relacionado con una mala distribución y asignación de tareas. La empresa muchas veces destina producción a máquinas que no son necesarias y deja de lado el uso de máquinas que son importantes para cumplir con la demanda, como se mencionó anteriormente la empresa no maneja una tendencia o programación de producción ya definida, esto quiere decir que cada día se realiza una distribución de trabajo diferente. Para esto se decide crear una asignación y distribución de trabajo correcta buscando aprovechar al máximo la capacidad de la planta como de los maquinistas presentes.

En la situación actual se determinó que el operario tenía únicamente un 25% de utilización, un valor bajo ya que la mayoría del tiempo del operario correspondía a tiempos no productivos. Es por esto que se decide calcular el número ideal de máquinas que se deben asignar por cada operario, de esta forma se busca que el operario destine la mayor parte posible de la jornada laboral a tiempos productivos y que las máquinas de igual manera estén ocupadas en lo máximo posible.

$$n = \frac{l+m}{l} \quad (\text{Ecuación 20})$$

Donde:

n= número de máquinas asignadas al operador

l=tiempo total de carga y descarga por máquina

m= tiempo total de operación de la máquina

En base a la ecuación presentada se calculó el número de máquinas que se deben asignar al operador, este cálculo se lo realiza con el nuevo tiempo de ciclo del proceso.

$$n = \frac{17,95 + 46,68}{17,95} = 3 \text{ máquinas}$$

Una vez realizado el cálculo se tiene que por cada operador se debe trabajar 3 máquinas, la importancia del cálculo de asignación de máquinas se debe a que la demanda diaria puede ser cubierta trabajando solo dos máquinas, pero no

sería lo más óptimo en cuanto a la carga de trabajo ya que la empresa podría aprovechar de mejor manera su capacidad actual, algo que actualmente no están aprovechando lo que trae muchos problemas.

#### 4.7. Simulación de la propuesta

La simulación del proceso con las propuestas de mejora se va a basar en los nuevos tiempos del proceso y la nueva distribución de trabajo, para esta simulación se va a ocupar el programa flexsim.

En base al cálculo de la asignación de máquinas por cada operario se establece que cada maquinista debe trabajar 3 máquinas durante la jornada laboral es por esto que para la simulación se toman 3 máquinas de las presentadas en la tabla 7 que se encargan de la fabricación del producto estrella. Las maquinas seleccionadas corresponden a las que mayor capacidad tienen ya que las mismas tienen mayor impacto en la producción, al seleccionar estas máquinas se consigue que se produzcan mayor cantidad de unidades.

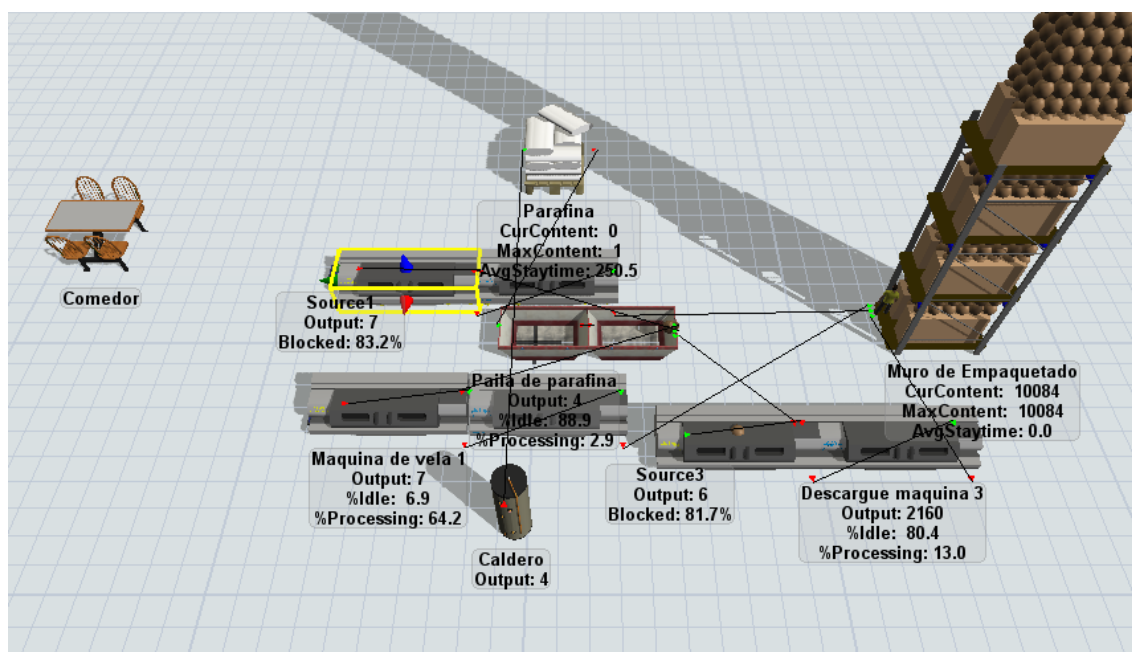


Figura 55. Simulación modelo propuesto

La figura 55 nos muestra el nuevo modelo presentado el cual cuenta con todas las propuestas de mejora, en el modelo se puede apreciar que existe dos nuevas máquinas en las cuales se producen velas. Se tienen dos bodegas las cuales son de parafina y la otra de producto terminado. Todas las actividades que ya no forman parte del proceso fueron eliminadas, y aquellas actividades las cuales fueron optimizadas también fueron programadas con su nuevo tiempo de operación. De igual manera para lo que es el transporte de producto terminado se amplió la capacidad gracias a la mejor propuesta, la que consiste en usar un dispositivo el cual facilite esta actividad.

La importancia de la simulación de este modelo propuesto es conocer si con las mejoras implementadas y con la nueva distribución de trabajo se logra cubrir con la demanda diaria, algo que con el modelo actual no se lo conseguía dentro del tiempo disponible, sino que era necesario recurrir a dos horas extras de trabajo para poder cumplir con dicha demanda. En la figura presentada a continuación tenemos las cantidades que se producen por cada máquina.

<b>Cantidad producida</b>	
	<b>Output</b>
<b>Maquina de vela 1</b>	7.0
<b>Maquina de vela 2</b>	6.0
<b>Maquina de vela 3</b>	5.0
<b>Descargue de maquina 1</b>	4900.0
<b>Descargue de maquina 2</b>	3024.0
<b>Descargue maquina 3</b>	2160.0

*Figura 56.* Cantidad producida por máquina

En base a la figura 56 se puede observar que en total se realizan 18 cargues de máquina, se produjeron 18 diferentes lotes, en el primer caso de la maquina 1 que tiene una capacidad de 700 unidades se realizaron 7 lotes, en total se descargaron 4900 velas en esta máquina, en lo que es la segunda maquina se tuvieron 6 lotes de 504 unidades por lo que al final de la jornada productiva se realizaron 3024 velas en esta máquina y para finalizar la última tuvo 5 lotes de

432 unidades dando un total de 2160 unidades. En la tabla a continuación se puede observar el resumen de la producción de máquina.

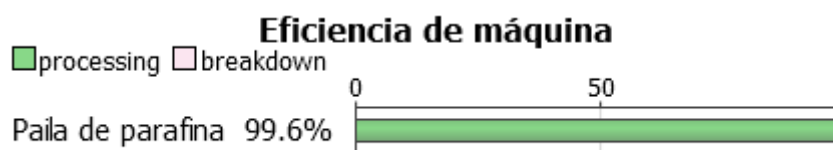
*Tabla 40.* Resumen de producción por máquina

# de máquina	Capacidad	Lotes producidos	Unidades producidas (velas)
1	700	7	4900
2	504	6	3024
3	432	5	2160
<b>TOTAL</b>		18	10084

Nota: La cantidad de lotes producidos y unidades producidas corresponden al total producido en una jornada laboral completa de 8.5 horas.

En total se tiene 10084 unidades producidas al final de la jornada, valor el cual supera la demanda necesaria, se está produciendo un 61% más de lo que se requiere esto es importante ya que al producir más de lo necesario se puede reducir las horas de trabajo extra e incluso eliminar un día de trabajo que corresponde al fin de semana.

En lo que respecta a la eficiencia de máquinas en este nuevo modelo propuesto se tienen en total 4 máquinas que son: Caldero y tres máquinas que producen vela, a diferencia del modelo anterior se añaden dos máquinas de vela.

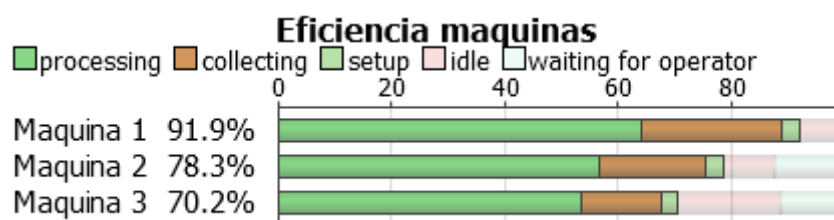


*Figura 57.* Eficiencia de paila

En cuanto a la eficiencia de trabajo de la paila de parafina no existe mucha diferencia con el anterior modelo ya que la paila siempre trabaja y es alimentada periódicamente según la carga de trabajo que se tiene, a diferencia del anterior modelo el porcentaje de tiempo operativo incremento esto se debe

a que la maquina ya no cuenta con la para programa que anteriormente se tenía en la cual se debía esperar a que el producto en proceso se diluya, como esta actividad ya no existe en el proceso la maquina incrementa su porcentaje de tiempo operativo.

Los porcentajes de las maquinas encargadas de la producción de vela se presentan en la figura a continuación en donde se puede ver que la maquina 1 que es la de mayor capacidad y que es la máquina que se ocupó en el modelo actual tiene un porcentaje de eficiencia del 91,9% es decir esta máquina esta todo el tiempo funcionando, únicamente presenta un 6,9% de tiempo de ocio lo que es relativamente bajo y en cuanto al funcionamiento del modelo anterior esta máquina incremento su tiempo operativo en un 17,2%. La segunda maquina tiene un porcentaje de funcionamiento del 78,3% y la última maquina posee un 70,2%, en general todos los porcentajes de funcionamiento de la maquinas son bueno ya que comparándolos con el funcionamiento del modelo anterior son mayores por lo cual las máquinas están siendo aprovechadas de mejor manera.

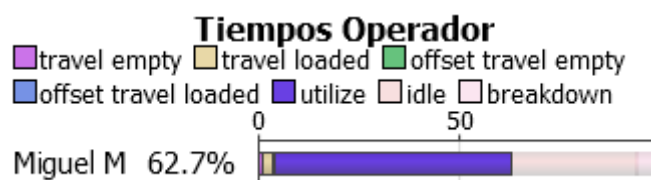


*Figura 58.* Eficiencia de máquinas de vela

Una vez analizado y presentado los datos del nuevo modelo en base a las maquinas ahora se analiza el desempeño del operario a cargo del proceso y ver como su funcionamiento se da con este nuevo modelo propuesto.

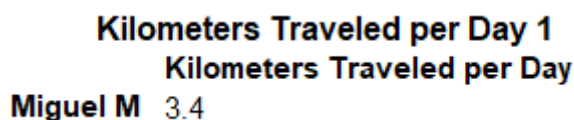
En la figura 59 se presenta los porcentajes de los tiempos destinados para cada actividad por parte del operador, el 62,7% el operario está realizando actividades productivas, actividades como operaciones, transporte de materiales y movimiento dentro del área de trabajo y se tiene un 31,4% del total

que son tiempos de ocio por parte del operario en el cual no está realizando ninguna actividad. Los porcentajes presentados en comparación con el primer modelo son mejores ya que en el anterior modelo el operario únicamente trabajaba un 33,5% ahora con la nueva distribución de trabajo el empleado trabaja casi el doble que el anterior modelo.



*Figura 59.* Distribución de tiempos operario

El operario al tener una nueva asignación de trabajo tiene que cumplir con nuevas actividades, al trabajar ahora cada jornada con tres máquinas es lógico que el operario tiene que realizar más movimientos y traslados de material es por ello que se presenta la figura a continuación en donde se puede observar la distancia recorrida en este nuevo modelo el cual demuestra que el operario ahora recorre 3,4km por día, un poco más del doble de lo que recorría anteriormente.



*Figura 60.* Distancia recorrida por el operador



4.8. Mapa de la cadena de valor propuesto

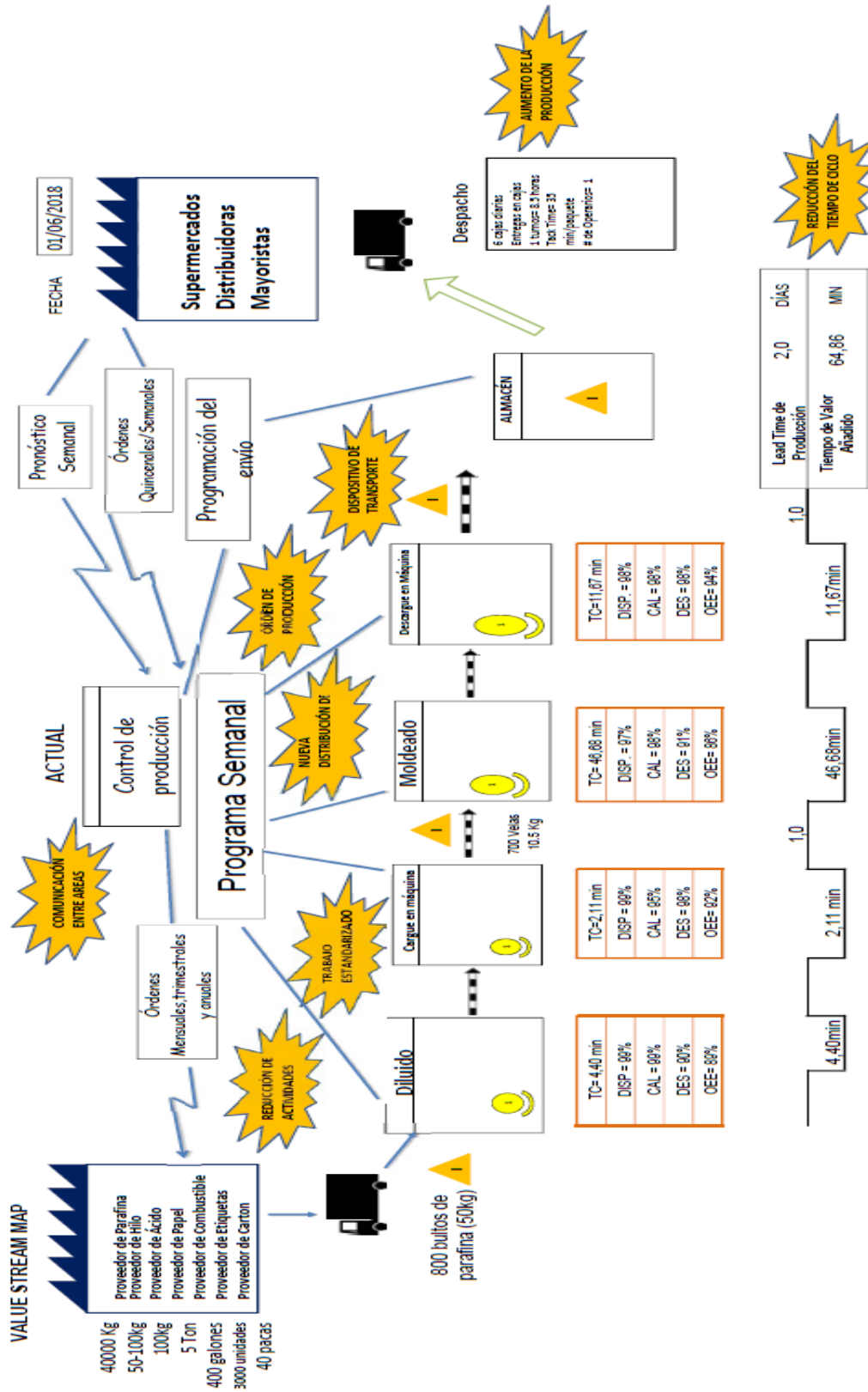


Figura 61. Mapa de la cadena de valor propuesto

## 5. Capítulo V. Análisis de resultados

Este capítulo busca demostrar los beneficios que las propuestas de mejora generan en el proceso, en este caso estos beneficios son presentados en base a la comparación entre el proceso actual y el proceso propuesto con todas las mejoras implementadas.

### 5.1. Beneficio en tiempo

Como se presentó en el capítulo anterior los tiempos en el proceso se redujeron debido al análisis de valor agregado de las actividades, en las cuales todas las actividades que forman parte de los procesos fueron analizadas, de este análisis se eliminaron, mejoraron y optimizaron varias actividades en las cuales era posible tomar este tipo de mejoras. En la tabla a continuación se presenta la comparación de tiempos entre el proceso actual con la propuesta de mejora.

Tabla 41. Beneficio en tiempo

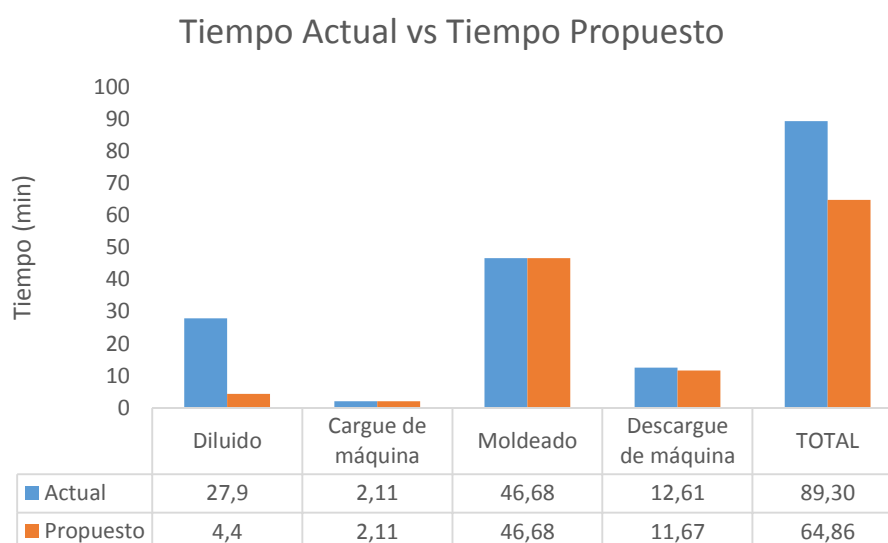
Proceso	Actividades		Tiempo de ciclo (min)		Acción de mejora	Mejora
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto		
Diluido	Encender caldero de vapor	Solicitar orden de producción	0,29	1,18	Se eliminan actividades que no corresponden al proceso y se transfieren a otro proceso.	91%
	Dilución de parafina		12,59			
	Solicitar planificación de producción		1,18			
	Verificar productos en stock	Solicitar orden de	2,63			
	Realizar plan de		6,66			

	producción	producción		0		100%
	Entregar plan de producción		1,32			
	Colocar bultos de parafina en el coche	Colocar bultos de parafina en el coche	0,17	0,17		
	Llevar bultos de parafina hacia la paila	Llevar bultos de parafina hacia la paila	0,64	0,64		
	Verter parafina en la paila	Verter parafina en la paila	2,42	2,42		
<b>Cargu e de máquina</b>	Verificar hilo en las máquinas	Verificar hilo en las máquinas	0,32	0,32		
	Revisar nivel de moldes	Revisar nivel de moldes	0,18	0,18		
	Alzar pistones	Alzar pistones	0,29	0,29		
	Abrir llave de agua fría	Abrir llave de agua fría	0,10	0,10		
	Prensar velas formadas	Prensar velas formadas	0,10	0,10		
	Bajar pistones hasta la marca	Bajar pistones hasta la marca	0,26	0,26		
	Coger parafina diluida en baldes	Coger parafina diluida en baldes	0,16	0,16		

	Llevar baldes con parafina a las máquinas	Llevar baldes con parafina a las máquinas	0,16	0,16		
	Verter parafina en máquina	Verter parafina en máquina	0,45	0,45		
	Cerrar llave de agua fría	Cerrar llave de agua fría	0,09	0,09		
<b>Diluid</b> <b>o</b>	Revisar que los moldes estén llenos de parafina	Revisar que los moldes estén llenos de parafina	0,79	0,79		
	Retirar bandeja anti derrame	Retirar bandeja anti derrame	0,30	0,30		
	Bajar compuerta de máquina	Bajar compuerta de máquina	0,19	0,19		
	Moldeado de velas	Moldeado de velas	45,10	45,10		
	Revisar contextura de parafina	Revisar contextura de parafina	0,30	0,30		
<b>Descar</b>	Tomar espátula de corte y afilar	Tomar espátula de corte y afilar	0,19	0,19		
	Calentar espátula en paila	Calentar espátula en paila	0,28	0,28		
	Corte de mecha	Corte de mecha	0,31	0,31		

<b>g ue de máqui na</b>	Raspado de parafina sobrante	Raspado de parafina sobrante	3,37	3,37		
	Descargar las velas formadas	Descargar las velas formadas	5,61	5,61		
	Inspeccionar defectos de calidad	Inspeccionar defectos de calidad	0,30	0,30		
	Llevar velas a los muros de empaquetado	Llevar velas a los muros de empaquetado	1,40	0,46	Implementación de un dispositivo que optimiza el transporte	67%
	Apilar velas en muro de empaquetado	Apilar velas en muro de empaquetado	0,21	0,21		
	Separar velas con defectos	Separar velas con defectos	0,94	0,94		
	<b>TOTAL</b>	33	28	89,30	68,14	

En general se tiene una disminución del 23,69% del tiempo del proceso completo.



*Figura 62.* Comparación de tiempo actual vs tiempo propuesto

Se tiene que en el proceso de diluido se reduce un 84% con respecto al tiempo actual y en el descargue de maquina se tiene un ahorro del 7,45% con respecto al proceso actual.

## 5.2. Aumento de la productividad

Otro aspecto en el cual se ve reflejado el beneficio de las acciones de mejoras en la productividad del proceso.

*Tabla 36.* Incremento de producción

CANTIDADES PRODUCIDAS (PAQUETES)		
ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
<b>245</b>	504	106%

En cuanto a la producción de la planta se tiene que se incrementó en un 106% la cantidad de velas producidas, este incremento se debe a que la incorporación de más maquinas durante la jornada, en este punto la capacidad

no se incrementó ya que la empresa ya cuenta con dichas maquinas lo que se hace realmente es aprovechar la capacidad que la planta tiene y que no se lo hace debido a una mala distribución de trabajo.

Aparte de incrementar la cantidad de velas producidas se reduce el tiempo que toma cumplir con la demanda en el proceso actual toma a la empresa 10 horas producir la demanda diaria, con el nuevo proceso toma a la empresa 5,8 horas. Este valor se lo toma de la simulación del nuevo proceso.

*Tabla 37.* Tiempo para cumplir con la demanda Actual vs Propuesta


TIEMPO PARA CUMPLIR CON LA DEMANDA (HORAS)		
ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO
10 h	5,8h	42% 

Se reduce el tiempo en un 42% con respecto al proceso actual.

Los beneficios del nuevo modelo además de verse reflejados en tiempo y cantidades producidas se ven reflejados en el desempeño de las máquinas como del operario a cargo de este proceso.

En la tabla presentada a continuación se puede observar que el operario antes tenía un porcentaje de tiempo operativo del 33,5%, tenía mucho tiempo de ocio en el cual no realizaba ninguna actividad productiva, con el nuevo modelo esto cambia ya que se este tiempo de ocio y de espera se aprovecha ya que el operario tiene que producir en otras máquinas mientras el espera que una maquina procese los materiales esto le permite poder trabajar en las otras, es por ello que en el nuevo proceso su porcentaje de tiempo operativo es del 62,7%.


Tabla 38. Eficiencia del operario

PORCENTAJE DE EFICIENCIA DEL OPERARIO		
ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
33,5%	62,7%	29,2% 

Se incrementó un 29,2% del tiempo en el cual el operario está siendo utilizado para actividades productivas.

Las maquinas no presentan un mismo valor de utilización por lo cual se decide hacer un promedio de las máquinas que trabajan y comparar con el porcentaje de utilización del proceso actual. En el proceso actual la maquina tiene un 74,7% de utilización o tiempo en el cual está procesando material, con el nuevo modelo las maquinas tiene un 80,1% en promedio de utilización.

Tabla 39. Eficiencia de uso de máquinas

PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE MÁQUINAS		
ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
74,7%	80,1%	5,4% 

Se incrementó en promedio un 5,4% la eficiencia en el uso de las maquinas dentro del proceso.

### 5.3. Beneficio económico

Con el nuevo modelo que se está proponiendo aparte de brindar beneficios productivos también ayuda a la empresa en el sector económico, como se




presentó la empresa tiene que optar por trabajar dos horas extras para poder cumplir con la demanda diaria, y este gasto no solo afecta al área de fabricación de vela blanca, sino que al ser un proceso que tiene clientes internos dentro de la empresa, tiene que abastecer de producto para que estos procesos puedan ser realizados, por lo que también se generan horas extras en los demás procesos. La empresa al asumir estas horas extras incrementa su costo unitario por paquete, lo que hace que su valor de ganancia disminuya ya que no pueden subir su precio de venta.

Con el nuevo modelo propuesto la demanda mensual se puede cumplir trabajando los cinco días de la semana, ya no es necesario trabajar un día adicional como se lo realiza actualmente.

Actualmente en Ecuador una remuneración básica esta en \$386, valor del cual se toma referencia para el cálculo de horas suplementarias y horas extras.

- Valor hora: \$1,60
- Valor hora suplementaria: \$2,40
- Valor hora extra: \$3,20

*Tabla 40. Gasto por horas extras*


Situación	Horas Suplementarias (50%)	Horas Extras (100%)	Costo Total por operario	Gasto total mensual	Gasto total anual
Actual	40	24	\$ 172,80	\$ 864,00	\$ 10.368,00
Propuesta	0	0	\$ -	\$ -	\$ -
<b>AHORRO</b>					\$10.368,00 

En la tabla 40 se muestra los gastos por horas extras que la empresa asume, estos gastos están calculados en base a las personas que intervienen en el

proceso o que se ven afectadas por el funcionamiento actual del mismo, es decir procesos los cuales trabajan horas extras por falta de producto.

Se tiene que la empresa actualmente gasta \$10.368,00 en horas suplementarias y extras anualmente, con la nueva propuesta este valor puede ser reducido en un 100% debido a que la empresa ya no necesita destinar estas horas extras para cumplir con las producciones.

*Tabla 41.* Ahorro de gasto por horas extras

GASTO HORAS EXTRAS		
ACTUAL	PROPUESTA	AHORRO
\$10.368,00	\$0	\$10.368,00 

Aparte de ahorrar gastos por horas extras la empresa con la propuesta tiene la ventaja de incrementar las ganancias por cada producto vendido, al no tener gastos relacionados con horas suplementarias la empresa reduce su costo de producción por paquete lo que hace que la ganancia sea mayor por cada paquete fabricado y vendido.

*Tabla 42.* Ganancia mensual por paquete

Situación	Paquetes Producidos por día	Costo de producción (paq)	Precio de venta	Ganancia por unidad	Ganancia Mensual
<b>Actual</b>	245	\$0,94	\$1,69	\$0,75	\$4.226,25
<b>Propuesta</b>	504	\$0,79	\$1,69	\$0,90	\$9.072,20

Nota: La ganancia mensual se obtiene multiplicando el número de paquetes producidos en cada jornada por la ganancia de cada unidad y por los días trabajados en el mes. En el caso de la situación actual son 23 días y la propuesta son 20 días.


Sin asumir los gastos de horas extras la empresa reduce su costo de producción en 15 centavos, este ahorro en el costo de producción genera a la empresa una ganancia con respecto al proceso actual de \$4.845,75.

Tabla 43. Costo de producción

COSTO DE PRODUCCIÓN		
ACTUAL	PROPUESTA	REDUCCIÓN
\$0,94	\$0,79	16,0% 

Se tiene una reducción del costo de producción del 16,0% con respecto al proceso actual.

Tabla 44. Ganancias Anuales

GANANCIAS ANUALES		
ACTUAL	PROPUESTA	INCREMENTO
\$50.715,00	\$108.866,4	\$58.151,4 

Finalmente se tiene que anualmente la empresa va incrementar sus ganancias en \$58.151,40 una cifra alta que la empresa puede lograr con la propuesta de mejora.

## 6. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

El proceso de fabricación de vela es muy importante dentro de la empresa PAMOSA S.A. ya que esta línea de vela representa cerca del 70% de sus ventas totales.

Se procede a levantar el proceso de producción de la línea de velas, debido a la ineficiencia de las actividades y la falta de estandarización de las tareas por parte de los operarios. Se aplicó la metodología de estudio del trabajo para estandarizar los procesos levantados y de esa manera reducir la variabilidad del proceso productivo.

Las oportunidades de mejora nacen del análisis de la situación actual del proceso, buscando reducir la variabilidad en el proceso con la implementación de una filosofía de trabajo estandarizado y realizar un análisis de valor agregado de las actividades productivas, alineadas a las necesidades de la empresa y requerimientos de las partes interesadas. El análisis de valor agregado de las actividades hará que el proceso disminuya su tiempo de 89,30 a 64,86 minutos, la implementación del trabajo estandarizado ayudara a controlar la variabilidad del proceso.

Se procedió a simular los procesos productivos actuales que estaban mal distribuidos e ineficientes, lo que daba como resultado el que la capacidad instalada y productiva no esté siendo aprovechada al máximo. La simulación demostró que distribuyendo de manera eficiente la carga de trabajo y optimizando el tiempo y habilidades de los operarios, la producción diaria se incrementa de 245 paquetes a 504 paquetes, lo que corresponde un incremento de 106% de la cantidad de unidades producidas diarias en el proceso; con la cual la empresa puede cumplir con la demanda diaria requerida sin necesidad de trabajar horas extras.

La implementación de una nueva distribución del trabajo de forma eficiente, el aprovechamiento máximo de la capacidad instalada, la optimización de los tiempos de trabajo por parte de los operarios y finalmente la mejora de las actividades productivas dentro del proceso fueron las soluciones hacia las oportunidades de mejora que se analizaron en la simulación de la situación actual de la empresa, las mismas que fueron implantadas en la propuesta de mejora.

La empresa reduce el costo de producción por paquete en \$0,15 lo cual genera ganancias de \$58.151,4 anualmente, adicionalmente la empresa ahorra el gasto por horas extras en \$10.368,00.

## **6.2. Recomendaciones**

La empresa no cuenta con una planificación de la producción lo que trae muchos problemas al momento de cumplir con la producción, para lo cual se recomienda que se implemente un método de planificación que esté basado en históricos de venta que permita conocer el comportamiento y la tendencia de venta de sus productos.

Incitar a los colaboradores a llevar los procesos productivos en base a los estándares, lo cual ayuda a la empresa a reducir la variabilidad del proceso, implantar la metodología de estudio de trabajo como una filosofía empresarial. Es necesario controlar y cuantificar la pérdida de productos por falta de calidad, debido a que no existe un proceso para cuantificar y registrar los productos no conformes, al ser reprocesados en parafina o procesados para en otros productos, no se toma en cuenta los costos del reproceso dando como resultado pérdidas en las ganancias que la empresa no controla, ni es consiente.

Analizar los procesos productivos y la forma en la que están siendo llevado a cabo por sus responsables, de esta forma se pueden analizar deficiencias en el proceso y mejorar la productividad; evitando que la capacidad instalada de la

planta se desaproveche y que exista una deficiente distribución de la carga de trabajo. Fomentar la mejora continua en los procesos de esta manera se pueden encontrar nuevas oportunidades de mejora en donde se optimice y mejore los tiempos y forma de llevar a cabo las actividades.

Verificar y comparar las oportunidades de mejora que se quieren implementar de esta forma se puede analizar el impacto de dichas mejoras y la factibilidad que tiene en el proceso, esto ayuda a que la empresa sea consciente de los nuevos beneficios.

Capacitar al personal constantemente en aspectos de mejora continua y herramientas de manufactura esbelta como: 5's, filosofía justo a tiempo, *kanban*; de esta forma ayudar a que el trabajo se lleve de forma más eficiente y con mayor calidad, el personal incrementa su productividad, respeta los tiempos de entrega y manejan de forma eficiente el tiempo disponible para el cumplimiento de producción y finalmente para que se identifique con su puesto de trabajo.

En caso de que la empresa implemente el estudio se recomienda que una vez implementado y con la evaluación del mismo se transmita el proyecto a los demás productos que se manejan en su cartera.

## REFERENCIAS

- Alafave. (2017). Regulaciones y estandares en la industria global. Recuperado el 20 de Mardo de 2018, de <https://alafave.org/nosotros/?lang=es#comites>
- Bayard, S. (2017). Introducción a BPMN. Recuperado el 06 de Junio de 2018, de <http://bpmn-bayard.blogspot.com/2011/05/81-objetos-de-flujo.html>
- Franklin Fincowsky, E. B. (2014). Organización de empresas 4ta edición. Recuperado el 03 de Abril de 2018, de <https://ebookcentral.proquest.com>
- García, R. (2010). Estudio del Trabajo. México DF, México: McGraw Hill.
- Google. (2018). Mapa Juan Diguja y 10 de Agosto. Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Juan+Diguja+%26+Av.+10+de+Agosto,+Quito+170521/@-0.1718492,-78.4899547,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d59a906180b255:0x1260b4458ac41919!8m2!3d-0.1718492!4d-78.487766>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). Calidad Total y productividad. Recuperado el 08 de Febrero de 2018, de <https://doi.org/978-607-15-0315-2>
- Isotools. (2018). Gestión por procesos. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de <https://www.isotools.org/soluciones/procesos/gestion-por-procesos/>
- Leansis. (2017). ¿Qué es el OEE?. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de <https://www.leansisproductividad.com/que-es-el-oeef/>
- Leansolutions. (2017). ¿Qué es VSM?. Recuperado el 15 de Marzo de 2018, de [www.leansolutions.co/conceptos/vsm/](http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/)
- Beevoz. (2014). Cual es el origen de las velas. Recuperado el 15 de Marzo de 2018, de <http://www.beevoz.com/2014/11/12/cual-es-el-origen-de-las-velas/>
- Martínez, R., & Andrés, F. (2010). Metodologías e instrumentos para la formulación, evaluación y monitoreo de programas sociales. Gestión de Programas Sociales: del Diagnóstico a la Evaluación de Impactos, 13.
- Mtmingenieros. (2017). ¿Qué es takt time?. Recuperado el 04 de Junio de 2018, de <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-takt-time/>

- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial. 4ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, CИСCI 2005, Memorias, 3, 188–193. Recuperado el 8 de Febrero de 2018, de <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84907024596&partnerID=tZOtx3y1>
- Nosis Trade. (2018). Comercio Exterior de Ecuador de NCE vaselina - vaselina; parafina, cera de petróleo microcristalina, “slack wax”, ozoquerita, cera de lignito, cera de turba, demás ceras minerales y productos similares obtenidos por síntesis o por otros procedimientos, in. Recuperado de <https://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Ecuador/vaselina--vaselina-parafina-cera-de-petroleo-microcristalina-slack-wax-ozoquerita-cera-de-lignito-ce/EC/2712>
- Pamosa. (2018). Cartera de velas. Recuperada el 15 de Marzo de 2018, de <https://www.velasdivali.com/velas-tungurahua>
- QuimiNet. (2011). Historia de la parafina. Recuperado el 15 de Marzo de 2018, de <https://www.quiminet.com/articulos/historia-de-la-parafina-2564348.htm>
- Ingeniería Industrial. (2016a). Balanceo de línea. Recuperado el 23 de Abril de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producción/balanceo-de-línea/>
- Ingeniería Industrial. (2016b). Capacidad de procesos. Recuperado el 23 de Abril de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestión-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/>
- Ingeniería Industrial. (2016c). Ingeniería de Métodos. Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingeniería-de-metodos/>
- Ingeniería Industrial. (2016d). Suplementos de los estudios de tiempos. Recuperado el 23 de Abril de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de->



tiempos/

Valer, R. (2016). ¿Qué es un cuello de botella en el proceso de producción?. Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de <http://blogs.upn.edu.pe/ingenieria/2016/11/14/que-es-un-cuello-de-botella-en-el-proceso-de-produccion/>

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Tabla de suplementos según la OIT

<b>TABLA DE SUPLEMENTOS SEGÚN OIT</b>			
		<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>1</b>	<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>		
	Suplementos por necesidades personales	5	7
	Suplemento básico por fatiga	4	4
		9	11
<b>2</b>	<b>CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA</b>		
		<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>a)</b>	<b>Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4
<b>b)</b>	<b>Suplemento por postura anormal</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Ligeramente Incómoda	0	1
	Incómoda (inclinado)	2	3
	Muy Incómoda	7	7
<b>c)</b>	<b>Levantamiento de Pesos y Uso de Fuerza</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	<i>Peso levantando o fuerza ejercida (kilos):</i>		
	2.5	0	1
	5	1	2
	7.5	2	3
	10	3	4
	12.5	4	6
	15	6	9
	17.5	8	12
	20	10	15
	22.5	12	18
	25	14	
	30	19	
	40	33	
	50	58	
<b>d)</b>	<b>Intensidad de la luz</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Ligeramente por lo debajo de lo recomendado	0	0
	Bastante por debajo	2	2
	Absolutamente Insuficiente	5	5
<b>e)</b>	<b>Calidad del Aire</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Buena Ventilación o aire libre	0	0
	Mala Ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
	Proximidad de hornos, calderos. Etc.	5	15

<b>f)</b>	<b>Tensión Visual</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Trabajos de cierta presión	0	0
	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
<b>g)</b>	<b>Tensión Auditiva</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Sonido continuo	0	0
	Intermitente y fuerte	2	2
	Intermitente y muy fuerte	5	5
	Estridente y fuerte	8	8
<b>h)</b>	<b>Proceso bastante complejo</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Proceso complejo o atención muy dividida	1	1
	Muy complejo	4	4
<b>i)</b>	<b>Monotonía: Mental</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Trabajo algo monótono	0	0
	Trabajo bastante monótono	1	1
	Trabajo muy monótono	4	4
<b>j)</b>	<b>Monotonía: Física</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	Trabajo algo aburrido	0	0
	Trabajo aburrido	2	1
	Trabajo muy aburrido	5	2

## Anexo 2. Caracterización proceso de diluido.

CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS							
Nombre del proceso:	DILUIDO			Responsable:	Operario y Coordinador de Producción		
Objetivo del Proceso:	Diluir la parafina para la fabricación de la vela				Requisitos ISO 9001 Aplicables		
Alcance:	Comienza desde el encendido del caldero de vapor, que se encarga de la dilución de la parafina, y termina con el vertido de la parafina en la paila.						
PROVEEDOR	ENTRADA	CICLO	ACTIVIDADES			SALIDA PREVISTA	CLIENTE
			ACTIVIDAD	Responsable	Frecuencia		
Proceso de producción, Ventas	Necesidad del cliente	P	Realizar la planificación de producción	Jefe de producción	Mensual	Plan de producción	Proceso de Producción, Cliente externo, Proceso de cargue de máquina
	Requerimiento de demanda						
	Requerimiento de materia prima	H	Llevar la parafina al caldero de vapor para diluirla y por último verterla en la paila	Operario	Diario	Parafina diluida	
	Requerimiento de maquinaria						
	Control de temperatura	V	Verificar cantidad de parafina en la paila, verificar temperatura de la paila	Operario	Diario	Registros de temperatura Registros de cantidad	
	Control de cantidad						
Informes de mejora	A	Elaborar propuestas de mejora para atacar actividades con no conformidades	Operario	Mensual	Acciones de mejora		
RECURSOS				INFORMACIÓN DOCUMENTADA			
Materiales	Tecnológicos	Humanos	Económicos	Logístico	Otros	Mantener	Conservar
Parafina, mezcladores	Caldero de vapor, paila	Operadores		Coches de transporte	Instalaciones físicas	Registros de temperatura y cantidad, propuestas de mejora para no conformidades	Control de temperatura y cantidad
INDICADORES							
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula:	Meta:	Frecuencia de medición:	Responsable	
Productividad mano de obra	Aprovechar al máximo la fuerza laboral	Registros de entrada y salida	Tiempo productivo/tiempo total	>85%	Mensual	Jefe de producción	
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula:	Meta:	Frecuencia de medición:	Responsable	
Productividad materia prima	Realizar las actividades con el mínimo de recursos sin perjudicar la calidad	Registros de producción	Producto conforme/total de productos	>90%	Mensual	Jefe de producción	
NORMATIVA APLICABLE	RIESGOS (-)	OPORTUNIDADES (+)		SALIDAS NO CONFORMES		CRITERIOS PARA ACCIONES CORRECTIVAS	
Legislación Laboral Reglamento Interno de la Empresa				Productos de mala calidad		Incumplimiento en los indicadores Cuando se presenten salidas no conformes	

### Anexo 3. Caracterización proceso de cargue de máquina

CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS							
Nombre del proceso:		CARGUE DE MAQUINA		Responsable:		Operario	
Objetivo del Proceso:	Cargar la maquinaria con la parafina para la realización de las velas					Requisitos ISO 9001 Aplicables	
Alcance:	Comienza desde la verificación general de la máquina hasta la alimentación de parafina de la misma.						
PROVEEDOR	ENTRADA	CICLO	ACTIVIDADES			SALIDA PREVISTA	CLIENTE
			ACTIVIDAD	Responsable	Frecuencia		
Proceso de diluido	Requerimiento de planificación	P	Elaborar la planificación de producción	Jefe de producción	Mensual	Planificación de producción	Proceso de moldeado
	Requerimiento de materia prima	H	Cargar la parafina a la maquinaria	Operario	Diario	Maquinaria cargada	
	Requerimiento de maquinaria	V	Verificar el estado de la maquinaria	Operario	Diario	Registro de maquinas	
	Control de maquinaria	A	Proponer acciones de mejora para no conformidades	Operario	Mensual	Acciones de mejora	
Informes de mejora							
RECURSOS				INFORMACIÓN DOCUMENTADA			
Materiales	Tecnológicos	Humanos	Económicos	Logístico	Otros	Mantener	Conservar
parafina diluida Balde metálico Manivela de máquina	Maquinaria	Operarios		Coches de transporte	Instalaciones físicas	Registros de control de maquinas y calidad	Controles de maquinaria y calidad
INDICADORES							
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula	Meta:	Frecuencia de	Responsable	
Productividad mano de obra	Aprovechar al máximo la fuerza laboral	Registros de entrada y salida	Tiempo productivo/tiempo total	>85%	Mensual	Jefe de producción	
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula	Meta:	Frecuencia de medición:	Responsable	
Productividad materia prima	Realizar las actividades con el mínimo de recursos sin	Registros de producción	Producto conforme/total de	>90%	Mensual	Jefe de producción	
NORMATIVA APLICABLE	RIESGOS (-)	OPORTUNIDADES (+)	SALIDAS NO CONFORMES		CRITERIOS PARA ACCIONES CORRECTIVAS		
Legislación Laboral Reglamento Interno de la Empresa			Productos de mala calidad		Incumplimiento en los indicadores Cuando se presenten salidas no conformes		

## Anexo 4. Caracterización proceso de moldeado

CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS							
Nombre del proceso:		Moldeado		Responsable:	Operario		
Objetivo del Proceso:	Dar las diferentes formas a la vela				Requisitos ISO 9001 Aplicables		
Alcance:	Empieza desde el cargue de parafina diluida en los moldes hasta la vela moldeada seca						
PROVEEDOR	ENTRADA	CICLO	ACTIVIDADES			SALIDA PREVISTA	CUENTE
			ACTIVIDAD	Responsable	Frecuencia		
Proceso de cargue de máquina	Requerimiento de planificación	P	Elaborar la planificación de producción	Jefe de producción	Mensual	Planificación de producción	Proceso de descargue de máquina
	Requerimiento de materia prima	H	Moldear la parafina para formar las velas	Operario	Diario	Maquinaria cargada	
	Requerimiento de maquinaria	V	Verificar el estado general de la maquina	Operario	Diario	Registro de maquina	
	Control de maquinaria		Verificar el tiempo de moldeado	Operario	Diario	Registro de tiempo	
	Control de tiempo	A	Proponer acciones de mejora para no conformidades	Operario	Mensual	Acciones de mejora	
RECURSOS			INFORMACIÓN DOCUMENTADA				
Materiales	Tecnológicos	Humanos	Económicos	Logístico	Otros	Mantener	Conservar
Parafina diluida	Maquinaria	Operarios		Coches de transporte	Instalaciones físicas	Registros de control de maquinas y tiempo	Controles de maquinaria y tiempo
INDICADORES							
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula	Meta:	Frecuencia de	Responsable	
Productividad de maquinaria	Aprovechar al máximo la utilización de la máquina	Registros de entrada y salida	Tiempo productivo/tiempo total	>85%	Semanal	Jefe de producción	
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula	Meta:	Frecuencia de medición:	Responsable	
Cumplimiento de calidad	Controlar la calidad con la que salen las velas realizadas	Registros de producción	Producto de calidad/total de productos	>90%	Diaria	Jefe de producción	
NORMATIVA APLICABLE	RIESGOS (-)	OPORTUNIDADES (+)	SALIDAS NO CONFORMES		CRITERIOS PARA ACCIONES		
Legislación Laboral Reglamento Interno de la Empresa			Productos de mala calidad		Incumplimiento en los indicadores Cuando se presenten salidas no conformes		

## Anexo 5. Caracterización proceso de descargue de máquina

CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS							
Nombre del proceso:		Descargue de máquina		Responsable:	Operario		
Objetivo del Proceso:	Descargar las velas realizadas de la maquinaria				Requisitos ISO 9001 Aplicables		
Alcance:	Empieza desde el descargue de las velas hasta el empaquetado						
PROVEEDOR	ENTRADA	CICLO	ACTIVIDADES			SALIDA PREVISTA	CLIENTE
			ACTIVIDAD	Responsable	Frecuencia		
Proceso de moldeado	Requerimiento de planificación	P	Elaborar la planificación de producción	Jefe de producción	Mensual	Planificación de producción	Proceso de empaquetado
	Requerimiento de materia prima	H	Descargar las velas realizadas de la maquinaria	Operario	Diario	Descargue de máquina	
	Requerimiento de maquinaria						
	Control de calidad	V	Verificar la calidad de las velas recién extraídas	Operario	Diario	Informes de calidad	
Informes de mejora	A	Proponer acciones de mejora para no	Operario	Mensual	Acciones de mejora		
RECURSOS					INFORMACIÓN DOCUMENTADA		
Materiales	Tecnológicos	Humanos	Económicos	Logístico	Otros	Mantener	Conservar
Espatula	Maquinaria	Operarios		Coches de transporte	Instalaciones físicas	Informes de calidad y de mejora	Controles de calidad
INDICADORES							
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula	Meta:	Frecuencia de medición:	Responsable	
Productividad mano de obra	Aprovechar al máximo la fuerza laboral	Registros de entrada y salida	Tiempo productivo/tiempo total	>85%	Semanal	Jefe de producción	
Nombre:	Objetivo:	Fuente:	Fórmula	Meta:	Frecuencia de medición:	Responsable	
Cumplimiento de calidad	Controlar la calidad con la que salen las velas realizadas	Registros de producción	Producto de calidad/total de productos	>90%	Diaria	Jefe de producción	
NORMATIVA APLICABLE	RIESGOS (-)	OPORTUNIDADES (+)	SALIDAS NO CONFORMES	CRITERIOS PARA			
Legislación Laboral Reglamento Interno de la Empresa			Productos de mala calidad	Incumplimiento en los indicadores Cuando se presenten salidas no			



# Anexo 6. Calculo de tiempo normal

DEPARTAMENTO:		ESTUDIO N°		001																														
AREA PRODUCCION		MAQUIN		DE 1																														
OPERACION: FABRICACION DE REAS TRADICIONALES																																		
REALIZADO POR: FABRICO BARROA		OPERARIO:		M.A.M.																														
FECHA DE REALIZACION: 06-04-2018																																		
METHODO: PRESENTE																																		
No.	ACTIVIDAD	TIPO	RECURSOS	SEMI-CICLO											Línea Inferior	Línea Superior	Promedio Índice	Vencido	Temporales															
				Máquina (Min)	Mano de obra (Min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9						10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Encender estufa de vapor					0.24	0.32	0.26	0.34	0.28	0.29	0.24	0.26	0.27	0.34	2.82	0.28	0.04	0.32	0.24	0.28	0.03	0.02	1.05	0.29									
2	Colación de parafina en palla					10.40	15.80	11.18	9.02	14.03	16.44	11.35	10.59	15.08	15.40	130.25	13.04	2.83	15.87	10.21	13.59	0	0	1	12.53									
3	Seleccionar parafina de producción					1.27	1.11	1.09	1.16	1.20	1.15	1.04	1.06	1.29	11.80	1.18	0.11	1.29	1.07	1.15	0	0.02	1.02	1.18										
4	Verificar parafina en stock					3.36	1.18	2.30	3.49	1.98	1.24	2.98	2.00	2.37	23.24	2.32	0.79	3.11	1.54	2.33	0.08	0.05	1.13	2.83										
5	Insular alar de extrusión					5.09	5.54	5.82	5.18	5.00	5.54	5.63	5.77	5.29	55.14	5.51	0.30	5.81	5.23	5.51	0.11	0.1	1.21	6.66										
6	Estimar alar de extrusión					1.40	1.29	1.47	1.12	1.17	1.48	1.06	1.48	1.32	11.11	12.90	1.29	0.16	1.46	1.12	1.30	0	0.02	1.02	1.32									
7	Colocar bolas de parafina en el cocido					0.60	0.70	0.63	0.66	0.55	0.68	0.69	0.67	0.56	0.59	6.23	0.63	0.05	0.69	0.58	0.04	0	0	1	0.84									
8	Llevar bolas de parafina hacia la palla					2.41	3.19	2.18	2.19	2.13	2.33	2.59	2.28	2.81	2.28	24.42	2.44	0.34	2.78	2.11	2.30	0.03	0.02	1.05	2.42									
9	Verificar parafina en la palla					0.24	0.24	0.29	0.24	0.24	0.24	0.25	0.26	0.24	0.28	2.58	0.26	0.02	0.28	0.24	0.27	0.11	0.05	1.16	0.32									
11	Insular elar de moles					0.15	0.19	0.17	0.17	0.14	0.17	0.15	0.15	0.14	0.17	1.66	0.17	0.01	0.18	0.15	0.17	0.08	0.02	1.1	0.18									
12	Alar pátinas					0.16	0.25	0.13	0.18	0.23	0.29	0.28	0.25	0.24	0.23	2.30	0.23	0.06	0.29	0.27	0.27	0	0.05	1.05	0.29									
13	Abrir llave de agua fría					0.08	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.09	0.10	0.10	0.94	0.09	0.01	0.11	0.08	0.10	0	0.02	1.02	0.10									
14	Presionar velas formadas					0.08	0.09	0.08	0.08	0.14	0.11	0.10	0.10	0.12	0.11	1.00	0.10	0.02	0.12	0.08	0.10	0.03	0.02	1.05	0.10									
15	Alar pátinas hacia la marca establecida					0.24	0.14	0.28	0.26	0.24	0.26	0.21	0.23	0.20	0.24	2.40	0.24	0.04	0.26	0.20	0.25	0.03	0.02	1.05	0.26									
16	Coger parafina diluida en baldes					0.11	0.14	0.15	0.14	0.17	0.16	0.13	0.12	0.14	1.38	0.14	0.02	0.16	0.12	0.14	0.08	0.05	1.13	0.16										
17	Llevar baldes con parafina a la máquina					0.09	0.13	0.20	0.18	0.10	0.10	0.12	0.15	0.19	0.20	1.45	0.15	0.04	0.19	0.10	0.15	0	0.05	1.05	0.15									
18	Verificar parafina en máquina					0.36	0.32	0.46	0.36	0.34	0.40	0.43	0.38	0.36	0.45	3.86	0.39	0.05	0.43	0.34	0.37	0.11	0.08	1.19	0.45									
19	Control llave de agua fría					0.09	0.09	0.15	0.10	0.10	0.09	0.11	0.08	0.07	0.08	0.95	0.10	0.02	0.12	0.07	0.09	0	0.02	1.02	0.09									
20	Insular que las moles estén finas con parafina					0.85	0.53	0.54	0.76	0.54	0.81	0.99	0.62	0.72	0.86	7.31	0.73	0.17	0.90	0.56	0.75	0.03	0.02	1.05	0.79									
21	Insular la bandeja anti-derriame					0.30	0.27	0.36	0.30	0.38	0.31	0.26	0.31	0.27	0.32	3.19	0.32	0.04	0.36	0.28	0.29	0	0.02	1.02	0.30									
22	Alar la compuerta de máquina					0.23	0.18	0.18	0.12	0.22	0.18	0.18	0.12	0.25	0.19	1.80	0.18	0.04	0.22	0.14	0.19	0	0.02	1.02	0.19									
23	Insular de velas					44.63	43.03	44.96	46.34	44.18	45.33	46.65	45.85	45.21	42.61	447.57	44.76	1.17	45.93	43.93	45.30	0	0	1	45.10									
24	Insular la contenedor de parafina					0.32	0.31	0.46	0.27	0.29	0.47	0.51	0.37	0.42	0.35	3.66	0.37	0.09	0.46	0.28	0.29	0.03	0.02	1.05	0.30									
25	Insular la estufa de ceniza y alfar					0.16	0.17	0.13	0.18	0.19	0.21	0.23	0.20	0.23	0.20	1.91	0.19	0.03	0.22	0.18	0.19	0	0.02	1.02	0.19									
26	Cubrir la estufa con palla					0.25	0.33	0.35	0.32	0.22	0.22	0.25	0.26	0.23	2.70	0.27	0.06	0.33	0.21	0.28	0	0	1	0.28										
27	Cocido de moles					0.31	0.36	0.26	0.27	0.27	0.30	0.32	0.27	0.35	2.99	0.30	0.04	0.34	0.28	0.30	0.06	0.05	1.11	0.31										
28	Reposado de parafina sobretodo					5.53	2.86	2.24	2.24	2.60	3.02	2.12	2.84	2.79	2.87	30.21	3.02	1.00	4.02	2.03	2.74	0.13	0.1	1.23	3.27									
29	Descargar las velas formadas					4.18	4.49	4.91	5.09	5.00	4.98	4.90	4.77	4.81	48.94	4.88	0.46	5.34	4.42	4.84	0.08	0.08	1.16	5.81										
30	Inspeccionar defectos de calidad					0.27	0.19	0.21	0.20	0.21	0.19	0.19	0.25	0.22	0.28	2.25	0.23	0.04	0.26	0.19	0.27	0.06	0.05	1.11	0.40									
31	Llevar velas a los metros de empaquetado					1.27	1.35	1.36	1.36	1.38	1.16	1.38	1.34	1.39	1.34	13.36	1.39	0.05	1.37	1.28	1.33	0	0.05	1.05	1.40									
32	Alar velas en muro de empaquetado					0.14	0.17	0.18	0.25	0.14	0.25	0.23	0.18	0.23	1.38	0.19	0.04	0.24	0.15	0.21	0	0.02	1.02	0.21										
33	Separar velas con defectos					0.99	0.84	0.80	0.93	1.09	0.81	0.90	0.82	0.97	0.91	8.54	0.85	0.16	1.01	0.89	0.89	0.03	0.02	1.05	0.94									

## Anexo 7. Calculo de coeficiente de descuento

Cod.	ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes				2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Indice
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física				
1	Encender caldero	M	5	4	2	0	0	5	0	0	1	0	2	19	0,19			
2	Dilución de Parafina en paila	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	Solicitar planificación de producción	M	5	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0,1			
4	Verificar cantidad en stock	M	5	4	2	0	0	0	2	0	1	0	0	14	0,14			
5	Realizar plan de producción	M	5	4	2	0	0	0	0	0	4	1	0	16	0,16			
6	Entregar plan de producción	M	5	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12			
7	Colocar bultos de parafina en el coche	M	5	4	2	7	58	2	5	0	0	1	0	89	0,89			
8	Llevar bultos de parafina hacia la paila	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	Vertier parafina en la paila	M	5	4	2	0	4	0	5	0	0	1	0	23	0,23			
10	Verificar cantidad de hilo en la máquina	M	5	4	2	2	0	2	5	2	0	1	0	24	0,24			
11	Revisar nivel de moldes	M	5	4	2	2	0	2	5	2	0	1	0	24	0,24			
12	Alzar pistones	M	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	2	22	0,22			
13	Abrir llave de agua fría	M	5	4	2	0	0	0	5	0	0	1	0	17	0,17			
14	Presionar velas formadas	M	5	4	2	0	0	0	5	0	0	1	0	19	0,19			
15	Bajar pistones hasta la marca establecida	M	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	0	21	0,21			
16	Coger parafina diluida en baldes	M	5	4	2	0	4	0	5	2	0	4	0	28	0,28			
17	Llevar baldes con parafina a la máquina	M	5	4	2	0	4	0	5	0	0	1	1	27	0,27			
18	Vertier parafina en máquina	M	5	4	2	2	4	0	5	5	0	1	0	30	0,3			
19	Cerrar llave de agua fría	M	5	4	2	0	0	0	5	0	0	1	0	17	0,17			
20	Revisar que los moldes estén llenos con parafina	M	5	4	2	0	0	2	0	2	0	1	1	17	0,17			
21	Retirar bandeja anti derrame	M	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	18	0,18			
22	Bajar compuerta de máquina	M	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	19	0,19			
23	Moldeado de velas	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
24	Revisar textura de parafina	M	5	4	2	0	0	2	0	5	0	1	1	20	0,2			
25	Tomar espátula de corte y afilar	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0,14			
26	Calentar espátula en paila	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
27	Corte de mecha	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14	0,14			
28	Raspado de parafina sobrante	M	5	4	2	0	2	0	0	0	0	1	4	23	0,23			
29	Descargar las velas formadas	M	5	4	2	2	1	0	0	5	0	4	4	32	0,32			
30	Inspeccionar defectos de calidad	M	5	4	2	2	0	5	0	5	0	4	4	31	0,31			
31	Llevar velas a los muros de empaquetado	M	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	1	22	0,22			
32	Apliar velas en muro de empaquetado	M	5	4	2	7	3	0	0	0	0	1	1	28	0,28			
33	Separar velas con defectos	M	5	4	2	2	0	2	0	2	0	1	1	21	0,21			

## Anexo 8. Calculo de tiempo estándar

Co d.	ACTIVIDAD	ME C	MA N	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR			
					Coeficiente de descuento	Frecuencia/ Unidad	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo (min)
1	Encender caldero		x	0,29	1,19	0,40	0,14	0,14
2	Dilución de Parafina en paila	x		12,59	1,00	1,00	12,59	12,72
3	Solicitar planificación de producción		x	1,18	1,10	0,40	0,52	13,24
4	Verificar cantidad en stock		x	2,63	1,14	0,40	1,20	14,44
5	Realizar plan de producción		x	6,66	1,16	0,40	3,09	17,53
6	Entregar plan de producción		x	1,32	1,12	0,40	0,59	18,13
7	Colocar bultos de parafina en el coche		x	0,17	1,89	0,40	0,13	18,26
8	Llevar bultos de parafina hacia la paila	x	x	0,64	1,00	1,00	0,64	18,89
9	Verter parafina en la paila		x	2,42	1,23	0,40	1,19	20,08
10	Verificar cantidad de hilo en la máquina		x	0,32	1,24	1,90	0,75	20,83
11	Revisar nivel de moldes		x	0,18	1,24	1,90	0,43	21,26
12	Alzar pistones		x	0,29	1,22	1,90	0,66	21,93
13	Abrir llave de agua fría		x	0,10	1,17	1,90	0,23	22,15
14	Prensar velas formadas		x	0,10	1,19	1,90	0,24	22,39
15	Bajar pistones hasta la marca establecida		x	0,26	1,21	1,90	0,61	23,00
16	Coger parafina diluida en baldes		x	0,16	1,28	1,90	0,38	23,38
17	Llevar baldes con parafina a la máquina		x	0,16	1,27	1,90	0,39	23,77
18	Verter parafina en máquina		x	0,45	1,30	1,90	1,10	24,87
19	Cerrar llave de agua fría		x	0,09	1,17	1,90	0,21	25,08
20	Revisar que los moldes estén llenos con parafina		x	0,79	1,17	1,90	1,76	26,84
21	Retirar bandeja anti derrame		x	0,30	1,18	1,90	0,67	27,51
22	Bajar compuerta de máquina		x	0,19	1,19	1,90	0,44	27,95
23	Moldeado de velas	x		45,10	1,00	1,00	45,10	73,04
24	Revisar contextura de parafina		x	0,30	1,20	1,90	0,69	73,74
25	Tomar espátula de corte y afilar		x	0,19	1,14	1,90	0,42	74,16
26	Calentar espátula en paila	x		0,28	1,00	1,00	0,28	74,44
27	Corte de mecha		x	0,31	1,14	1,90	0,67	75,11
28	Raspado de parafina sobrante		x	3,37	1,23	1,90	7,90	83,01
29	Descargar las velas formadas		x	5,61	1,32	1,90	14,10	97,12
30	Inspeccionar defectos de calidad		x	0,30	1,31	1,90	0,74	97,86
31	Llevar velas a los muros de empaquetado		x	1,40	1,22	1,90	3,25	101,11
32	Apilar velas en muro de empaquetado		x	0,21	1,28	1,90	0,51	101,62
33	Separar velas con defectos		x	0,94	1,21	1,90	2,16	103,78

## Anexo 9. Flujoograma analítico del proceso de diluido

DEPARTAMENTO:				ESTUDIO N°				RESUMEN													
ÁREA: PRODUCCIÓN				HOJA N°				EVENTO		CANTIDAD											
OPERACIÓN: FABRICACIÓN DE VELAS TRADICIONALES				1 DE 1				OPERACIÓN		6											
SUBPROCESO: DILUIDO								TRANSPORTE		1											
REALIZADO POR: FABRICIO BARRIGA				OPERARIO: M.M.				INSPECCIÓN		1											
FECHA DE REALIZACIÓN: 06-04-2018				MAQUINA: NACIONAL 700 MOLDES				DEMORA		1											
MÉTODO: PRESENTE				PROPUESTO				TIEMPO (min)		0,00											
				DISTANCIA						128,02											
No.	ACTIVIDAD	TIPO			SIMBOLO					TIEMPOS (seg)											
		MECÁNICA (MEC)	MANUAL (MAN)	RECORRIDO (METROS)	→	⇨	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦			
1	Encender Caldero de vapor		x	20,20							0,24	0,32	0,26	0,34	0,26	0,29	0,24	0,26	0,27	0,34	
2	Dilución de parafina en paila	x		-							10,40	16,80	11,18	9,02	14,10	16,44	11,35	10,59	15,08	15,40	
3	Solicitar planificación de producción		x	10,65							1,22	1,11	1,09	1,16	1,30	1,35	1,04	1,06	1,29	1,19	
4	Verificar productos en stock		x	37,55							3,36	1,18	2,30	3,49	1,96	3,24	2,98	2,00	2,37	2,35	
5	Realizar plan de producción		x	-							5,09	5,54	5,82	5,18	6,00	5,54	5,62	5,77	5,28	5,29	
6	Entregar plan de producción		x	22,60							1,40	1,29	1,47	1,12	1,17	1,48	1,06	1,48	1,32	1,11	
7	Colocar bultos de parafina en el coche		x	12,45							0,19	0,11	0,18	0,12	0,17	0,15	0,10	0,14	0,19	0,14	
8	Llevar bultos de parafina hacia la paila	x		23,48							0,80	0,70	0,63	0,66	0,55	0,68	0,69	0,67	0,56	0,59	
9	Volver parafina en la paila		x	1,09							2,41	3,19	2,16	2,19	2,13	2,33	2,59	2,26	2,61	2,36	

## Anexo 10. Flujoograma analítico del proceso de cargue de máquina

DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN				ESTUDIO N°				RESUMEN													
ÁREA: PRODUCCIÓN				HOJA N°				EVENTO		CANTIDAD											
OPERACIÓN: FABRICACIÓN DE VELAS TRADICIONALES				2 DE 4				OPERACIÓN		7											
SUBPROCESO: CARGUE DE MÁQUINA								TRANSPORTE		1											
REALIZADO POR: FABRICIO BARRIGA				OPERARIO: M.M.				INSPECCIÓN		2											
FECHA DE REALIZACIÓN: 06-04-2018				MAQUINA: NACIONAL 700 MOLDES				DEMORA		0											
MÉTODO: PRESENTE				PROPUESTO				DISTANCIA		24,57											
No.	ACTIVIDAD	TIPO			SIMBOLO					TIEMPOS (seg)											
		MECÁNICA (MEC)	MANUAL (MAN)	RECORRIDO (METROS)	→	⇨	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦			
1	Verificar cantidad de hilo en la máquina		x	3,00							0,24	0,34	0,29	0,34	0,28	0,24	0,25	0,26	0,24	0,28	
2	Revisar nivel de moldes		x	2,73							0,15	0,19	0,17	0,16	0,17	0,15	0,15	0,18	0,17	0,17	
3	Alzar pistones		x	-							0,18	0,25	0,13	0,18	0,23	0,29	0,26	0,25	0,24	0,31	
4	Abrir llave de agua fría		x	3,55							0,08	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,09	0,10	0,10	
5	Presionar velas formadas		x	-							0,08	0,09	0,08	0,06	0,14	0,11	0,10	0,10	0,12	0,11	
6	Bajar pistones hasta la marca establecida		x	-							0,24	0,14	0,28	0,26	0,24	0,26	0,22	0,23	0,30	0,24	
7	Cocer parafina diluida en baldes		x	4,37							0,11	0,14	0,15	0,14	0,17	0,16	0,13	0,12	0,14	0,12	
8	Llevar baldes con parafina a la máquina		x	4,37							0,09	0,13	0,20	0,18	0,10	0,10	0,12	0,15	0,18	0,20	
9	Volver parafina en máquina		x	3,00							0,36	0,32	0,46	0,36	0,34	0,40	0,43	0,38	0,36	0,45	
10	Cerrar llave de agua fría		x	3,55							0,09	0,09	0,15	0,10	0,10	0,09	0,11	0,08	0,07	0,08	

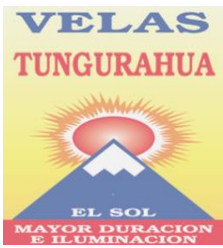
## Anexo 11. Flujoograma analítico del proceso de moldeado

DEPARTAMENTO:				ESTUDIO N°				RESUMEN													
ÁREA: PRODUCCIÓN				HOJA N°				EVENTO		CANTIDAD											
OPERACIÓN: FABRICACIÓN DE VELAS TRADICIONALES				3 DE 4				OPERACIÓN		2											
SUBPROCESO: MOLDEADO								TRANSPORTE		0											
REALIZADO POR: FABRICIO BARRIGA				OPERARIO: M.M.				INSPECCIÓN		2											
FECHA DE REALIZACIÓN: 06-04-2018				MAQUINA: NACIONAL 700 MOLDES				DEMORA		1											
MÉTODO: PRESENTE				PROPUESTO				DISTANCIA		5,75											
No.	ACTIVIDAD	TIPO			SIMBOLO					TIEMPOS (seg)											
		MECÁNICA (MEC)	MANUAL (MAN)	RECORRIDO (METROS)	→	⇨	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦			
1	Revisar que los moldes estén llenos con parafina		x	3,55							0,95	0,53	0,54	0,76	0,54	0,81	0,99	0,62	0,72	0,86	
2	Retirar bandeja anti derrame		x	2,20							0,30	0,27	0,36	0,30	0,35	0,31	0,26	0,31	0,37	0,32	
3	Bajar temperatura de máquina		x	-							0,23	0,16	0,18	0,12	0,22	0,16	0,16	0,21	0,25	0,19	
4	Moldeado de velas	x		-							44,83	43,03	44,96	46,24	44,16	45,33	45,45	45,85	45,21	42,61	
5	Revisar contadura de parafina		x	-							0,32	0,31	0,46	0,27	0,29	0,47	0,51	0,37	0,42	0,25	

## Anexo 12. Flujoograma analítico del proceso de descargue de máquina

DEPARTAMENTO:				ESTUDIO N°				RESUMEN													
ÁREA: PRODUCCIÓN				HOJA N°				EVENTO		CANTIDAD											
OPERACIÓN: FABRICACIÓN DE VELAS TRADICIONALES				4 DE 4				OPERACIÓN		6											
SUBPROCESO: DESCARGUE DE MÁQUINA								TRANSPORTE		1											
REALIZADO POR: FABRICIO BARRIGA				OPERARIO: M.M.				INSPECCIÓN		1											
FECHA DE REALIZACIÓN: 06-04-2018				MAQUINA: NACIONAL 700 MOLDES				DEMORA		1											
MÉTODO: PRESENTE				PROPUESTO				DISTANCIA		166,03											
No.	ACTIVIDAD	TIPO			SIMBOLO					TIEMPOS (seg)											
		MECÁNICA (MEC)	MANUAL (MAN)	RECORRIDO (METROS)	→	⇨	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦	⇩	⇧	⇦			
1	Tomar espátula de sorte y afilar		x	3,55							0,18	0,17	0,13	0,18	0,19	0,21	0,23	0,20	0,23	0,20	
2	Calentar espátula en paila		x	-							0,25	0,33	0,35	0,32	0,22	0,22	0,17	0,25	0,28	0,31	
3	Corte de mecha		x	3,55							0,31	0,36	0,26	0,27	0,27	0,27	0,30	0,32	0,27	0,35	
4	Raspado de parafina sobrante		x	2,73							5,52	2,96	2,24	2,34	2,60	3,82	2,12	2,94	2,79	2,87	
5	Descargar las velas formadas		x	5,73							4,16	4,69	4,92	5,99	5,00	4,98	4,62	4,90	4,77	4,61	
6	Inspeccionar defectos de calidad		x	5,00							0,27	0,19	0,21	0,20	0,27	0,19	0,19	0,25	0,22	0,25	
7	Llevar velas a los muros de empaquetado		x	142,47							1,37	1,35	1,36	1,36	1,26	1,30	1,34	1,30	1,34	1,34	
8	Apillar velas en muro de empaquetado		x	-							0,14	0,17	0,18	0,25	0,14	0,25	0,23	0,16	0,23	0,18	
9	Separar velas con defectos		x	3,00							0,99	0,84	0,80	0,93	1,09	0,61	0,90	0,82	0,97	0,59	

## Anexo 13. Manual de procesos

	<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	FECHA: <b>10/06/2018</b>
	<b>CÓDIGO: MA.PR.4.07</b>	Elaborado por: Fabricio Barriga

## Manual de procesos PAMOSA S.A

### Contenido

1. Introducción
2. Objetivo
3. Alcance
4. Responsables
5. Hoja de operaciones
6. Control de indicadores

### 1. Introducción del manual de procesos

Este manual busca describir las actividades que realiza el personal para conocer paso a paso el proceso productivo y además los instrumentos necesarios para que cada actividad se lleve a cabo.

Este manual sirve como herramienta y apoyo para las personas que están a cargo del procedimiento, cualquier persona que esté involucrada en el proceso de fabricación de vela tradicional puede hacer uso del mismo. Permite que los operarios puedan resolver dudas que se presentan a lo largo de la jornada productiva y puedan resolver dichas dudas en base al manual.

### 2. Objetivos del manual de procesos

#### 2.1. Objetivo General del manual de procesos

Ser una herramienta de apoyo y guía para la correcta ejecución del proceso de fabricación de vela tradicional en máquina, proceso el cual se lo realice con los tiempos determinados necesarios para cada actividad y de esta forma evitar que el proceso sea variable.

## **2.2. Objetivos Específicos del manual de procesos**

- Evitar cualquier tipo de desperdicio o muda dentro del proceso.
- Fomentar el trabajo estandarizado en todas las personas que intervienen en el proceso.
- Asegurar un estándar de calidad en los productos.
- Ayudar a que el proceso no dependa de los operarios, esto ayuda a que si nuevos colaboradores ingresan al proceso puedan realizar las actividades de forma correcta y se puedan adaptar al nuevo puesto de trabajo reduciendo el tiempo de aprendizaje o adaptación.
- Evitar que el proceso se vea afectado por falta de capacitación o información en los operarios.
- Mejorar la productividad del proceso

## **3. Alcance del manual de procesos**

Este manual de proceso abarca a toda el área de producción de vela tradicional en máquina en la fábrica de producción de PAMOSA S.A.

## **4. Responsables del manual de procesos**

- Operarios a cargo de maquinas
- Líder del área de maquinas
- Ayudantes de maquina

## **5. Hojas de operaciones del manual de procesos**



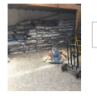







Las hojas de operaciones de los procesos es un instructivo el cual explica de forma detallada como se debe llevar a cabo las actividades presentes en cada proceso, enlista todas las actividades y también sugiere el tiempo en el cual la

actividad debe ser realizada. Indica que tipo de actividad es cada una de las que se están realizando y además explica la razón de porque hay que realizar dicha actividad.





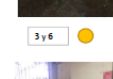
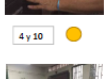








Cada hoja de trabajo cuenta con imágenes de todas las actividades para que los operarios puedan entender de una forma más didáctica como se debe desarrollar el proceso. La hoja indica a que proceso corresponde y además el operario tiene la facilidad de ver que herramientas y equipos debe utilizar para llevar a cabo las actividades.

Otro aspecto importante es que la hoja contiene los equipos de protección personal que el operario debe utilizar para asegurar que su condición física no se vea afectada por la realización del proceso.

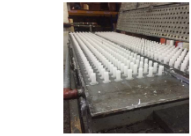







En términos generales esta hoja de operaciones sirve de apoyo para todas las personas que están involucradas en el proceso productivo de fabricación de vela, estas hojas deben permanecer dentro del área para que cualquier persona autorizada tenga acceso a las mismas. Ayuda a que el personal se pueda adaptar al proceso y resolver las dudas que se puedan presentar a lo largo de su trabajo.

MANUFACTURA					
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					
ÁREA		PRODUCCIÓN VELA BLANCA		REALIZADO POR:	FABRICO BARRIGA
NOMBRE DEL SUBPROCESO		DILUIDO		FECHA DE REALIZACIÓN:	1/5/2018
TIPO DE ACTIVIDAD:	INSPECCIÓN	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO
  <p>Imagen 1</p> <p>Imagen 2</p> <p>OPERACIÓN</p> <p>ACTIVIDAD 1</p> <p>ACTIVIDAD 2 y 3</p>   <p>Imagen 3</p> <p>Imagen 4</p> <p>TRANSPORTE</p> <p>OPERACIÓN</p> <p>ACTIVIDAD 4</p> <p>Imagen 5</p>	No.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	COMO	RAZÓN (POR QUÉ/PARA QUÉ)
	1	Solicitar planificación de producción	1,18	La persona a cargo de la operación al comenzar la jornada laboral deberá solicitar a la persona encargada la planificación de la producción diaria de vela tradicional. La orden de producción deberá ser recibida por escrito como se muestra en la imagen 1, y deberá ser colocada en el tablero de información que se muestra en la imagen 2.	Producir los productos necesarios y no tener problemas con desabastecimiento de productos por la producción de productos no solicitados.
	2	Colocar bultos de parafina en el coche	0,17	Los bultos se encuentran apilados en el área de vela decorativa como se muestra en la imagen 3, el operario debe colocarlos en el coche.	Transporte de parafina hacia la paila.
	3	Llevar Bultos de parafina hacia la paila	0,64	El operario haciendo uso del coche de transporte debe llevar los bultos hacia la paila de parafina como se muestra en la imagen 4.	Alimentación continua de material a la paila de parafina
	4	Verter parafina en la paila	2,42	Haciendo uso de la espátula el operario tiene que abrir el bulto de parafina y verter el mismo en la paila, se tiene que sacudir el saco como se muestra en la imagen 5 para que todo el material sea vertido en la paila.	La parafina se diluya y tener la materia prima lista para ser usada en las máquinas.
TIEMPO TOTAL			4,41		
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
 COCHE DE TRANSPORTE MANUAL			 ESPATULA		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL					
					
					

Hoja de proceso Diluido













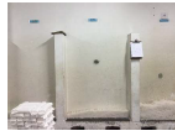






MANUFACTURA					
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					
ÁREA		PRODUCCIÓN VELA BLANCA		REALIZADO POR:	FABRICO BARRIGA
NOMBRE DEL SUBPROCESO		CARGUE DE MÁQUINA		FECHA DE REALIZACIÓN:	1/5/2018
TIPO DE ACTIVIDAD:	INSPECCIÓN	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO
       	No.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	COMO	RAZON (POR QUÉ/PARA QUÉ)
	1	Verificar hilo en la máquina	0,32	Las máquina cuentan con una tapa en la parte inferior en donde se encuentran los tubos de hilos. El operario debe revisar todos los tubos para verificar que tengan material en cada molde.	Si existe un molde que no tenga material y no se verifica este producto no cumplirá con las características y tendrá que ser reprocesado.
	2	Revisar nivel de moldes	0,18	El operario debe verificar que el molde se encuentre en el nivel marcado para que cuando se produzca cumpla con las características.	Asegurar que las velas cumplen con las especificaciones y características.
	3	Alzar pistones	0,29	La máquina siempre cuenta con material en proceso, el operario debe alzar las velas que se encuentran en la máquina haciendo uso de la manivela que la máquina posee hasta el nivel señalado en el que las velas puedan ser prensadas.	Para poder prensar las velas y que los moldes estén libres y poder realizar un nuevo lote.
	4	Abrir llave de agua fría	0,10	Esta actividad se realiza a partir del 2do cargue de la jornada laboral. El operario tiene que abrir la llave de flujo de agua que se encuentra en la parte trasera de la máquina.	Ayuda a que la vela se desprenda del molde y evita que se produzcan daños en el mismo. Acelera el proceso de formados de vela.
	5	Prensar velas formadas	0,10	El operario debe hacer uso de la manija para prensar las velas de forma que estas queden sujetas.	Evita que las velas formadas se caigan. Separa el producto terminado con el material en proceso.
	6	Bajar pistones hasta la marca	0,26	Se tiene que regresar los moldes al nivel inicial para poder realizar un nuevo lote, el operario con la manivela debe regresar los moldes al nivel señalado.	Cumplir con las características ya establecidas del producto.
	7	Coger parafina diluida en baldes	0,16	Se debe coger un balde que estan sobre la paila de parafina y llenarlo con parafina diluida.	Medio por el cual se puede coger la materia prima para ser llevada a la máquina.
	8	Llevar baldes con parafina a las máquinas	0,16	Se debe coger el balde lleno de parafina y llevarlo hacia la máquina que va a ser alimentada.	Transporte que sirve para poder alimentar la máquina no puede dejar de ser realizado.
	9	Verter parafina en máquina	0,45	El operario debe verter la parafina que se encuentra en el balde dentro de la máquina hasta que esta sea alimentada por completo.	Es la materia prima del proceso, la máquina va a transformar esta materia en el producto necesario.
10	Cerrar llave de agua fría	0,09	Se realiza a partir del 2do cargue se cierra el flujo de agua que anteriormente fue abierto. Se debe cerrar la misma llave de agua que se encuentra en la parte posterior de la máquina.	El flujo de agua ayuda al formado de la vela pero en la parte final de este proceso. Si el flujo se da cuando la parafina fue recién alimentada puede dañar los moldes y enulvarlos.	
TIEMPO TOTAL			2,11		
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
 BALDE METÁLICO  MANIVELA					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL					
   					

## Hoja de proceso Cargue de máquina

MANUFACTURA					
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					
ÁREA		PRODUCCIÓN VELA BLANCA		REALIZADO POR:	FABRICO BARRIGA
NOMBRE DEL SUBPROCESO		MOLDEADO		FECHA DE REALIZACIÓN:	1/5/2018
TIPO DE ACTIVIDAD:	INSPECCIÓN	DEMORA	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO
  	No.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	COMO	RAZON (POR QUÉ/PARA QUÉ)
	1	Revisar que los moldes estén llenos con parafina	0,79	Visualmente el operario después de cargar la máquina tiene que verificar que todos los moldes estén llenos de parafina.	Evita la perdida de producción por falta de alimentación en los moldes.
	2	Retirar bandeja anti derrame	0,30	El operario debe coger y retirar la bandeja colocada anteriormente en la máquina y ponerla en su lugar.	Permite tener la máquina libre y el puesto de trabajo ordenado.
	3	Bajar compuerta de máquina	0,19	El operario debe bajar y cerrar la compuerta de la máquina para que empiece el moldeado de la parafina líquida.	Permite que el moldeado se pueda realizar.
	4	Moldeado de velas	45,10	Esta actividad es una espera por lo cual el operario no tiene que realizar nada ya que la máquina es la que realiza el proceso. El operario debe cronometrar la duración del proceso. El operario debe esperar que la vela se forme como en las imágenes adjuntas.	Cumplir con el tiempo señalado de moldeado ya que si se hace en menor tiempo puede verse afectado el producto y puede originar daños en la máquina.
5	Revisar textura de parafina	0,30	Visualmente el operario debe revisar que todos los moldes llenos de parafina estén con la textura sólida para proceder al descargue de la máquina.	Si no se encuentra con la textura necesaria puede dañarse la producción por defectos de calidad	
TIEMPO TOTAL			46,68		
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
 CRONOMETRO  BANDEJA ANTI DERRAME					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL					
   					

## Hoja de proceso Moldeado



MANUFACTURA					
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					
ÁREA		PRODUCCIÓN VELA BLANCA		REALIZADO POR:	FABRICIO BARRIGA
NOMBRE DEL SUBPROCESO		DESCARGUE DE MÁQUINA		FECHA DE REALIZACIÓN:	1/5/2018
<b>TIPO DE ACTIVIDAD:</b>  INSPECCIÓN  DEMORA  OPERACIÓN  TRANSPORTE  ALMACENAMIENTO  1,2,3  4  5 y 6  7,8,9    	No.	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	COMO	RAZON (POR QUÉ/PARA QUÉ)
	1	Tomar espátula de corte y afilar	0,19	Se toma la espátula y se le tiene que afilar para que el corte de mecha sea correcto.	Pueden presentarse dificultades al momento de cortar la mecha.
	2	Calentar espátula en paja	0,28	Se coloca la punta metálica de la espátula en la paja para calentar la misma.	Ayuda a que el corte se de con facilidad.
	3	Corte de mecha	0,31	Con el uso de una espátula grande que se encuentra afilada se corta la mecha que une las velas prensadas que se encuentran en la parte superior de la máquina con las velas formadas que se encuentran en los moldes.	Separa las velas prensadas anteriormente con las recién formadas.
	4	Raspado de parafina sobrante	3,37	En todos los cargues de la máquina se produce exceso de parafina este exceso es retirado con ayuda de la espátula. El operario debe raspar hasta que no quede nada de exceso.	El exceso de parafina obstruye el descargue de las velas formadas.
	5	Descargar las velas formadas	5,61	Se levanta la parte superior de la máquina, se desajusta la manija de prensado y se empieza a retirar las velas de la máquina y se apila en el dispositivo de transporte.	Para ser transportado al siguiente proceso/ cliente interno
	6	Inspeccionar defectos de calidad	0,30	Permite separar aquellas velas que no cumplen los estándares de calidad.	Ayuda al control de calidad del producto final y sirve para que las velas pasen a los siguientes procesos.
	7	Llevar velas a los muros de empaquetado	0,46	Se traslada el dispositivo de transporte de la máquina hacia el muro de empaquetado en donde son almacenadas las velas ya formadas. Se debe colocar las velas según el tipo al que pertenece.	Se deja el producto elaborado para que continúe con sus procesos de empaque y etiquetado.
	8	Apillar velas en muro de empaquetado	0,21	El operario coloca de forma organizada y apilando las velas formadas y las organiza según el tipo de vela.	Permite que en el proceso de empaquetado no existan confusiones por tipo de producto.
	9	Separa velas con defectos	0,94	Se tiene que identificar el fallo o la no conformidad en la vela para según eso ver si se regresa a la paja o es destinada a otro producto.	Evitar que velas que no tienen los estándares de calidad salgan al mercado.
TIEMPO TOTAL			11,67		
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					
					
		DISPOSITIVO DE TRANSPORTE	ESPATULA		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL					
					

## Hoja de proceso Descargue de máquina

### 6. Control de Indicadores

El control de indicadores y la evaluación de los mismo es muy importante en el proceso, es por ello que se deben manejar indicadores los cuales permitan evaluar el proceso. Por otro lado, el manejo de indicadores en el proceso ayuda a que los operarios alcancen los objetivos que se propone en el proceso, dar un seguimiento de como su funcionamiento se encuentra con respecto a las metas que se quieren alcanzar.

La importancia de los indicadores es medir el proceso ya que si no se puede medir el mismo no se mejora. Estos indicadores deben estar alineados con los objetivos que la empresa tiene.

Para esto se desarrolla una tabla de indicadores en donde se detalla el tipo de indicador, la fórmula de cálculo, frecuencia con la que se mide, meta de cumplimiento de este indicador y el cumplimiento real.

	REPORTE DE INDICADORES			FECHA: 01/05/2018	
	CODIGO: RE.GC.1.22			VERSION: 01	
OBJETIVO PROCESO	INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA	RESPONSABLE	META CUMPLIMIENTO
Elaborar un producto que cumpla con los estándares de calidad.	Calidad del producto	Cantidad de productos sin defectos/ Cantidad total de productos elaborados	Diaria	Maquinista	95%
Reducir desperdicio de materia prima	Eficiencia de uso de MP	prima total utilizada/ Cantidad de materia prima necesaria	Semanal	Maquinista	90%
Cumplir con la demanda solicitada	Productividad	Demanda cubierta/ Demanda solicitada	Semanal	Operarios	90%
Incrementar la productividad del operario	Productividad del operario	producto elaborado/ Cantidad de	Diaria	Maquinista	90%
Cumplir con los requerimientos de los clientes	% de clientes Satisfechos	# de clientes satisfechos/ # de clientes en total	Mensual	Jefe Producción	92%
Reducir pérdida de capacidad instalada en las máquinas	% de capacidad de máquina	# de moldes en funcionamiento/ # de moldes en total	Trimestral	Maquinista	90%

