

**Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de cajas de cartón de la empresa  
Carbolsas Ltda.**

**Jefersson Andrey Alvarado Pillajo**

**Niver Reynel Rivera Ayala**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Director**

**Edward Parra Flórez**

**Maestría en Ingeniería Industrial**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad Ingenierías Físico Mecánicas**

**Escuela de Estudios Industriales y Empresariales**

**Bucaramanga**

**2017**

### Dedicatoria

A Dios, primera mente por guiarme, guardarme y brindarme su inmensa sabiduría y brindarme la gran oportunidad de vivir con excelente salud y permitirme cumplir éste, que es el primero de muchos logros personales en mi vida.

A mi padre miguel Alvarado, quien me enseñó que con muy poco se puede hacer mucho, siempre serás una fuente de consejos interminables.

A mi madre Martha Pillajo, por ser mi fuente de inspiración y motor en la vida para día a día seguir y no desfallecer en el camino para lograr cada meta y sueño propuesto.

A mi hija Valeria Alvarado, por ser mi gran fuente de motivación y gran orgullo.

A mi esposa Jennifer Aguirre, por acompañarme durante toda mi carrera y ser esa ayuda idónea estando ahí siempre que la necesite.

A mi hermana Viviana Alvarado, a ti linda por ser mi compañera de cabecera y aguantar tantas cosas vividas en esta etapa de mi vida.

**Jefersson Alvarado Pillajo**

### Dedicatoria

A Dios por brindarme el maravilloso don de la vida y con ella todas las experiencias y aprendizajes para ser cada día mejor persona y por estar conmigo en todo momento y poder darnos su bendición y sabiduría para guiarnos en el desarrollo y marcha de este proyecto.

A mi padre, Benjamín Rivera por su apoyo incondicional y fuerza para nunca darme por vencido y lograr y alcanzar todos mis sueños.

A mi madre, Rosario Ayala ejemplo de mujer para seguir y motor de mi vida, por darme todos los días su amor y cariño que me fortalecieron a seguir este camino.

A Jennifer Mogollón por acompañarme desde el inicio de mi carrera y estar en los momentos más difíciles y por todo el apoyo incondicional; además de los consejos que me brindo para ser cada día mejor persona. Gracias mil

A mis hermanos que siempre están ahí cuando más los necesitaba y ser un apoyo más en esta etapa de mi vida.

*Niver Rivera Ayala*

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	22
Cumplimiento de los objetivos .....	24
1. Generalidades del proyecto.....	25
1.1 Identificación de la empresa .....	25
1.1.1 Localización.....	26
1.1.2 Objeto social .....	27
1.1.3 Portafolio de productos.....	27
1.1.4 Recursos utilizados.....	28
1.1.5 Maquinaria.....	28
1.1.6 Mapa de procesos.....	29
1.1.7 Estructura organizacional.....	29
1.2 Planteamiento del problema.....	30
1.3 Objetivos.....	31
1.3.1 Objetivo general.....	31
1.3.2 Objetivos específicos: .....	31
1.4 Alcance del proyecto.....	32
1.5 Resultados esperados .....	33
1.6. Metodología del proyecto .....	34

2. Marco de Referencia.....	37
2.1 Marco de antecedentes.....	37
2.2 Marco Teórico.....	38
2.2.1. Mejoramiento de Procesos.....	38
2.2.2 Herramientas de registro y análisis.....	39
2.2.3 Objetivos de la Manufactura Esbelta.....	40
2.2.4 Análisis Lista Chequeo 5ss. al.....	41
2.2.5 Análisis de Despilfarro.....	42
2.2.6 Distribución de Planta.....	43
2.2.7 SMED.....	44
2.2.8 Simulación.....	45
2.2.9. Estudio de Métodos y Tiempos.....	47
3. Diagnóstico.....	48
3.1 Metodología del diagnóstico.....	48
3.2 Descripción del proceso productivo.....	49
3.3. Análisis del proceso actual.....	55
3.3.1 Diagrama del proceso de producción para las cajas de cartón.....	55
3.3.2. Diagrama de flujo del proceso de producción.....	57
3.3.3. Análisis Distribución de Planta.....	57
3.3.3.1. Diagrama del recorrido.....	58
3.3.4. Análisis de Despilfarros.....	61
3.3.4.1. Resumen de los Despilfarros en la Planta de Producción CARBOLSAS LTDA.....	64
3.3.5. Análisis de Estudio de Tiempos.....	75

3.3.6 Análisis Lista de Chequeo 5S's .....	79
4. Propuestas de mejora .....	86
4.1 Plan para eliminación de despilfarros .....	87
4.1.1 Problemática que se pretende atender .....	87
4.1.2 Objetivos de la propuesta.....	88
4.2 Implementación metodología 5S'S.....	95
4.2.1 Problemática que pretende atender .....	95
4.2.2 Objetivos de la propuesta.....	95
4.2.3 Propuesta.....	95
4.3 SMED .....	107
5. Simulación .....	113
5.1 Conceptualización del problema de simulación planteado.....	116
5.2 Medidas de efectividad a estudiar.....	117
5.3 Resultados de la simulación.....	119
6. Indicadores de gestión.....	120
6.1 Análisis de 5S'S después de la implementación.....	120
6.2 Análisis 5MQS después de la implementación.....	122
6.3 Análisis dirección y calidad.....	123
6.4 Análisis de métodos y tiempos.....	124
6.5 Análisis distribución de planta.....	126
7. Capacitación.....	128
8. Conclusiones .....	129
9. Recomendaciones .....	131

Referencias Bibliográficas ..... 133

Apéndices..... 135

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Cumplimiento de objetivos</i> .....	24
Tabla 2. <i>Información General de la Empresa CARBOLSAS LTDA.</i> .....	25
Tabla 3. <i>Recursos utilizados Planta CARBOLSAS LTDA.</i> .....	28
Tabla 4. <i>Etapas de la simulación.</i> .....	45
Tabla 5. <i>Longitud y tiempo recorrido por cada centro de trabajo.</i> .....	61
Tabla 6. <i>Porcentaje de cada tipo de despilfarro</i> .....	63
Tabla 7. <i>Tiempo promedio en búsqueda de insumos y materiales por turno de trabajo</i> .....	64
Tabla 8. <i>Tiempo de preparación vs tiempo ocioso.</i> .....	66
Tabla 9. <i>Desperdicio de cartón para el segundo trimestre del año 2016.</i> .....	67
Tabla 10. <i>Costo de consumo de cartón en el segundo trimestre de 2016</i> .....	68
Tabla 11. <i>Costo de desperdicio de cartón para el segundo trimestre del año 2016.</i> .....	68
Tabla 12. <i>Precio de las tintas utilizadas en el proceso.</i> .....	69
Tabla 13. <i>Desperdicio de tintas segundo trimestre año 2016.</i> .....	69
Tabla 14. <i>Consumo de tintas segundo trimestre año 2016.</i> .....	70
Tabla 15. <i>Porcentaje de cumplimiento de entregas para la primera mitad de año 2016.</i> .....	71
Tabla 16. <i>Significado de los diferentes niveles de probabilidad de riesgo</i> .....	73
Tabla 17. <i>Clasificación y valoración de nivel de riesgo.</i> .....	73
Tabla 18. <i>Número de ciclos para cada centro de trabajo</i> .....	77

Tabla 19. <i>Capacidad en cada centro de trabajo de la planta de producción CARBOLSAS</i>	
<i>LTDA</i> .....	78
Tabla 20. <i>Nivel de cumplimiento en cada centro de trabajo.</i> .....	79
Tabla 21. <i>Nivel de cumplimiento en estado inicial en la planta de producción CARBOLSAS</i>	
<i>LTDA</i> .....	80
Tabla 22. <i>Resumen Análisis 5S's</i> .....	84
Tabla 23. <i>Causas y propuestas de disponibilidad de los espacios</i> .....	86
Tabla 24. <i>Causas y propuestas para la distribución de planta.</i> .....	87
Tabla 25. <i>Plan de implementación de eliminación de despilfarros.</i> .....	88
Tabla 26. <i>Desplazamientos centros de trabajo.</i> .....	92
Tabla 27. <i>Desperdicio de tintas luego de implementación</i> .....	93
Tabla 28. <i>Cumplimiento de entregas luego de implementación</i> .....	93
Tabla 29. <i>Resultado auditoria programa 5S'S</i> .....	101
Tabla 30. <i>Actividades internas y externas "Troquelado"</i> .....	109
Tabla 31. <i>Actividades internas y externas "Litografía"</i> .....	109
Tabla 32. <i>Seguimiento de la implementación 5s's en el mes de DICIEMBRE.</i> .....	121
Tabla 33. <i>Seguimiento de la implementación 5s's en el mes de ENERO.</i> .....	121
Tabla 34. <i>Seguimiento de la implementación 5s's en el mes de FEBRERO.</i> .....	121
Tabla 35. <i>Indicador de mejoras desperdicio de tintas.</i> .....	122
Tabla 36. <i>Entregas oportunas de pedidos.</i> .....	123
Tabla 37. <i>Indicador disminución tiempo de alistamiento de troquelado.</i> .....	124
Tabla 38. <i>Indicador disminución tiempo de alistamiento de litografía.</i> .....	125
Tabla 39. <i>Indicador mejora en distancia recorrida.</i> .....	126

Tabla 40. *Indicador mejora en distancia recorrida*..... 127

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Logo de la compañía.....	26
<i>Figura 2.</i> Ubicación de la Planta de Producción Empresa CARBOLSAS LTDA. ....	27
<i>Figura 3.</i> Mapa de procesos CARBOLSAS LTDA. ....	29
<i>Figura 4.</i> Organigrama CARBOLSAS LTDA. ....	30
<i>Figura 5.</i> Aspecto grafico de dos simulaciones desarrolladas con el programa flexsim.....	46
<i>Figura 6.</i> Diagrama de bloques procesos de cajas de cartón.....	50
<i>Figura 7.</i> Área de Cortadora de rollos CARBOLSAS LTDA.....	51
<i>Figura 8.</i> Área de Trefilado CARBOLSAS LTDA.....	51
<i>Figura 9.</i> Área de Litografía CARBOLSAS LTDA.....	52
<i>Figura 10.</i> Área de Plastificado CARBOLSAS LTDA.....	53
<i>Figura 11.</i> Área de Troquelado CARBOLSAS LTDA. ....	53
<i>Figura 12.</i> Bodega CARBOLSAS LTDA.....	54
<i>Figura 13.</i> Área de pegado CARBOLSAS LTDA. ....	55
<i>Figura 14.</i> Diagrama de operaciones.....	56
<i>Figura 15.</i> Distribución actual de la planta .....	58
<i>Figura 16.</i> Diagrama de recorrido .....	59
<i>Figura 17.</i> Diagrama de frecuencias para cada centro de trabajo.....	60
<i>Figura 18.</i> Criterios de valoración despilfarros .....	62

<i>Figura 19.</i> Diagrama de despilfarros, en estado inicial.....	63
<i>Figura 20.</i> <i>Matérias primas</i> .....	65
<i>Figura 21.</i> Costo Bobinas de cartón. ....	67
<i>Figura 22.</i> Tintas desperdiciadas.....	71
<i>Figura 23.</i> Indicadores de gestión de cumplimientos en las entregas. ....	72
<i>Figura 24.</i> Matriz GTC 45.....	75
<i>Figura 25.</i> Diagrama de Cumplimiento de las 5S's, estado inicial de cada puesto de trabajo. ....	80
<i>Figura 26.</i> Área de corte “Cortadora de rollos” .....	81
<i>Figura 27.</i> Almacenaje de planchas (segundo piso).....	81
<i>Figura 28.</i> Bodega de cajas de cartón.....	82
<i>Figura 29.</i> Almacenaje de tintes (segundo piso) .....	83
<i>Figura 30.</i> Área de corte.....	83
<i>Figura 31.</i> Árbol de problemas en el área de producción.....	85
<i>Figura 32.</i> Registro de salidas de tintas y plásticos.....	90
<i>Figura 33.</i> Nueva distribución de planta. ....	91
<i>Figura 34.</i> Implementación clasificar.....	98
<i>Figura 35.</i> Limpieza en centros de trabajo .....	99
<i>Figura 36.</i> Limpieza zonas comunes .....	100
<i>Figura 37.</i> Control de cumplimiento del programa 5S's.....	101
<i>Figura 38.</i> Antes y después del cuarto de materias primas .....	102
<i>Figura 39.</i> Señalización centros de trabajo.....	103
<i>Figura 40.</i> Clasificación de herramientas.....	104
<i>Figura 41.</i> Distribución centros de trabajo.....	104

<i>Figura 42.</i> Demarcación de estantes y numeración de troqueles. ....	105
<i>Figura 43.</i> Demarcación de estantes.....	105
<i>Figura 44.</i> Estibas sin ordenar .....	106
<i>Figura 45.</i> Estibas apiladas.....	106
<i>Figura 46.</i> Estante de rodillos Entintadores .....	107
<i>Figura 47.</i> Actividades internas vs externas “TROQUELADO” .....	110
<i>Figura 48.</i> Actividades internas vs externas “Litografía” .....	110
<i>Figura 49.</i> Diagrama de proceso de los tres productos .....	115
<i>Figura 50.</i> Layout anterior empresa CARBOLSAS – <i>Flexsim</i> .....	117
<i>Figura 51.</i> Layout anterior empresa CARBOLSAS – <i>Flexsim</i> .....	118
<i>Figura 52.</i> Layout anterior empresa CARBOLSAS – <i>Flexsim</i> .....	118
<i>Figura 53.</i> Layout actual (propuesto) empresa CARBOLSAS – <i>Flexsim</i> .....	119
<i>Figura 54.</i> Indicador de evolución 5S’S.....	122
<i>Figura 55.</i> Comportamiento disminución de costo. ....	123
<i>Figura 56.</i> Indicador entregas oportunas. ....	124
<i>Figura 57.</i> Indicador tiempo de preparación Troquelado.....	125
<i>Figura 58.</i> Indicador tiempo de preparación litografía.....	126
<i>Figura 59.</i> Indicador disminución tiempo y distancia .....	127

**Lista de Apéndices**

Apéndice 1. Portafolio de productos .....	20
Apéndice 2 maquinaria.....	20
Apéndice 3 Datos técnicos de las maquinas.....	20
Apéndice 4. Tipos de cartón.....	39
Apéndice 5. Diagrama de flujo.....	45
Apéndice 6. Lista de chequeo despilfarro.....	49
Apéndice 7 estudio de tiempos.....	51
Apéndice 8 matriz gestión de riesgos.....	60
Apéndice 9 formato de premuestra.....	61
Apéndice 10 Calculo número de ciclos.....	61
Apéndice 11 formato toma de tiempos.....	62
Apéndice 12 formato suplementos.....	62
Apéndice 13 estudio de capacidad.....	64
Apéndice 14 formato estado inicial 5s´s.....	74
Apéndice 15. Folleto 7 pecados capitales despilfarros.....	75
Apéndice 16. Diagrama de frecuencias después de implementación .....	75
Apéndice 17. Control de tintas e insumos CARBOLSAS.....	77
Apéndice 18. Herramienta ofimática para el control de dirección y calidad.....	78
Apéndice 19. Formatos mantenimiento preventivo de las maquinas.....	78

---

Apéndice 20. Funciones comité.....	80
Apéndice 21. Plegable 3 mosqueteros 2 cómplices.....	80
Apéndice 22. Capacitación 5s´s.....	81
Apéndice 23. Planilla control de centros de trabajo.....	82
Apéndice 24. Auditoria programa 5s´s.....	83
Apéndice 25. Resultados auditoria 5s´s.....	84
Apéndice 26. Diagrama de flujo del proceso de alistamiento.....	90
Apéndice 27. Clasificación operación interna y externa.....	91
Apéndice 28. Conversión de operaciones.....	94
Apéndice 29 Simulación flexsim.....	95

## Resumen

**Título:** Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de cajas de cartón de la empresa Carbolsas Ltda.\*

**Autores:** Jefersson Andrey Alvarado  
Pillajo, Niver Reynel Rivera Ayala\*\*.

**Palabras Clave:** Mejoramiento, distribución de planta, despilfarros, costos, productividad, métodos de trabajo, simulación.

### Contenido:

El presente proyecto de grado está basado en la formulación e implementación de propuesta de mejora como alternativas de solución a las falencias encontradas en los procesos de producción en la empresa CARBOLSAS LTDA, una compañía dedicada principalmente a la elaboración de cajas de cartón en la ciudad de Bucaramanga. Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, como primer paso se realizó un pre diagnóstico de la situación inicial de la empresa, posteriormente se realizaron entrevistas y encuestas con las cuales se obtuvieron las principales falencias acompañado de entrevistas a la gerencia y el jefe de planta.

La etapa de diagnóstico se logró identificar los principales problemas en las etapas productivas a intervenir como son: despilfarros en el área productiva, desorden en el área de producción, inadecuada distribución de planta y la falta de estandarización en los procesos. Una vez identificados los problemas se realizaron propuestas de mejora con el fin de intervenir en ellos, cada propuesta hace parte de un plan de mejoramiento que impacta en los procesos anteriormente mencionados, una vez implementadas las propuestas de cambio se evidencian mejoras importantes en la compañía.

Es por esto que el presente documento el diseño e implementación de las mejoras para los procesos productivos de cajas de cartón, el cual tuvo como finalidad establecer actividades, procedimientos y documentos de control para las operaciones que se desarrollan en estas áreas.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Director Ing. Edward Parra Flórez, Ingeniería Industrial

## Abstract

**Title:** Analysis and improvement of production processes of cardboard boxes of the company Carbolsas Ltda.\*

**Authors:** Jefersson Andrey Alvarado Pillajo  
Niver Reynel Rivera Ayala\*\*

**Keywords:** Improvement, distribution of plant, waste, costs, productivity, working methods, simulation.

### Content:

This draft grade is based on the formulation and implementation of improvement proposals as alternative solutions to the shortcomings encountered in the processes of procurement in the company CARBOLSAS LTDA. A company dedicated to the manufacture of cardboard boxes in the city of BUCARAMANGA. To carry out the project, as a first step, a pre diagnosis of the initial situation of the company, was made later interviews were conducted with which the main shortcomings accompanied by interviews with management were obtained and the plant manager.

The diagnostic phase was able to identify the main problems in productive to intervene as are stages: Waste in the productive area, disorder in the area of production, inadequate plant distribution and lack of standardization in the processes. Once the problems identified improvement proposals were made in order to intervene in them, each proposal is part of a plan improvement that impacts the processes mentioned above, once the proposals implemented significant improvements are evident in the company.

It is why document includes the design and implementation of the improvement for the process at Carbolsas Ltda, which had the purpose of establish activities, procedures and control documents for the operations realized in mentioned areas.

---

\* Bachelor thesis

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director Ing. Edward Parra Flórez,

## Introducción

Cada día las empresas enfrentan nuevos desafíos debido a los constantes cambios que se generan en el entorno y cambios a nivel interno de la organización. Los desafíos se enfocan en visualizar las oportunidades y amenazas que les genera el medio que las rodea con las fortalezas y debilidades que posee a nivel interno. Todo con el objetivo de que sus procedimientos no se conviertan en obsoletos para satisfacer las necesidades de sus clientes.

Una de las áreas fundamentales de las empresas manufactureras es precisamente el área productiva, pues de ella depende gran parte de la satisfacción del cliente en lo referente al producto. Por esta razón CARBOLSAS LTDA, ha estado trabajando en el mejoramiento continuo de los procesos productivos debido a que ha evidenciado el uso ineficiente de la capacidad instalada, la falta de estandarización en sus procesos e inadecuada distribución de planta, además, la empresa requiere adaptarse a los continuos cambios que el entorno exige y a los cuales debe responder ágilmente para lograr ser competitiva y garantizar excelente calidad en sus productos.

CARBOLSAS LTDA, es una empresa que dedica sus actividades a la fabricación de cajas de cartón especialmente para calzado, confección y alimentos. Consciente de la necesidad de implementar estrategias que permitan el mejoramiento de los procesos productivos y la disminución del alto índice de despilfarros, se desarrolla este proyecto realizando un diagnóstico e identificando las fallas y falencias detectadas en las operaciones y a su vez implementar un

plan de mejoramiento con el fin de atacar las problemáticas encontradas y reforzar las fortalezas de la misma.

Este documento tiene como fin presentar una propuesta detallada para diseñar el plan de mejoramiento del proceso productivo de cajas de cartón para reducir los despilfarros generados al interior de la empresa.

### Cumplimiento de los objetivos

Tabla 1.

*Cumplimiento de objetivos*

<b>Objetivo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cumplimiento</b>
1	Diagnosticar el proceso productivo de cajas de cartón en la planta de producción CARBOLSAS LTDA., con el propósito de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.	Capítulo 3.
2	Realizar un estudio de métodos y tiempos del proceso productivo de cajas de cartón, para determinar la capacidad de las operaciones estudiadas y generar nuevas alternativas de mejoramiento en las operaciones.	Numeral 3.5.5 Capítulo 4.3
3	Evaluar la distribución actual de la planta de producción CARBOLSAS LTDA., utilizando un software de simulación con el fin de plantear una nueva propuesta de distribución para el proceso de cajas de cartón que garantice la eficiencia de operaciones.	Capítulo 5.
4	Diseñar un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de las alternativas implementadas en el proceso de cajas de cartón en la planta de producción CARBOLSAS LTDA.	Capítulo 6.
5	Desarrollar actividades de capacitación al personal de la planta de producción CARBOLSAS LTDA para garantizar una adecuada administración del cambio.	Capítulo 7.

## 1. Generalidades del proyecto

### 1.1 Identificación de la empresa

**Nombre de la empresa: CARBOLSAS LTDA.**

Tabla 2.

*Información General de la Empresa CARBOLSAS LTDA.*

<b>Razón social</b>	CARBOLSAS LTDA <sup>1</sup>
<b>NIT</b>	890210317-1
<b>Representante legal</b>	Miriam Caicedo Solano.
<b>Teléfono</b>	633 3722

Se encuentra clasificada según el CIU (Código Industrial Internacional Uniforme) como 1702, es decir, se dedica a la fabricación de papel y cartón corrugado (Cámara de Comercio de Bogotá, s.f.).

**MISIÓN:** Nuestra misión consiste en producir para cada uno de nuestros clientes, los diferentes tipos de empaques dentro de la gama del papel y cartón que se adapten a sus necesidades. Utilizamos el talento humano más eficiente y capacitado, acompañado de la tecnología que nos permite ser altamente competitivos en calidad y precio, satisfaciendo siempre las necesidades y expectativas del mercado.

---

<sup>1</sup> Empresa de cajas de cartón CARBOLSAS LTDA.

**VISIÓN:** Consolidar nuestro liderazgo regional en la industria y la distribución de empaques de cartón y bolsas de papel, a través de un portafolio de productos ajustado a las cambiantes necesidades del mercado; con personalizados, modernos y variados diseños gráficos sobre el empaque, que le aporten un valor agregado al cliente y sean de utilidad en la comercialización de sus productos, para que de esta manera lleguemos a construir el reconocimiento nacional (Carbolsas, s.f.).

Logo de la compañía. En la figura 1, se puede observar el logo de la compañía.



*Figura 1.* Logo de la compañía.

Nota: Carbolsas Ltda.

**1.1.1 Localización.** Actualmente la planta de producción, CARBOLSAS LTDA se encuentra ubicada en la Carrera 13 # 19A-48 barrio el Gaitán de la ciudad de Bucaramanga.



Figura 2. Ubicación de la Planta de Producción Empresa CARBOLSAS LTDA.

Nota: Google Maps.

**1.1.2 Objeto social.** La comercialización de cartones de todo tipo, así como también la compra y venta de bolsas y empaques de papel y polietileno, cajas de cartón y en general todo lo relacionado con empaques y embalajes en la ciudad de Bucaramanga pudiendo ampliar su ámbito de acción a todo el país, si se hace necesario y el desarrollo del mismo podría emprender las actividades financieras, que sean convenientes y/o necesarias a la realización de los negocios, dar o recibir en mutuo con cualquier garantía, adquirir toda clase de activos, muebles o inmuebles y enajenar los que juzgue adecuados, asociarse con otras personas naturales o jurídicas, funcionar aportando a una y a otras el total o parte de sus activos y en general, celebrar todos los actos que atienden al cumplimiento de sus fines (López & Niño, pág. 22).

**1.1.3 Portafolio de productos.** Carbolsas Ltda., se dedica a la fabricación de cajas de cartón para diferentes sectores como lo son calzado, confección de alimentos entre otros. El portafolio de productos se puede observar en el apéndice número 1.

**1.1.4 Recursos utilizados.** La siguiente tabla muestra todos los recursos utilizados en el proceso de producción de CARBOLSAS LTDA.

Tabla 3.

*Recursos utilizados Planta CARBOLSAS LTDA.*

<b>Humano</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Maquinaria- equipo</b>
1 Administrador de planta.	Planta de Producción.	2 Máquina Cortadora de rollos.
1 Jefe de Bodega.	Oficina de Producción.	2 Máquinas Cortadoras (Trefilado).
1 Diseñador.	Oficina Secretaria.	5 Máquinas Litográficas, monocolor medio pliego.
1 Auxiliar de Diseñador.		1 Máquina litográfica bicolor de pliego.
1 Secretaria.		4 Máquinas Troqueladoras de medio pliego.
28 Operarios.		1 Máquina Troqueladora de pliego.
		1 Máquina Doblado-Pegado
		1 Máquina Plastificadora.
		30 Palets Estándar.
		2 Gatos para Palets.
		5 secadoras (Rendijas).

Nota: información suministrada por la empresa

**1.1.5 Maquinaria.** CARBOLSAS, actualmente cuenta con maquinaria convencional en los procesos de impresión corte y mantenimiento. En el apéndice 2 se da a conocer la función y el tipo de máquina utilizadas para la producción de cajas de cartón. Además en el apéndice 3 se da a conocer más detalladamente sus datos técnicos y características, se presentan las especificaciones de esta maquinaria utilizada en el proceso de producción en CARBOLSAS LTDA.

**1.1.6 Mapa de procesos.** Como se puede observar en la figura 3, se encuentra el mapa de procesos de la empresa.

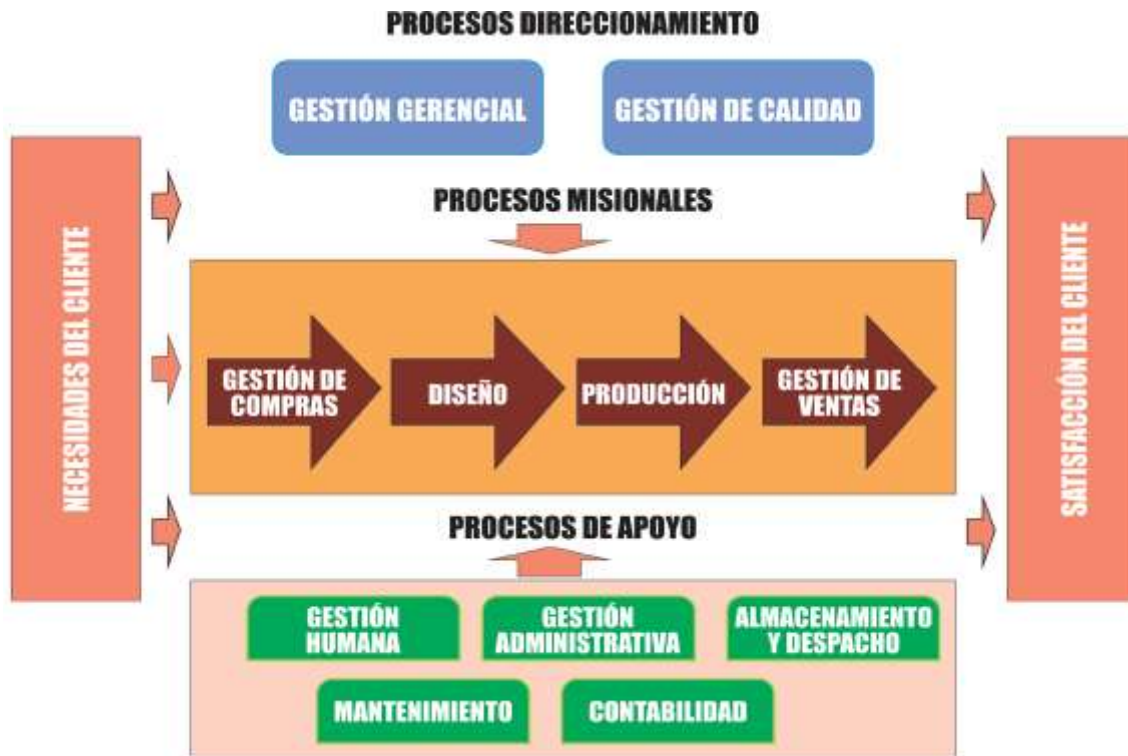


Figura 3. Mapa de procesos CARBOLSAS LTDA.

**1.1.7 Estructura organizacional.** Para su funcionamiento, CARBOLSAS LTDA cuenta con 52 empleados distribuidos en los cargos mostrados en la figura 4. La cantidad de trabajadores vinculados a la empresa varía según la demanda asociada a las temporadas del año.

Al ser una mediana empresa, esta no cuenta con una estructura organizacional formalizada. Algunos empleados deben ser flexibles y cumplir funciones extra según sea el caso. A continuación, se presenta la estructura jerárquica de la empresa.

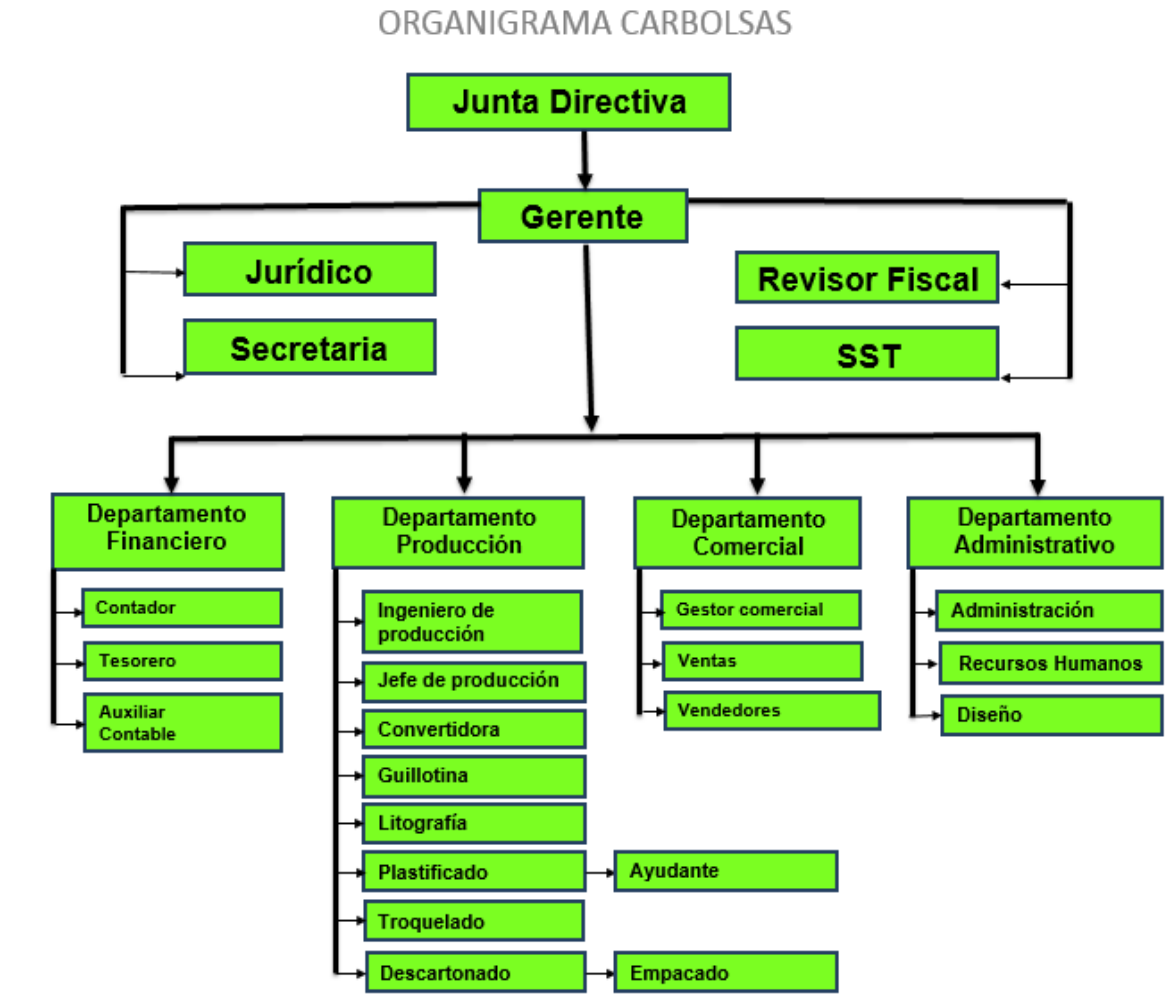


Figura 4. Organigrama CARBOLSAS LTDA.

## 1.2 Planteamiento del problema

La empresa CARBOLSAS LTDA es una empresa con 33 años de experiencia en producción y comercialización de cajas de cartón que a través del tiempo ha logrado posicionarse de una forma positiva en el mercado; a pesar de los logros obtenidos, la empresa presenta varias falencias en sus procesos productivos debido a la falta de planeación y control de los mismos, presentándose incumplimientos de fechas de entregas o retrasos de los pedidos de los clientes.

El propósito de controlar estos problemas, se planteó el proyecto “análisis y mejoramiento de los procesos productivos” con el fin de eliminar los altos índices de despilfarros que actualmente se encuentra y proponer algunas soluciones que contribuyan a mantener una organización en las áreas de trabajo, obtener un buen control del manejo de la información que se lleva en el proceso, permitiendo a la empresa obtener productos de buena calidad.

Cabe resaltar que el problema también se genera por la ausencia de controles cuantitativos y cualitativos, que ayuden a controlar la capacidad de los procesos y el planeamiento de la producción, además se hace necesario la creación de manuales de procedimiento que estandarice las actividades desarrolladas en los procesos a mejorar.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Diseñar un plan de mejoramiento del proceso productivo de fabricación de cajas de cartón para reducir los despilfarros generados en la planta de producción CARBOLSAS LTDA.

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Diagnosticar el proceso productivo de cajas de cartón en la planta de producción CARBOLSAS LTDA, con el propósito de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.
- Realizar un estudio de métodos y tiempos del proceso productivo de cajas de cartón, para determinar la capacidad de las operaciones estudiadas y generar nuevas alternativas de mejoramiento en las operaciones.

- Evaluar la distribución actual de la planta de producción CARBOLSAS LTDA, utilizando un software de simulación con el fin de plantear una nueva propuesta de distribución para el proceso de cajas de cartón que garantice la eficiencia de operaciones.
- Diseñar un sistema de indicadores para evaluar el desempeño de las alternativas implementadas en el proceso de cajas de cartón en la planta de producción CARBOLSAS LTDA.
- Desarrollar actividades de capacitación al personal de la planta de producción CARBOLSAS LTDA para garantizar una adecuada administración del cambio.

#### **1.4 Alcance del proyecto**

El alcance de este proyecto está dirigido a los procesos que intervienen en las etapas productivas de la compañía, en donde se realizará un análisis de la situación actual, determinando las deficiencias y las oportunidades de mejora en cada una de las operaciones; para las cuales se presentarán propuestas que ayuden a aumentar la productividad y eficiencia de los procesos de almacenamiento y producción, también disminuir el alto índice de despilfarros y una adecuada distribución de planta. Además de esto la propuesta de simulación que garantice la eficiencia de operaciones y actividades de capacitación para una adecuada administración del cambio.

Así mismo, este proyecto comprende la implementación de las propuestas viables durante el periodo de desarrollo del proyecto, bajo la previa autorización de la gerencia general de la empresa. También la elaboración de manuales de procedimientos y funciones, para los procesos de intervención durante el desarrollo del proyecto, además del diseño de un sistema de

indicadores que permita analizar y evaluar el plan de mejoramiento del proceso productivo de la empresa CARBOLSAS LTDA.

### **1.5 Resultados esperados**

Con el desarrollo de este proyecto se espera aportar de manera significativa en el mejoramiento del sistema productivo de la empresa CARBOLSAS LTDA. Por medio de la identificación de falencias y oportunidades de mejora, de tal forma que se evidencie un cambio positivo en la productividad de la empresa.

Una vez identificados los problemas se pretende atacar cada una de ellas por medio de la aplicación de métodos fundamentados en análisis de despilfarros, disminución de costos de despilfarros, un estudio de tiempos, además de simular la propuesta de una nueva distribución de planta, que se adapte al espacio existente y que evidencien las ventajas de las mejoras en el flujo de los procesos, lo anterior con el objetivo de aumentar la productividad dando así solución a los problemas encontrados.

Además, se implantará en la empresa la metodología 5S's con el fin de mejorar las condiciones de trabajo de los operarios, en términos de mantener espacios más agradables y seguros; también se habrán tomado medidas para disminuir o desprenderse de materiales deteriorados o clasificados como inactivos y mejorar el orden de cada puesto de trabajo.

Los objetivos de este proyecto se basan primordialmente en los métodos, estándares y diseño del trabajo como son: incrementar la productividad y la confiabilidad en la seguridad del producto, reducir los costos unitarios lo cual permite que se produzcan más bienes y servicios de

calidad para más gente, la capacidad para producir más dará como resultado más trabajos y una eficiencia excelente.

Los corolarios que se desprenden de los objetivos principales son los siguientes:

1. Minimizar el tiempo requerido para llevar a cabo tareas.
2. Mejorar de manera continua la calidad y confiabilidad de productos y servicios.
3. Conservar recursos y minimizar costos mediante la especificación de los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
4. Considerar los costos y la disponibilidad de energía eléctrica.
5. Maximizar la seguridad, salud y bienestar de todos los empleados.
6. Producir con interés creciente por proteger el medio ambiente.
7. Aplicar un programa de administración del personal que dé como resultado más interés por el trabajo y la satisfacción de cada uno de los empleados.

Dicha evidencia se plasmará mediante la entrega de documentos desde el diagnóstico del estado inicial de la empresa y la metodología aplicada para el logro de los resultados al finalizar el proyecto.

### **1.6. Metodología del proyecto**

El desarrollo del proyecto comprenderá las siguientes etapas:

#### **Etapas I: Observación, reconocimiento y recolección de información**

En esta primera etapa se realizan todas las actividades dirigidas a comprender el funcionamiento de la empresa. Se requiere visitas por parte de los practicantes para desarrollar el

levantamiento de datos, realización de encuestas, entrevistas y exploración del estado actual del sistema de información con el fin de tener una mayor comprensión de la situación actual.

### **Etapa II: Diagnóstico**

A partir de la información obtenida se realiza un diagnóstico el cual hace una recopilación de la información cuantitativa y cualitativa con la finalidad de saber el estado actual del proceso productivo de la empresa, para este diagnóstico se utilizarán herramientas que permitan identificar las debilidades y fortalezas encontradas, la obtención de la información se realiza con entrevistas y diferentes análisis como el método de las 5s, análisis de despilfarro, estudio de tiempos, los cuales permitirán detectar los problemas e inconvenientes principales que afectan la productividad de la empresa y así dar a conocer posibles mejoras.

### **Etapa III: Propuestas de mejora**

Luego de analizar la información recolectada y encontrar las fallas en los procesos, se procede a la elaboración de las respectivas propuesta de mejora, se diseñan estrategias que permitan la disminución de todo tipo de desperdicio encontrado en el área de producción, se realiza a tomar tiempos que se llevan a cabo por cada operación, para así poder conocer el tiempo en la elaboración de los productos y su correspondiente capacidad, posteriormente se hace el levantamiento del plano de la distribución de planta, con el fin de poder hacer más eficiente la planta, luego se implementa una metodología que permite el desarrollo de manual de funciones y formatos para el buen funcionamiento de los controles del proceso.

### **Etapa IV: Implementación de mejoras y estandarización.**

En esta fase se plantea elaborar las propuestas de mejora que den solución a los problemas y falencias identificadas en las fases anteriores en cada uno de los procesos que aborda el proyecto de grado. Durante esta fase se debe documentar los procesos productivos y sus posibles mejoras

en los procesos de transformación de materia prima. En esta etapa debe llevarse a cabo el inventario de materias primas para establecer las cantidades existentes en bodega con el objetivo de registrarlas en el sistema, e ir actualizándose o dándoles de baja en el transcurso del tiempo. Se debe establecer un sistema para registrar las salidas del material tanto para la elaboración de productos como de los materiales defectuosos, o en caso de devoluciones, con el fin de que esta información también puede ser actualizada en el sistema de información de la empresa. La reubicación de la máquina TREFILADO y la PLASTIFICADORA, además de la señalización de los centros de trabajo y organización del cuarto de materias primas. Estas propuestas se deberán redactar y socializar con la gerencia de la empresa para recibir su apreciación y validación.

#### **Etapa V: Control y seguimiento de las mejoras**

En esta etapa se procede a desarrollar los indicadores de los procesos involucrados en el proyecto, y el seguimiento realizado durante la implementación de las mejoras.

#### **Etapa VI: Cierre del proyecto**

En esta última fase se realiza un análisis y revisión del desarrollo del proyecto y se compara con los objetivos planteados inicialmente, a partir de ahí se realizan conclusiones y recomendaciones. Está también contempla todas las actividades, procedimientos y trámites requeridos para dar fin con la práctica empresarial, como la elaboración del libro y sustentación del proyecto.

## 2. Marco de Referencia

### 2.1 Marco de antecedentes

Karen Cely Ramírez (Cely Ramírez, 2008) en su proyecto titulado “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA DE CALZADO ARISTON SPORT” plantea el mejoramiento de la productividad de una empresa perteneciente al sector de calzado en la ciudad de Bucaramanga, a partir de la implementación de medidas enfocadas al mejor aprovechamiento de los espacios y recursos, definiendo políticas de gestión de inventarios, procedimientos para la compra de materias primas, distribución de planta e implementación de la estrategia 5S’s para generar espacios más agradables al trabajador y aumentar su motivación. Además, propone una serie de formatos para mejorar el control y trazabilidad del inventario.

El anterior Proyecto se relaciona con el proyecto “análisis y mejoramiento de los procesos productivos de cajas de cartón de la empresa CARBOLSAS LTDA”, debido a que están encaminados en buscar el mismo objetivo en una empresa manufacturera, el cual se constituye por medio de la mejora en sus actividades internas, atención al cliente, entre otras.

Por otra parte José Manuel Colmenares León (Colmenares León, 2015) en su proyecto “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CARLO VALDINI” se centra primeramente en analizar de forma general la situación actual de la empresa, además de mostrar la importancia en realizar el trabajo de grado y presentar el marco teórico del proyecto. Luego se ejecuta el diagnóstico del sistema productivo utilizando las siguientes herramientas:

matriz DOFA, análisis de cadena de valor de PORTER, lista de chequeo de 5S's, lista de despilfarros tipo 5MQS, diagramas de recorrido de los procesos y estudio de tiempos con cronómetro.

Proyecto que ha servido como referencia ya que aplica metodologías estratégicas que buscan el mejoramiento de la empresa involucrando sus grupos de interés por medio de capacitaciones a los colaboradores, y observando la viabilidad que estas propuestas pueden tener en la misma.

Por último, el proyecto de grado ejecutado por Gineth Paola Espinosa Guerra (Espinosa Guerra, 2011) que tiene por título “ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LAS ÁREAS DE PESADA MENOR Y PREMEZCLAS EN ITALCOL GIRÓN” se encamina en el mejoramiento de los procesos logísticos de aprovisionamiento, gestión de inventarios, preparación de pedidos, materiales y manejo de bodegas. Se puede absorber ideas referentes al trato estadístico e incidencia que tuvieron en el desarrollo del proyecto el fomento y desarrollo de indicadores con sus respectivas fichas para facilitar su ejecución, implementación e incorporación en la toma de decisiones.

## **2.2 Marco Teórico**

**2.2.1. Mejoramiento de Procesos.** “Mejorar un proceso significa hacerlo más eficiente empleando el mínimo de recursos y obteniendo los mismos resultados” (Ortiz Pimiento, 1999, pág. 6)

Además de lo anterior y desde un punto de vista estratégico, sería muy importante hacer las cosas mucho mejor que en las empresas de la competencia.

“Los equipos de trabajo son la base del mejoramiento de procesos porque de allí surge la necesidad del cambio permanente; cada uno de los miembros de un equipo deberá demostrar el cumplimiento de los diez principios básicos de mejora que se presentan a continuación” (Ortiz Pimiento, 1999, pág. 7)

- Desechar todas las ideas fijas sobre la forma de hacer las cosas.
- Pensar cómo trabajarán los nuevos métodos.
- No aceptar excusas.
- No buscar la perfección
- Corregir los errores en el momento que se encuentren y tener en cuenta que los

problemas le dan la oportunidad de utilizar el cerebro

- No gastar dinero en mejoras
- Preguntar por qué como mínimo 5 veces
- Las ideas de diez personas son mejores que las de una
- La mejora no tiene límites.

### **2.2.2 Herramientas de registro y análisis.**

- **Gráfica o diagrama del proceso operativo**

La gráfica del proceso operativo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado (Niegel, 2009, págs. 24-25)

- **Diagrama de flujo del proceso**

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble.

“Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos.” (Niegel, 2009, págs. 24-25)

- **Diagrama de recorrido**

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo (Niegel, 2009).

**2.2.3 Objetivos de la Manufactura Esbelta.** Los principales objetivos de la Manufactura esbelta es implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

**2.2.4 Análisis Lista Chequeo 5s.** La práctica 5s se compone de una serie de actividades cuyo propósito organizar los lugares evacuando el desorden de la planta de producción y de las oficinas. Es por ello, que se dice que esta estrategia es uno de los primeros pasos dentro del programa de mejoramiento, ya que nada se puede mejorar consistentemente aceptando el desorden como algo natural.

La práctica 5s consiste en implementar una serie de pautas que nos ayudan a organizar y mantener ordenadas las áreas de trabajo en cualquier tipo de empresa. Estas pautas, hacen referencia a cinco palabras en japonés (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 83-84).

**Definiciones de las 5s** (Infotep, 2010, pág. 39)

- **SEIRI (Clasificar/Seleccionar):** Consiste en distinguir claramente entre los elementos que son necesarios y los innecesarios, descartando lo innecesario.
- **SEITON (Organizar):** Colocar lo necesario en lugares fácilmente accesibles, según la frecuencia y secuencia de uso. Para esto, es importante establecer normas de orden para cada cosa y usar ayudas visuales que faciliten su acceso.
- **SEISO (Limpiar):** Limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal manera que no haya polvo, humedad, ni grasa en las máquinas, herramientas, pisos, equipos, entre otros, para mantenerlos aseados y en el orden indicado.

- SEIKETSU (Estandarizar o Mantener): Conservar y estandarizar la aplicación de las (3 S) anteriores, de tal manera que la aplicación de éstas se convierta en una rutina o acto reflejo.
- SHITSUKE (Disciplinar): Consiste básicamente en entrenar a la gente para que aplique con disciplina las buenas prácticas de orden y limpieza, de tal forma que puedan convertirse en hábitos, que permitan aplicar la mejora continua en el trabajo diario.

**2.2.5 Análisis de Despilfarro.** La definición básica de despilfarro se describe a continuación: “cualquier cosa que no sea utilizar o consumir el mínimo imprescindible de equipo, materiales, componentes, espacio y tiempo de trabajador para añadir valor al artículo que se produce” (Suzaki, 1998)

#### **Clasificación del despilfarro**

El despilfarro proviene de múltiples orígenes, por ello, resulta útil clasificar dichos orígenes de acuerdo al esquema 5MQS, el cual hace referencia a siete fuentes de despilfarro (Ortiz Pimiento, 1999, págs. 88-89):

- Man (Hombre): Tiempo laboral del empleado dedicado a actividades que no agregan valor.
- Material (Materiales): Exceso de Materia Prima, insumos, inventarios que no genere valor al cliente.
- Machine (Máquinas): Subutilización o sobredimensionamiento.
- Method (Método): Procedimientos no efectivos, transporte, inventarios.
- Management (Dirección): Reuniones que no generan decisiones, falta de planeación.
- Quality (Calidad): Producción defectuosa, inspección, verificación de estándares.

- Security (Seguridad): Accidentes de trabajo, daños causados por equipos o máquinas

La acción en la que las organizaciones deben encaminarse es en agregar valor al producto; esto significa hacer lo realmente importante para el cliente, lo demás carecerá de valor; de tal forma, que en vez de agregar valor se estará agregando costo y eso equivale a generar despilfarro.

### **2.2.6 Distribución de Planta**

“Un diseño de distribución de planta consiste en la disposición o configuración de los departamentos, estaciones de trabajo y equipos que conforman el proceso de producción. Es la distribución espacial de los recursos físicos para fabricar el producto” (Adam & Eberet, pág. 277)

Las decisiones que implican determinar la ubicación de departamentos, grupos de trabajo de los departamentos, estaciones de trabajo y puntos donde se guardan las existencias en una instalación productiva. El objetivo es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo en una fábrica. En general, los elementos que intervienen en la decisión de la distribución son:

1. Especificación de los objetivos y criterios para evaluar el diseño. Los criterios básicos de uso común son la cantidad de espacio que se requiere y la distancia que se debe recorrer entre los elementos de la distribución
2. Cálculos de la demanda de productos o servicios del sistema.
3. Procesamiento necesario en términos del número de operaciones y la cantidad de flujo entre los elementos de la distribución.
4. Espacio necesario para los elementos de la distribución.

5. Disponibilidad de espacio dentro de la instalación misma o, si se trata de una nueva, las configuraciones posibles para el edificio.

Al abordar la distribución se estudiará cómo determinar las distribuciones de acuerdo con distintos formatos (o estructuras del flujo de trabajo). Se hará hincapié en las técnicas cuantitativas, pero también se presentarán la importancia de los factores cualitativos a la hora de diseñar la distribución (Jacobs & Chase, pág. 177)

Los objetivos básicos que han de conseguirse tras una buena distribución en planta son:

- Producción en línea, la cual pretende eliminar todas las operaciones que no aportan valor.
- Espacio utilizado Efectivamente, Movimientos, distancias mínimas.
- Seguridad de las personas
- Flexibilidad. La distribución en planta necesitará, con mayor o menor frecuencia adaptarse a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo debido a cambios de volumen de fabricación y al proceso de producción.
- Reducir los esfuerzos innecesarios, desplazamientos, búsquedas de material y esperas de las personas que participan en el proceso.

**2.2.7 SMED.** Este método creado por el japonés Shingeo Shingo significa: “cambio de troqueles en minutos de un solo dígito”, entendiéndose por cambio de troqueles al conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la máquina para proceder al cambio de lote hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto, el objetivo es analizar todas las operaciones, clasificarlas y ver la forma de pasar operaciones internas (aquellas que deben realizarse con la máquina parada) a operaciones externas (pueden realizarse con la máquina en marcha) el objetivo de SMED es el de reducir los tiempos improductivos de

máquinas e instalaciones optimizando los cambio, logrando la flexibilización.

**2.2.8 Simulación.** La simulación consiste en construir un recurso experimental que simule el sistema en algunos aspectos importantes; es decir se basa en el diseño de un modelo experimental que hace que actúe de manera similar a como la haría en la vida real, para este caso en la manera de comportarse un sistema productivo. De una forma general, en la tabla 4 se reconocen las etapas para el desarrollo de un proyecto de simulación.

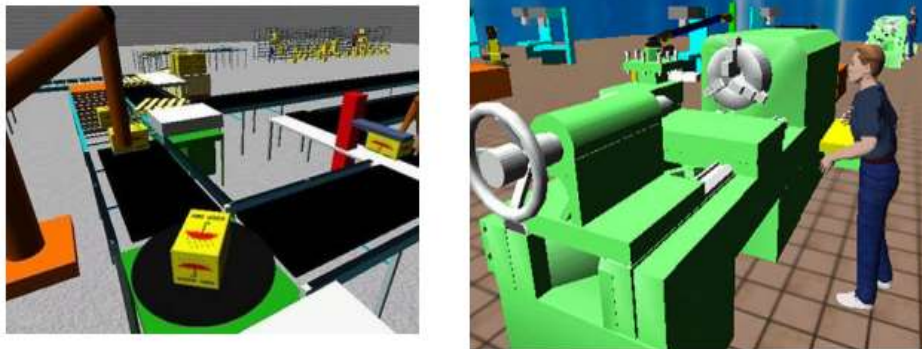
Tabla 4.

*Etapas de la simulación.*

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>
<b>Definición del problema Objetivos del estudio</b>	Define el problema que se pretende estudiar y el planteamiento de los objetivos.
<b>Formulación y planeación del modelo.</b>	Elaboración de una estructura conceptual del modelo, incluyendo los principales eventos y elementos.
<b>Recolección de datos</b>	Identificar, recoger y analizar los datos necesarios para el modelo.
<b>Desarrollo del modelo</b>	Construcción del modelo de simulación partiendo del modelo conceptual y de los datos. Definición de los elementos y la interrelación entre estos.
<b>Verificación</b>	Ejecución de la simulación controlando su funcionamiento y verificando sus resultados.
<b>Validación</b>	Asegurar que este refleja el funcionamiento del sistema real que se está estudiando.
<b>Experimentación</b>	Una vez determinado el tiempo que debe simularse para que el modelo alcance un estado estable, se inicia con la simulación.
<b>Análisis y presentación de resultados</b>	Registro detallado de todo el proceso, analizando tendencias y recomendando mejoras o soluciones

**FLEXSIM: Características básicas y descripción de Flexsim.**

Es un software para la simulación de eventos discretos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial, desde procesos de manufactura hasta cadenas de suministro. Además, Flexsim es un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno 3D desde el comienzo. Actualmente, El software de simulación Flexsim es usado por empresas líderes en la industria para simular sus procesos productivos antes de llevarlo a ejecución real. Actualmente, existe mucha gente implicada en este proyecto y su uso se encuentra muy extendido en EEUU y México. De esta manera posee un extenso grupo o comunidad de desarrolladores (muchos de ellos desinteresados) que han aumentado y mejorado las competencias del software. Existe una web propietaria del software (<http://www.flexsim.com/community/forum/downloads.php>) que posee multitud de descargas de herramientas adicionales al software, como modelos 3D y librerías, y una gran comunicación entre ellos mediante foros.



*Figura 5.* Aspecto grafico de dos simulaciones desarrolladas con el programa flexsim.

**2.2.9. Estudio de Métodos y Tiempos.** Se refiere a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, en este libro, implica el análisis en dos tiempos diferentes durante la historia de un producto. Primero, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado. Segundo, ese ingeniero debe estudiar continuamente estos centros de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto y/o mejorar su calidad (Niebel B. , 1996).

Esta técnica de Organización sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido. El conocimiento del tiempo que se necesita para la ejecución de un trabajo para ser productiva, necesita conocer los tiempos que permitan resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación.

**Estudio de métodos:** Es el registro y examen crítico y sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos, eficaces y eficientes.

**Estudio de tiempos:** Es el establecimiento de tiempos de trabajo, la mejora de los métodos, la formación de los operarios e incluso para la determinación de las fases de trabajo para la planificación de la producción.

### 3. Diagnóstico

#### 3.1 Metodología del diagnóstico

Para la realización del diagnóstico ha sido necesario conocer de cerca el proceso productivo de la empresa, con el fin de poder identificar con claridad aquellos aspectos a mejorar. A continuación se describe las técnicas empleadas para la recolección de la información.

- **Visita a las instalaciones:** Se realizaron visitas diarias de lunes a viernes cuya duración es de 5 horas por jornada (7:30 Am a 12:30 Pm), con el objetivo de identificar los aspectos a mejorar, observando la infraestructura física y el clima organizacional en las jornadas laborales, además de conocer en detalle el personal, operaciones y procesos implicados en la planta de producción.

- **Revisión de documentos e historial:** Se recopiló información a partir de documentos, informes, recibos y facturas disponibles por la empresa. Algunos documentos revisados fueron: registro de producción, portafolio de productos, facturas de ventas. El motivo de la selección de estos archivos, radica en la relevancia que nos brindan una información adecuada para así poder obtener un análisis cuantitativo que ayudará a tener una idea clara y comprender la capacidad productiva de la planta.

- **Entrevistas:** Información adquirida a partir de charlas con los operarios, administrativos e ingeniero de producción de la planta. El propósito de esto, se encuentra en la oportunidad de conocer de primera mano las experiencias con la actual manera de trabajar, además de las expectativas, opiniones y sugerencias de éstos respecto a cómo podrían mejorar los procesos.

- **Diagnóstico 5S's:** Con la metodología 5S's se puede observar de forma más clara las problemáticas que se presentan en la organización, permitiéndonos realizar un análisis cualitativo de la situación actual de la planta.
- **Diagnostico distribución de planta:** se realizó un estudio detallado de la distribución de planta con ayuda de herramientas básicas entre las cuales se usó: diagrama de recorrido, diagrama de flujo, diagrama de operaciones y diagrama de frecuencias de los desplazamientos de cada uno de los centros de trabajo, con los cuales se tendrá una idea más clara y real, con lo cual se recolectó información para generar un soporte cuantitativos de la distribución actual de la planta.

### 3.2 Descripción del proceso productivo

Actualmente la empresa elabora cajas de cartón para diferentes tipos de sectores con diferentes tipos de material llamados Cartón cartulina Colombia (básica), cartulina esmaltada, cartulina ultra y cartón micro corrugado. Con el fin de dar a conocer la actividad productiva, se nombran por etapas los procesos productivos explicando de forma detallada la elaboración de cajas de cartón la cual se representa gráficamente en la figura 5.

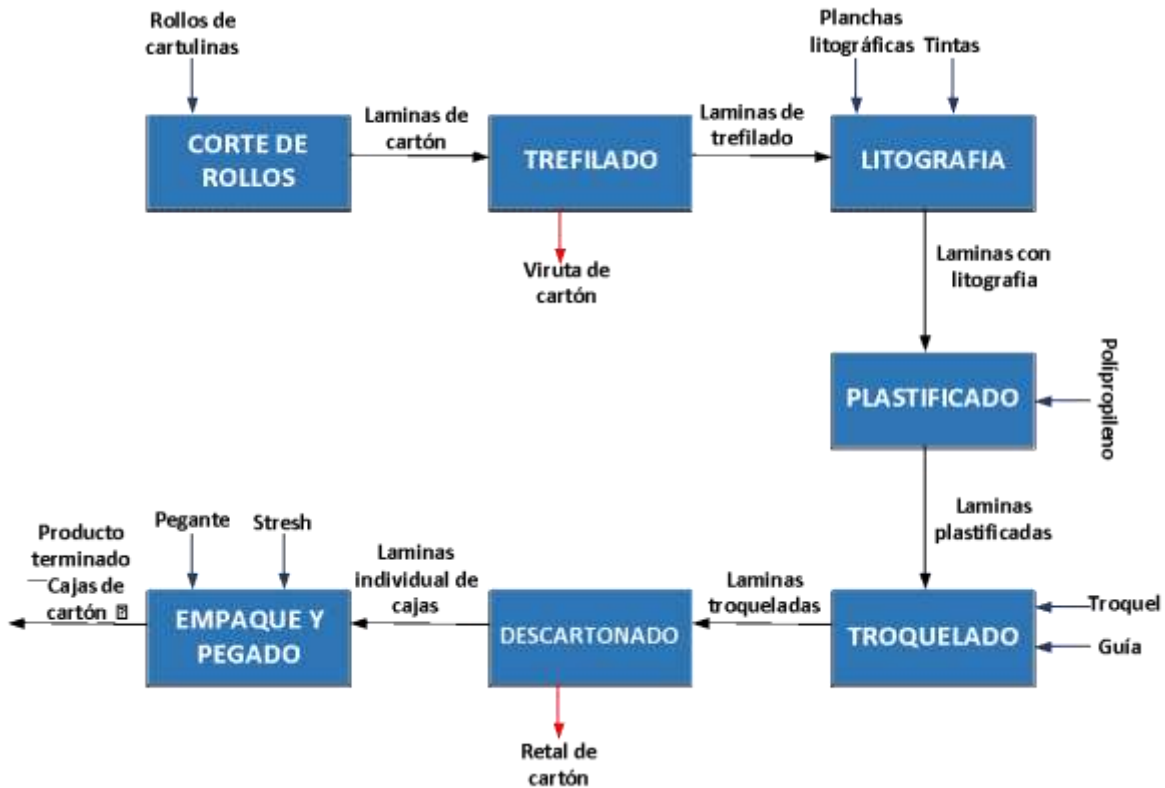


Figura 6. Diagrama de bloques procesos de cajas de cartón.

### Etapa I: “Cortadora de rollos”

El proceso de producción de cajas de cartón inicia con el montaje de rollos de cartulina o bobinas de diferentes tipos de anchura y calibre de acuerdo al tipo de caja que se desee obtener. Para ver los diferentes tipos de cartón (**VER APENDICE 4**). La máquina (Cortadora de rollos) se encarga de cortar los rollos de cartón o bobinas en láminas de diferentes referencias y aplanar las mismas para que cumplan los requerimientos del siguiente proceso.



*Figura 7.* Área de Cortadora de rollos CARBOLSAS LTDA.

Nota: CARBOLSAS LTDA.

### **Etapa II: “Trefilado”**

Una vez terminado los cortes de láminas en la Cortadora de rollos, se hacen pasar estos cortes por la trefiladora o también llamada Trefilado, donde la máquina corta con precisión los bordes, para que la lámina de cartón se ajuste a las medidas necesarias quedando así lista para el siguiente proceso.



*Figura 8.* Área de Trefilado CARBOLSAS LTDA.

Nota: CARBOLSAS LTDA.

### **Etapa III: “Litografía”**

Siguiente a los cortes de Trefilado, se encuentra la parte de la impresión, lo primero que se hace es tomar las planchas de molde y diseño que fueron hechas de acuerdo al pedido del cliente,

y son ubicadas en el rodillo de impresión, que es el encargado del proceso dentro de la máquina con una mezcla de tintas y agua, dependiendo de la solicitud que se manejan tanto los diseños como las impresiones en unicolor, bicolor, tricromía y policromía, actividad que se realiza imprimiendo un solo color por vez. Al pasar por la litografía los pliegos son puestos en las rendijas de secado, proceso que suele tardar 2 horas en promedio.



*Figura 9.* Área de Litografía CARBOLSAS LTDA.

#### **Etapa IV: “Plastificado**

Este proceso consiste en plastificar las láminas de productos alimenticios que requieren márgenes de higiene y salubridad por el contacto que se genera entre las superficies del cartón y su contenido, las láminas que no necesitan este proceso pasan directamente al siguiente proceso (TROQUELADO). Este proceso es realizado por dos operarios, el primero al inicio de la máquina, encargado de desplazar las láminas dentro de la máquina, la cual mediante un mecanismo de rodillos contenedores del material plastificado, coloca y presiona hasta generar una adhesión de las superficies y transporta la lámina a una temperatura que varía según el tipo de material, normalmente su variación es de 130°C a 180°C, y es recibida por el segundo operario, quien gira la lámina para su terminación y corta el plástico en su finalización.



*Figura 10.* Área de Plastificado CARBOLSAS LTDA.

Nota: CARBOLSAS LTDA.

### **Etapa V: “Troquelado”**

En el proceso de troquelado, se estampa por presión las láminas de material previamente seleccionadas de acuerdo a las dimensiones requeridas. El operario toma las láminas y las introduce a la plancha donde serán presionadas por la matriz o troquel para dar la forma al producto. Este proceso requiere de concentración y agilidad por parte del operario, para ir colocando con una mano el material a troquelar, y con la otra retirándose del mismo, a la vez que de nuevo se va colocando otra lámina en el troquel.



*Figura 11.* Área de Troquelado CARBOLSAS LTDA.

Nota: CARBOLSAS LTDA.

**Etapa VI: “Descartonado”**

El material impreso y troquelado es llevado a bodega donde el exceso de cartón adicional de cada lámina es eliminado por los operarios que lo hacen manualmente y esto permite que no queden imperfecciones en las láminas haciendo que la calidad de la producción se mejore. Estos residuos son guardados y empacados en unos sacos de fique para poder ser vendido por reciclaje.



*Figura 12.* Bodega CARBOLSAS LTDA.

Nota: CARBOLSAS LTDA.

**Etapa VII: “Empacado y pegado”**

En este último proceso las láminas son llevadas al principio de la banda transportadora de la máquina de pegado doblado, esto se realiza por un operario que introduce de a una por vez y de manera continua, que se realiza por diversos mecanismos que le dan dobléz y forma a la caja o empaque, mediante unos rodillos que aplica pegamento a las superficies que por diseño y ensamble deben ir unidas. Al final de la banda dos operarios reciben y ordenan el material para su empaque.

Dependiendo de los productos requeridos, algunos de los productos son empacados al finalizar el proceso anterior (Descartonado). Otros productos como los genéricos, son aquellos

que no requieren de impresión ni necesidad de ser doblados o algunos productos para restaurantes, estos productos son directamente llevados después del “troquelado” para ser envueltos por material plástico (stretch) y empaque final.



Figura 13. Área de pegado CARBOLSAS LTDA.

Nota: CARBOLSAS LTDA.

### 3.3. Análisis del proceso actual

Luego de realizar la descripción detallada de los procesos productivos que desarrolla la empresa, se procedió a efectuar un análisis interno para poder ver claramente la situación y de manera desglosada para cada una de las operaciones, las áreas de trabajo, producción etc.; para esto se utilizaron diferentes herramientas de estudio las cuales permiten identificar las debilidades, fortalezas, puntos críticos que afectan la producción y a su vez poder detectar las falencias para poder proponer las mejoras pertinentes.

**3.3.1 Diagrama del proceso de producción para las cajas de cartón.** Para ver la secuencia de operaciones en la elaboración de los productos de cajas de cartón se observa mediante este diagrama las diferentes entradas de los materiales a lo largo de su flujo y la alta presencia en la verificación de estándares de calidad en todas sus actividades. Además las operaciones que se

realizan sin ayuda de maquinaria, son pocas y hacen referencia al Descartonado y Empaque, en las demás operaciones se encuentra la maquinaria que ayuda al trabajador a realizar su trabajo de forma precisa y ágil.

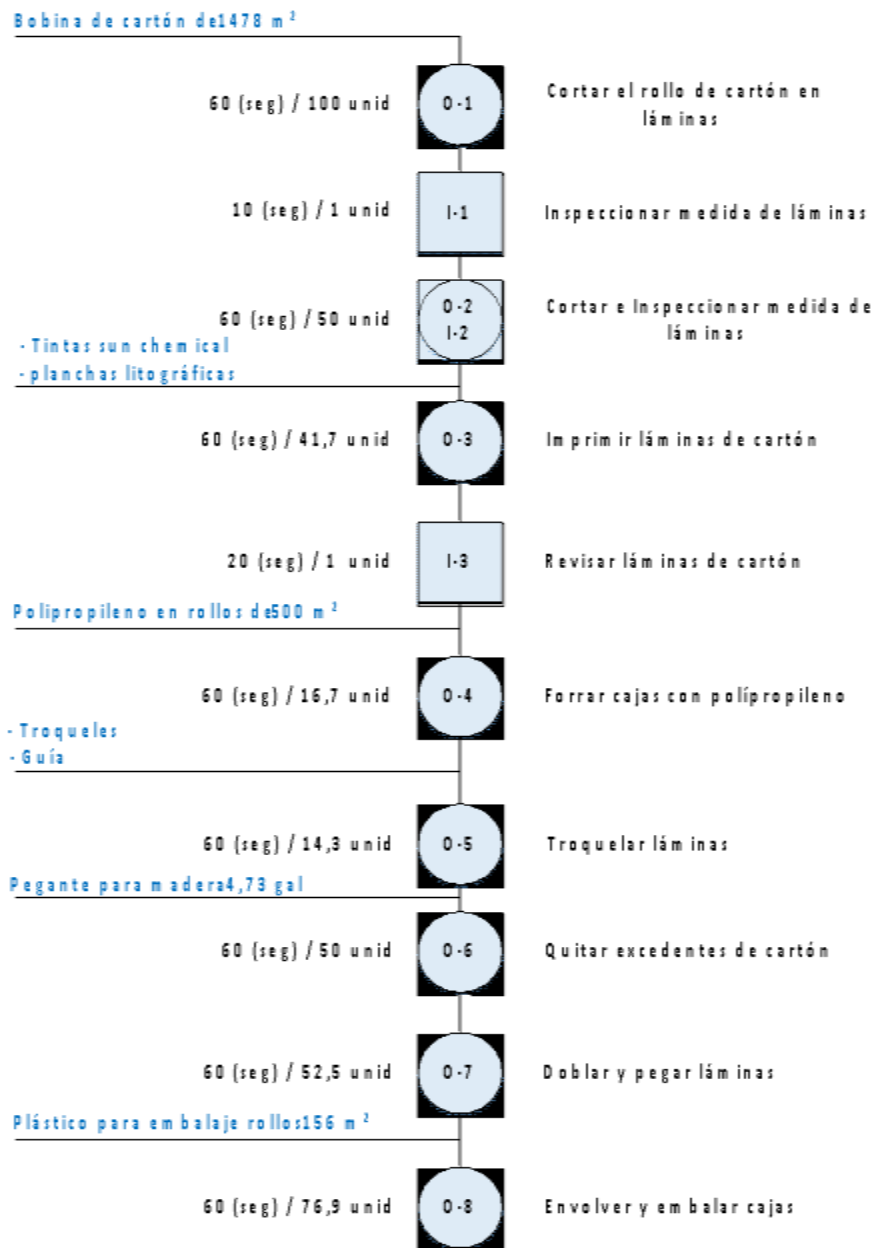


Figura 14. Diagrama de operaciones.

**3.3.2. Diagrama de flujo del proceso de producción.** Para tener una mejor comprensión de lo expuesto, se presentará el proceso mediante las herramientas de diagramación que describen detalladamente la secuencia de las actividades y operaciones utilizadas para la elaboración de las cajas de cartón.

Tras realizar el diagrama de flujo en la planta de producción se encontraron los siguientes resultados:

El proceso productivo cuenta con 79 operaciones, 9 inspecciones, 22 secciones de transporte y 2 demoras con el cual se puede identificar falencias en el proceso y brindar oportunidades de mejora.

Se realiza este diagrama mostrando paso a paso el proceso productivo. (**VER APENDICE 5**).

**3.3.3. Análisis Distribución de Planta.** El diseño de planta es un proceso dinámico que se realiza sobre la distribución donde se analiza desde varios puntos de vista como son: el espacio, distancia recorrida del producto, cantidad de transportes entre centros de trabajo y flujo del producto. Durante las visitas a las instalaciones de CARBOLSAS LTDA, se identificó problemas de movilidad por parte de los operarios, que deben recorrer trayectos considerables, para luego realizar esfuerzos para levantar la cantidad apropiada y volver a la estación para acomodar el producto en la máquina. Debido a las condiciones de operación y a los objetivos generales de la organización, es importante contar con una distribución flexible que permita atender y adaptarse a cambios en los volúmenes de producción y cambios referentes a la introducción de nuevos productos además de las situaciones emergentes del mercado. A continuación se muestra la distribución de planta actual.



Figura 15. Distribución actual de la planta

**3.3.3.1. Diagrama del recorrido.** En este se puede ver claramente la ruta que debe seguir el producto desde que se recibe como rollos de cartón o bobinas hasta que se convierte en producto terminado listo para su despacho. Cabe resaltar que los elementos que hacen parte del ciclo productivo como las herramientas, estibas o el gato (zorra), una vez utilizadas, no tienen destinado un puesto fijo para su almacenamiento, lo cual ocasiona problemas de movilidad por parte de los operarios en la zona de producción.

Igualmente se observa como el almacenamiento no está situado correctamente en la bodega; lo que hace un desorden constante en el momento de transportar el producto de un centro de trabajo a otro y demoras para encontrar los materiales dependiendo de la referencia del

tipo de cartón, a su vez en los pasillos se arruma cierto material y esto afecta el proceso productivo. De esta forma se presenta el diagrama de recorrido.

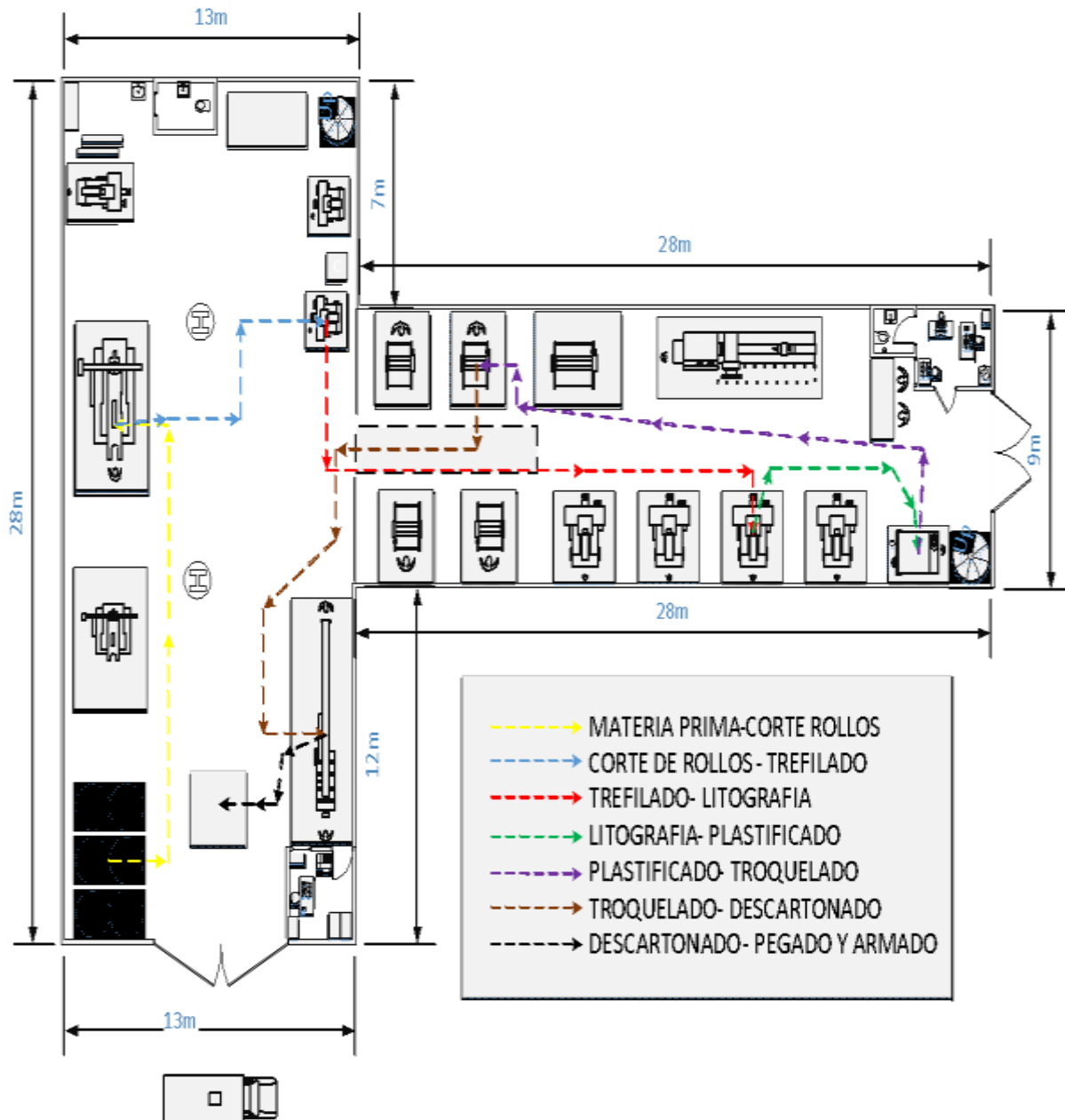


Figura 16. Diagrama de recorrido

		CORTE DE ROLLOS	TREFILADO	LITOGRAFIA	PLASTIFICADO	TROQUELADO	DESCARTONADO	EMPAQUE Y PEGADO	PRODUCTO TERMINAD
MATERIA PRIMA	veces	4							
	metros	7,33							
	min	1,7							
CORTE DE ROLLOS	veces		7						
	metros		13,26						
	min		3,6						
TREFILADO	veces			8					
	metros			22,86					
	min			4,76					
LITOGRAFIA	veces				6				
	metros				2,99				
	min				0,37				
PLASTIFICADO	veces					5			
	metros					25,75			
	min					2,34			
TROQUELADO	veces						6		
	metros						20,48		
	min						3,45		
DESCARTONADO	veces							9	
	metros							21,31	
	min							2,33	
EMPAQUE Y PEGADO	veces								10
	metros								30,94
	min								3,88

Figura 17. Diagrama de frecuencias para cada centro de trabajo

Con la ayuda del diagrama de recorrido y el diagrama de frecuencias se logró identificar la distancia y tiempo para cada centro de trabajo que actualmente recorren los operarios en un turno de trabajo promedio. A continuación se presenta la tabla resumen con distancias y tiempos obtenidos en cada centro de trabajo.

Tabla 5.

*Longitud y tiempo recorrido por cada centro de trabajo.*

Centro inicio	Centro final	Distancia por turno "metros"	Distancia por día "metros"	Tiempo por turno "minutos"	Tiempo por día "minutos"
Materia prima	Corte de rollos	29,32	58,64	6,8	13,6
Corte de rollos	Trefilado	92,82	185,64	16,1	32,2
Trefilado	Litografía	228,6	457,2	47,6	95,2
Litografía	Plastificado	11,84	23,92	1,48	2,96
Plastificado	Troquelado	103	206	9,36	18,72
Troquelado	Descartonado	122,88	245,76	20,7	41,4
Descartonado	pegado y armado	191,79	383,58	30,29	60,58
Pegado y armado	producto terminado	309,40	618,8	58,2	116,4
<b>TOTAL</b>		1089,65	2179,54	190,53	381,06

De acuerdo a la anterior tabla se evidencia que en la planta de producción se recorre por turno de trabajo promedio 1075,78 metros en un tiempo promedio de 164,47 minutos que equivalen a recorridos con una velocidad de 6,54 metros por minuto. Cabe resaltar que el tiempo en desplazamientos le representa a la empresa un desperdicio del 35% en tiempo de producción por cada turno de trabajo. Por otro lado se identifica que el centro de trabajo con mayor desplazamiento es el de “pegado armado” hasta “producto terminado” con una distancia de 309,4 metros y un tiempo de 58,2 minutos, siendo este desplazamiento el generador de mayor desperdicio en distancia y tiempo de la planta de producción.

**3.3.4. Análisis de Despilfarros.** Es muy importante que todas las empresas identifiquen los despilfarros que se presentan en su sistema productivo y que sensibilicen a todas las personas que hacen parte de ella para que se unan fuerzas que ayuden a plantear e implementar mejoras que contribuyan a su posterior eliminación.

Aplicando el esquema 5MQS se pretende identificar qué tipos de desperdicio se presentan en la empresa CARBOLSAS LTDA. Se aplicó la técnica de eliminación de despilfarros por medio de una lista de chequeo, la cual empezó con la identificación por medio de una lista de chequeo, a todos los operarios en su respectivo puesto de trabajo, de cada uno de tipos de despilfarros presentes en la empresa, teniendo como base que existen siete tipos que son: relacionadas con transportes, con operaciones del proceso, con el proceso, con sobreproducción, con inventarios, con tiempos en vacío y con defectos. Esta lista consta de una serie de preguntas relacionadas con cada tipo de despilfarro y se calculan los resultados de acuerdo con: se cumple o no cada una de ellas (**VER APENDICE 6**).

La FIGURA 16 muestra los criterios de valoración usados en la lista de chequeo:

NUMERO	SIGNIFICADO
1	Si el despilfarro es considerado por su importancia como bajo.
2	Si el despilfarro es considerado por su importancia como medio.
3	Si el despilfarro es considerado por su importancia como medio alto.
4	Si el despilfarro es considerado por su importancia como alto.

*Figura 18.* Criterios de valoración despilfarros

**DIAGRAMA DE RED:** Presenta la proporción en la que se encuentra los diferentes tipos de despilfarro, en este diagrama se evidencia que la empresa CARBOLSAS LTDA presenta los 7 tipos de despilfarro en diferentes porcentajes.

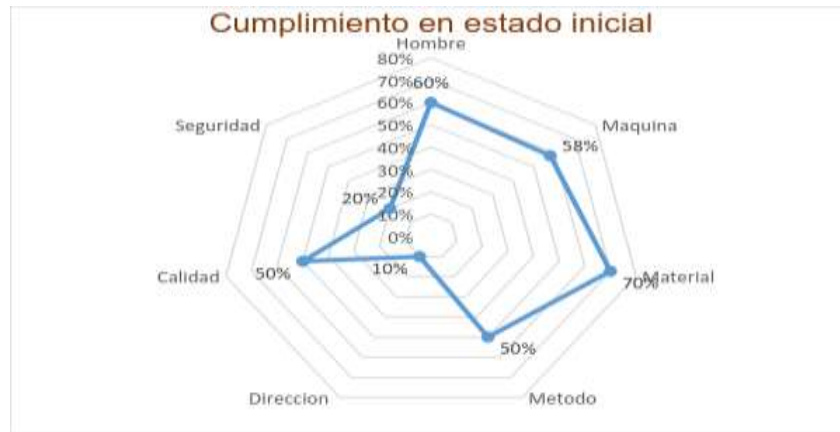


Figura 19. Diagrama de despilfarros, en estado inicial, segundo trimestre 2016.

Nota: Lista de despilfarros 5MQS

A continuación se presenta la tabla donde se observa el porcentaje que corresponde a cada tipo de despilfarro:

Tabla 6.

*Porcentaje de cada tipo de despilfarro*

%Despilfarro	
Hombre	60.00%
Máquina	58.00%
Material	70.00%
Método	50.00%
Dirección	10.00%
Calidad	50.00%
Seguridad	20.00%

Nota: lista de despilfarros 5MQS

### 3.3.4.1. Resumen de los Despilfarros en la Planta de Producción CARBOLSAS LTDA.

#### Personas.

Los operarios pierden tiempo en traer materiales (troqueles, planchas de impresión, tintas, e insumos) generando desorden ya que cada uno de ellos debe desplazarse por sus materiales, con lo cual se presentan demoras para el área siguiente debido a que es un proceso dependiente, a continuación se muestra el tiempo promedio que gastan cada operario en traer los materiales e insumos para cada turno de trabajo.

Tabla 7.

*Tiempo promedio en búsqueda de insumos y materiales por turno de trabajo.*

Tiempo promedio en búsqueda de insumos y materiales								
		Troquelado "minutos"			Litografía "minutos"			TOTAL "minutos"
Insumos	Troqueles	Numero promedio de trabajos por turno	Total troquelado	Planchas litografías	Tintas	Numero promedio de trabajos por turno	Total litografía	540,66
<b>8,32</b>	5,42	20	274,8	6,25	8,52	18	265,86	

La anterior tabla fue tomada del estudio de tiempos que se encuentra en apéndice 7. (**VER APÉNDICE 7**); Se evidencia que los operarios (11 operarios) encargados en las operaciones de troquelado y litografía tardan 540,66 minutos promedio por cada turno de trabajo (9,011 horas). En el centro de trabajo de troquelado se gasta 274,8 minutos equivalente a 4, 58 horas en la búsqueda de troqueles e insumos, a su vez el centro de trabajo de litografía gastan 265,86 minutos equivalentes a 4, 431 horas.

La cantidad de tiempo gastada en la búsqueda de insumos y materiales en las que incurre la empresa representa **10,24%** de tiempo total, para cada turno en promedio referente a estos centros de trabajo.



Figura 20. *Matérias primas*

Nota: Área de matérias primas e insumos

### **Máquinas**

Se presentan tiempos ociosos y tiempos de preparación causados por fallas en el funcionamiento de la maquinaria y preparación de las mismas, en las siguientes tablas se evidencia los tiempos de preparación y tiempos ociosos de la planta.

Tabla 8.

*Tiempo de preparación vs tiempo ocioso.*

<b>Máquina</b>				
	<b>Tiempo de preparación "min"</b>	<b>Tiempo ocioso "min"</b>	<b>Numero promedio de trabajos por turno</b>	<b>Total "minutos"</b>
<b>Cortadora de rollos</b>	7,72	6,36	3	42,24
<b>Trefilado</b>	31,7	4,3	7	252
<b>Litografía</b>	32,68	4,69	18	672,66
<b>Plastificado</b>	29,32	4,15	4	133,88
<b>Troqueladora</b>	26,21	17,16	20	867,4
<b>Pegado y armado</b>	13,05	0,78	9	124,47

En la TABLA 8 se evidencia los tiempos de preparación que gasta cada máquina para iniciar una nueva actividad donde se evidencia el despilfarro de maquinaria en cada centro de trabajo que equivalen a nivel general en 2092,65 min (34, 878 horas) por turno promedio de trabajo y a su vez un **25,64%** en desperdicio a nivel general de la planta de producción. En el área de troquelado y litografía son los procesos que mayor tiempo de preparación consumen en la producción de cajas de cartón representando el **73,59%** del despilfarro; para ver con mayor detalle los tiempos de preparación ver el respectivo apéndice. **(VER APENDICE 7)**.

### **Material y métodos**

Desde que inicia el proceso de producción de una caja de cartón (CORTADORA DE ROLLOS) hasta llegar al (DESCARTONADO) se tiene desperdicios de materia prima (cartón y tintas) debido a que no se cuenta con un control de las cantidades necesarias, a continuación se muestra los despilfarros de cartón y tintas durante el segundo trimestre del año 2016.

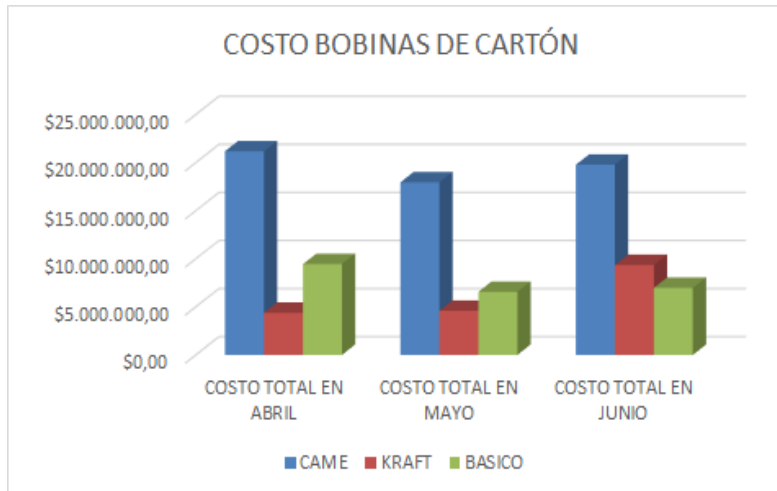


Figura 21. Costo Bobinas de cartón.

Nota. CARBOLSAS LTDA.

Tabla 9.

*Desperdicio de cartón para el segundo trimestre del año 2016.*

Tipo de cartón	Abril	Mayo	Junio
<b>Came (kg)</b>	650,5	550,8	573,4
<b>Kraft (kg)</b>	420,35	452	482,7
<b>Básico(kg)</b>	656,33	593,1	723
<b>Total (kg)</b>	<b>1727,18</b>	<b>1595,9</b>	<b>1779,1</b>

Se observa que en el mes de junio es donde hay mayor desperdicio de cartón ya que cuentan con una mayor demanda para mitad de año. Esto representa que en el mes de junio se recolectó 1779,1 kg de los diferentes tipos de cartón equivalente a 1,779 toneladas. El cual es una cifra bastante significativa para la organización.

A continuación se muestra los costos de consumo y desperdicio de cartón en el segundo trimestre de 2016

Tabla 10.

*Costo de consumo de cartón en el segundo trimestre de 2016*

Consumo de cartón segundo trimestre 2016							
Material	Costo unitario	Consumo		Consumo		Consumo	
		cartón abril "kg"	Costo total abril	cartón mayo "kg"	Costo total mayo	cartón junio "kg"	Costo total junio
<b>CAME</b>	\$3.077,67	6880	\$21.174.369,60	5832	\$17.948.971,44	6430	\$19.789.418,10
<b>KRAF</b>	\$2.623,84	1670	\$4.381.812,80	1750	\$4.591.720,00	3562	\$9.346.118,08
<b>BASICO</b>	\$3.305,02	2860	\$9.452.357,20	1985	\$6.560.464,70	2110	\$6.973.592,20
<b>TOTAL</b>			<b>\$35.008.539,60</b>		<b>\$29.101.156,14</b>		<b>\$36.109.128,38</b>

Tabla 11.

*Costo de desperdicio de cartón para el segundo trimestre del año 2016.*

DESPERDICIO DE CARTÓN SEGUNDO TRIMESTRE 2016							
Material	Costo unitario	Consumo		Consumo		Consumo	
		cartón abril "kg"	Costo total abril	cartón mayo "kg"	Costo total mayo	cartón junio "kg"	Costo total junio
<b>CAME</b>	\$3.077,67	60,5	\$186.199,04	550,5	\$1.694.257,34	753,4	\$2.318.716,58
<b>KRAF</b>	\$2.623,84	420,35	\$1.102.931,14	452	\$1.185.975,68	482,7	\$1.266.527,57
<b>BASICO</b>	\$3.305,02	656,33	\$2.169.183,78	593	\$1.959.876,86	723	\$2.389.529,46
<b>TOTAL</b>			<b>\$3.458.313,96</b>		<b>\$4.840.109,88</b>		<b>\$5.974.773,61</b>

Analizando la información anterior se evidencia que el despilfarro mes a mes equivale a **15,46%** en cuanto a desperdicio de cartón en la planta de producción, se sabe que nunca se va a obtener un desperdicio nulo puesto que por características de diseño y armado se tendrá que considerar un desperdicio de aproximadamente un **7%** el cual está desfasado claramente cómo se evidencia en las anteriores tablas.

En cuanto a las tintas la siguiente tabla muestra el valor por kilogramo referente a su color.

Tabla 12.

*Precio de las tintas utilizadas en el proceso.*

<b>Tintas</b>	<b>Valor kg "\$"</b>
<b>Básicos</b>	\$18.900
<b>Rojo indio</b>	\$44.667
<b>Azul bronce</b>	\$46.000
<b>Rojo básico</b>	\$47.500
<b>Rojo pantone</b>	\$58.000
<b>Otro no básico</b>	\$49.042
<b>Pantones caros</b>	\$120.000

Los operarios de litografía generan desperdicio de tintas por mal manejo en su almacenamiento y cantidad excesiva de la misma; Esto representa grandes costos para la empresa.

La siguiente tabla muestra la cantidad de tinta desperdiciada en el segundo trimestre del año 2016.

Tabla 13.

*Desperdicio de tintas segundo trimestre año 2016.*

<b>Tintas</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Valor kg (\$)</b>	<b>Total perdida (\$)</b>
<b>Básicos</b>	5,2	\$18.900	98280
<b>Rojo indio</b>	4,4	\$44.667	196534,8
<b>Azul bronce</b>	2,9	\$46.000	133400
<b>Rojo básico</b>	4,42	\$47.500	209950
<b>Rojo pantone</b>	3,2	\$58.000	185600
<b>Otro no básico</b>	6,3	\$49.042	308964,6
<b>Pantones caros</b>	6,7	\$120.000	804000
			1936729,4

La información anterior se recolecto mes a mes haciendo un seguimiento al desperdicio de tintas, este fue basado en los sobrantes por el mal manejo e incorrecta planeación de la materia prima por parte de los operarios ocasionando el deterioro de las mismas, de esta forma se logró cuantificar el desperdicio de las tintas como se evidencia en la tabla anterior.

Tabla 14.

*Consumo de tintas segundo trimestre año 2016.*

<b>Tintas</b>	<b>Abril (kg)</b>	<b>Mayo (kg)</b>	<b>Junio (kg)</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>Valor kg (\$)</b>	<b>Total perdida (\$)</b>
<b>Básicos</b>	12	10	15	37	\$18.900	\$699.300
<b>Rojo indio</b>	8	12	9	29	\$44.667	\$1.295.343
<b>Azul bronce</b>	6	6	4	16	\$46.000	\$736.000
<b>Rojo básico</b>	7	8	8	23	\$47.500	\$1.092.500
<b>Rojo pantone</b>	10	11	9	30	\$58.000	\$1.740.000
<b>Otro no básico</b>	10	12	13	35	\$49.042	\$1.716.470
<b>Pantones caros</b>	10	12	14	36	\$120.000	\$4.320.000
				206		\$11.599.613

Se observa que el mayor despilfarro se obtuvo en la tinta PANTONES CAROS donde se encontró la mayor cantidad de desperdicio (36 kg) y otros no básicos con un total de (35 kg), de igual modo se ve reflejado el costo total de las tintas desperdiciadas en el segundo trimestre del año 2016 que equivale a \$11.599.613. Esta cifra corresponde al **16,7%** de desperdicio, una cifra bastante excesiva; ya que no cuentan con una planeación adecuada para esta materia prima y que este recurso es supremamente importante para la producción, representando así un gasto innecesario que asume la empresa.



Figura 22. Tintas desperdiciadas

### DIRECCIÓN Y CALIDAD.

En el segundo semestre del año 2016 se produjo 6.823.747 unidades de cajas; debido a fallas internas en la planta de producción e incumplimiento en los tiempos de entrega, se observó problemas en las entregas realizadas ya que todas no llegaron al rango de meta máximo. A continuación se presenta la información recopilada por parte de la empresa.

Tabla 15.

*Porcentaje de cumplimiento de entregas para la primera mitad de año 2016.*

<b>Cumplimiento en las entregas</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
<b>Entrega realizadas</b>	167	333	376	321	481	261
<b>Entregas puntuales</b>	102	169	137	287	345	100
<b>% cumplimiento de entregas</b>	61,08%	50,75%	36,44%	89,41%	71,73%	38,31%
<b>Rango meta mínimo</b>	40	40	40	40	40	40
<b>Rango meta normal</b>	60	60	60	60	60	60
<b>Rango meta máximo</b>	90	90	90	90	90	90

Como se puede observar en la tabla 15, ningún mes cumple con la meta máxima de cumplimiento, en el mes de Abril es el que más se aproxima con esta meta con un **89,41 %** de cumplimiento en las entregas. Los meses de Marzo y Junio están por debajo de la meta mínima lo que indica que el nivel de servicio para los clientes es un factor crítico.



Figura 23. Indicadores de gestión de cumplimientos en las entregas.

## SEGURIDAD.

En la planta de producción se evaluó e identificó los factores de riesgo y las fuentes generadoras de peligro que se encuentran expuestos los operarios en contra de su salud e integridad física en sus respectivas jornadas laborales, para esta evaluación se empleó la matriz de gestión de riesgos profesionales GTC 45. A continuación se presenta los niveles de probabilidad de riesgo según la norma colombiana GTC 45 (guía técnica colombiana).

Tabla 16.

*Significado de los diferentes niveles de probabilidad de riesgo*

<b>Nivel de probabilidad</b>	<b>Valor de NP</b>	<b>Significado</b>
<b>Muy Alto (MA)</b>	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia
<b>Alto (A)</b>	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
<b>Medio (M)</b>	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
<b>Bajo (B)</b>	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Todo esto se clasificó según su nivel de riesgo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17.

*Clasificación y valoración de nivel de riesgo.*

<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Valor de NR</b>	<b>Significado</b>
<b>I</b>	4000-600	Situación crítica suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control intervención urgente
<b>II</b>	500-10	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato
<b>III</b>	120-40	Mejorar si es posible, Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad

<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Valor de NR</b>	<b>Significado</b>
<b>IV</b>	20	Mantener las medidas de control existentes pero se deberá considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aun es aceptable

Después de analizar los resultados de la matriz se resume que los operarios de corte y litografía se encuentran en un nivel de riesgo MEDIO y ALTO ya que están expuestos a niveles moderados de las máquinas por su función y peligrosidad del mismo; esto representa un nivel de riesgo 3 y 4 equivalente a una valoración de 120-40 y que se clasifican según su tipo de riesgo como lo son biológicos, físicos, químicos, mecánicos y de seguridad. Cabe resaltar que los operarios no cuentan con los elementos de protección personal (EPP) debido a que no le dan el uso correctivo del mismo y no proporcionan el riesgo que le puede causar un accidente, además de las consecuencias originadas por el trabajo.

En la siguiente figura se puede observar la clasificación de la matriz y sus correspondientes niveles de riesgo.

PROCESO	ACTIVIDADES	TAREAS	ROUTINARIAS SI / NO	PELIGROS			MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES			EVALUACION DEL RIESGO				
				DESCRIPCION	CLASIFICACION	ESECTOS POSIBLES	FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA (ND)	NIVEL DE EXPOSICION (NE)	NIVEL DE PROBABILIDAD (NP/ND)	INTERPES TAC. DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA
OPERARIOS DE CORTE	OPERAR LAS BOBINAS DE CARTON EN LAMINAS DE CALIBRE DESEADO Y ADAPTAR LAS LAMINAS EN SUS DIMENSIONES PARA SER	CONVERTIR LAS BOBINAS DE CARTON EN LAMINAS DE CALIBRE DESEADO Y ADAPTAR LAS LAMINAS EN SUS DIMENSIONES PARA SER	SI	Exposición a moderados niveles de ruido debidos a las maquinas.	FÍSICO	Afectacion del nervio auditivo	NE	NE	NE	2	3	6	MEDIO	10
			SI	Exposición a moderados niveles de temperatura causados por la maquina.	FÍSICO	Deshidatracion, estrés, dolor de cabeza.	NE	NE	NE	2	3	6	MEDIO	10

Figura 24. Matriz GTC 45.

Para más información detallada ver el correspondiente anexo. **(VER APENDICE 8)**.

**3.3.5. Análisis de Estudio de Tiempos.** En la empresa CARBOLSAS LTDA no se ha realizado un estudio de tiempos en su sistema productivo, que muestre o indique la duración real de un ciclo de producción.

La forma en que actualmente manejan los tiempos de procesos con los que programan las tareas, se basa en la experiencia o la estimación del jefe de producción o ingeniero de producción, también no se cuenta con un análisis de capacidad de cada centro de trabajo.

Como consecuencias al no contar con un plan de trabajo y no poder controlar el desempeño de los empleados, se presentan retrasos en la entrega de los pedidos, esta situación muestra la falta de un plan de trabajo y de control del mismo, estos factores están afectando la productividad en la empresa.

### **Metodología**

Para la realización del estudio de tiempos al alistamiento de cada centro de trabajo se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Análisis del método de trabajo para todo el sector de producción. (CALZADO, ALIMENTICIO, CONFECCIONES), siendo el mismo para todos.

- Recolección de la información.
- Selección de un trabajador promedio.
- Determinación del ciclo de trabajo de alistamiento
- Dividir el ciclo de trabajo en elementos.
- Cálculo del tiempo estándar.
- Análisis la capacidad por medio de formula.
- Análisis de los resultados.

### **Selección de trabajadores**

Para la selección de los trabajadores se habló con el jefe de producción y en colaboración con él se evaluaron operarios tipo promedio, aquellos que tuvieran experiencia mínima de seis mes en el desarrollo de sus actividades a los cuales se les explicó previamente el estudio a realizar de tal forma que trabajaran de manera frecuente con el fin de no alterar los resultados finales.

### **Determinación del ciclo de trabajo**

Inicialmente se registró la duración de varios ciclos de alistamiento de las maquinas obteniendo una muestra preliminar o premuestra por medio del formato (**VER APENDICE 9**), luego se procedió a calcular el número de ciclos de trabajo a cronometrar usando introducción al estudio de trabajo (oficina internacional del trabajo) de esta forma se determinó la cantidad de

número de ciclos para cada centro de trabajo, a continuación se muestra el número de ciclos obtenidos para cada centro de trabajo. Para más información (**VER APENDICE 10**)

Tabla 18.

*Número de ciclos para cada centro de trabajo*

<b>Numero de ciclos para alistamiento</b>	
<b>Centro de trabajo</b>	<b>Numero de ciclos</b>
<b>Cortadora de rollos</b>	8
<b>Trefilado</b>	5
<b>Litografía</b>	5
<b>Plastificado</b>	5
<b>Troquelado</b>	3
<b>Pegado y armado</b>	8
<b>Descartonado</b>	10

### **División de la tarea en elementos**

Para definir los elementos en los que se dividiría la operación se identificó los momentos de inicio y finalización del proceso de elaboración de las referencias seleccionadas con la elaboración del diagrama de flujo se puede observar todos los elementos y tareas de las mismas.

### **Cálculo del tiempo estándar**

Como herramienta para el proceso de cronometraje de los tiempos, se diseñó un formato (**VER APENDICE 11**). Luego se le aplicaron las valoraciones, los suplementos y se obtuvo el tiempo estándar de las operaciones. Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los tiempos estándar quedan consignadas en el (**APENDICE 12**).

### **Análisis la capacidad**

En esta etapa se calcularon las capacidades productivas por hora para cada centro de trabajo, con lo que se logró determinar la cantidad de unidades que se pueden fabricar en un tiempo

determinado. A continuación se muestra la tabla de la capacidad de la planta CARBOLSAS LTDA. Para más información (VER APENDICE 13)

Tabla 19.

*Capacidad en cada centro de trabajo de la planta de producción CARBOLSAS LTDA.*

<b>Capacidad de los centros de trabajo (laminas/turno)</b>								
	<b>Convertidora</b>	<b>Litografía</b>	<b>Troqueldora</b>	<b>Trefilado</b>	<b>Plastificado</b>	<b>Pegado</b>	<b>Decartonado</b>	<b>Empaque</b>
<b>Tiempo de alistamiento (min)</b>	0:20:57	00:41:25	00:49:48	00:45:54	00:41:03	00:17:54	00:10:12	00:00:00
<b>Producción (laminas/min)</b>	95,6	41,0	14,0	41,7	16,7	50,0	62,5	30,3
<b>Numero de tareas promedio por turno</b>	3	18	18	4	5	7	14	12
<b>Capacidad total (laminas/turno)</b>	39.879	87.540	21.080	12.360	4.588	17.735	51.068	43.632

### **Análisis de resultados**

Por medio del estudio realizado se evidencia que el área de TREFILADO, LITOGRAFIA Y TROQUELADO son las operaciones que tardan más tiempo en realizar su alistamiento (45:54; 41:25; 49:48 respectivamente), por otro lado se observa la capacidad de cada centro de trabajo, donde se evidencia el plastificado como el centro de trabajo con menor capacidad de producción (4588 láminas/turno) siendo el elemento restrictivo de la planta de producción, se cuenta con una sola máquina donde su proceso productivo se debe manejar de forma lenta para así generar un producto que cumpla con las características exigidas por el cliente y excelente calidad.

**3.3.6 Análisis Lista de Chequeo 5S's.** Esta metodología pretende implementar y mantener cada área de trabajo limpia y en orden, con el objetivo de facilitar el desarrollo de las tareas de cada operario brindado un espacio en condiciones de seguridad, calidad e higiene, y así lograr una mejora continua en la empresa.

Para llevar a cabo esta metodología se aplicó una lista de chequeo en cada una de los puestos de trabajo de la planta, en las cuales se entrevistó a 2 de cada 3 empleados que hay por máquina, al igual que a los jefes de producción de las respectivas áreas. También fue necesaria la identificación de problemas por medio de la observación de la planta en general.

La lista de chequeo que se presentó a los operarios se basa en una serie de preguntas de verificación en cuanto al compromiso a cada una de las S (seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke), donde el objetivo es verificar el grado de cumplimiento de las mismas. **(VER APENDICE 14).**

A continuación se presenta el estado inicial de las 5's en los centros de trabajo

Tabla 20.

*Nivel de cumplimiento en cada centro de trabajo.*

<b>Nivel de cumplimiento en los centros de trabajo (%obtenido)</b>					
<b>CENTRO DE TRABAJO</b>	<b>% Clasificar "SEIRI"</b>	<b>% Organizar "SEITON"</b>	<b>% Limpiar "SEISO"</b>	<b>% Estandarizar "SEIKETSU"</b>	<b>% Disciplina "SHITSUKE"</b>
<b>Corte</b>	43	58	39	78	39
<b>Impresión</b>	59	45	50	62	71
<b>Troquelado</b>	76	41	38	57	67
<b>Pegado y armado</b>	69	69	41	58	78
<b>Bodega</b>	79	37	31	45	69
<b>Promedio</b>	65	50	40	60	65

Nota: Lista de chequeo 5S's



Luego de analizar los resultados de la lista de chequeo y por medio de una previa observación se identificaron una serie de problemas que se clasificaron en cada una de las S:

✓ **SEIRI (clasificar): porcentaje de cumplimiento 65%**

Materia prima desordenada, materiales desorganizados, objetos que no son necesarios para desarrollar las tareas.



*Figura 26.* Área de corte “Cortadora de rollos”

Nota: CARBOLSAS LTDA.

Debido a estos problemas se dificulta la circulación de operarios en cada área lo cual puede ocasionar incidentes o más aún, un accidente laboral.

✓ **SEITON (ordenar) porcentaje de cumplimiento 50%**



*Figura 27.* Almacenaje de planchas (segundo piso)

Nota: CARBOLSAS LTDA.

Los operarios tardan tiempo en la búsqueda de herramientas y materiales que necesitan para la preparación de las máquinas generando retrasos en la finalización de las tareas, por lo tanto se presentan demoras en la entrega de producto terminado.

✓ **SEISO (limpieza) porcentaje de cumplimiento 40%**

Productos terminados y residuos de cartón en el piso obstaculizando los pasillos, generando una visualización antiestética.



*Figura 28.* Bodega de cajas de cartón

Nota: CARBOLSAS LTDA.

No utilizar los elementos de protección personal (EPP) puede causar enfermedades laborales, la falta de limpieza en cada puesto de trabajo puede generar estrés lo cual se conduce en demoras para la entrega de las tareas hasta pérdidas por imperfecciones en la misma.

✓ **SEIKETSU (estandarizar) porcentaje de cumplimiento 60%**

Las tintas que se requieren para la impresión (litografía) se encuentran destapados y en desorganización, lo que hace que se sequen generando un costo adicional para la empresa. Los recipientes de tintas se encuentran sin orden en el piso y estantes.



Figura 29. Almacenaje de tintes (segundo piso)

Nota: CARBOLSAS LTDA.

Se pueden presentar enfermedades o accidentes de trabajo, debido a que los mismos colaboradores no asumen responsabilidades.

✓ **SHITSUKE ( disciplina) porcentaje de cumplimiento 55%**

Los operarios no hacen uso de elementos de protección personal (EPP), a su vez no se cuenta con una disciplina de trabajo en equipo ni constancia de organización y limpieza. Por otro lado los operarios no cuentan con sentido de pertenencia por la empresa.



Figura 30. Área de corte

Nota: CARBOLSAS LTDA.

Tabla 22.

*Resumen Análisis 5S's*

<b>Tabla resumen análisis 5s's</b>	
<b>5ss's</b>	<b>Problema identificado</b>
SEIRI	<ul style="list-style-type: none"> <li>● En los puestos de trabajo se encuentra materiales, herramientas y objetos que no son de uso regular, ocupando espacio que puede ser aprovechado para ubicar los implementos necesarios para desarrollar las tareas en cada puesto de trabajo.</li> <li>● El piso se congestiona con los residuos de cartón y material terminado en cada puesto de trabajo.</li> <li>● No existe una correcta clasificación.</li> </ul>
SEITON	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Carece de señalización, demarcación, rotulación, entre otros que permitan ubicar, encontrar y regresar los materiales o herramientas al lugar de trabajo establecido.</li> <li>● No hay libre espacio por parte del personal para poder transitar libremente en la planta, ya que carece de organización constante en cada puesto de trabajo.</li> </ul>
SEISO	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Falta de limpieza en el puesto de trabajo tanto en las mesas como en el piso, presentándose residuos de material, tintes y colorantes, además de la presencia de objetos innecesarios.</li> <li>● No existe una inspección continua que incentive la limpieza en las áreas de trabajo.</li> </ul>
SEIKET SU	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No hay conciencia sobre el uso de los elementos de protección personal (EPP).</li> <li>● No existe un programa de limpieza para maquinaria y áreas de trabajo.</li> <li>● No se realizan capacitaciones adecuadas sobre el uso de la maquinaria lo cual representa un peligro para el operario que esté desarrollando esta tarea.</li> </ul>
SHITSU KE	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La mayoría de operarios no se responsabilizan por los riesgos a los que están expuestos por no utilizar los EPP ya que se sienten incómodos al hacer uso de los mismos.</li> <li>● Los operarios no presentan disciplina por mantener su puesto de trabajo en la forma adecuada.</li> <li>● La empresa no imparte la disciplina correspondiente de mantener en orden y limpieza los diferentes puestos de trabajo.</li> </ul>

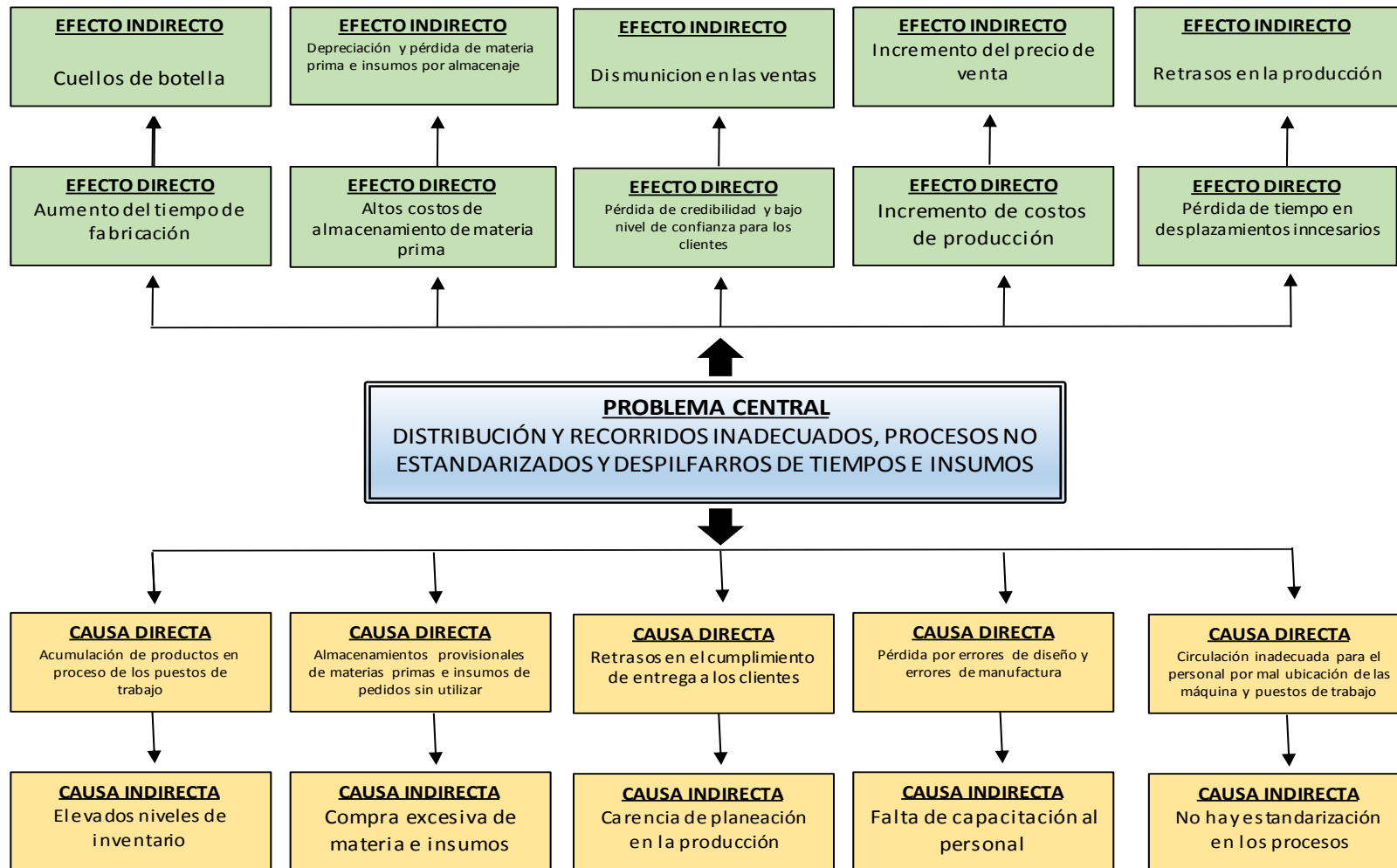


Figura 31. Árbol de problemas en el área de producción.

#### 4. Propuestas de mejora

Tabla 23.

*Causas y propuestas de disponibilidad de los espacios*

<b>Causa</b>	<b>Propuesta</b>
Existen materiales y productos terminados almacenados que no tienen ningún tipo de salida ocupando estanterías y áreas de almacenamiento.	Con el fin de evitar que se siga presentando el almacenamiento innecesario se debe realizar una identificación de las existencias actuales y así poder clasificarlos y depurar aquellos que son netamente innecesarios y reubicar aquellos que son de baja rotación.
Estantería escasa y en mal estado ocasionando que los materiales estén por los pasillos y afectando los mismos, además de congestionar la movilidad de los operarios.	Reparar y pintar la estantería que permitan el correcto almacenamiento y disposición de los materiales.
Los estantes no se encuentran rotulados ni identificados correctamente generando que los operarios pierdan tiempo a la hora de buscar el insumo y aumentar el desorden.	Demarcar los estantes y rotularlos de tal manera que los operarios puedan almacenar de manera ordenada y disponer de las materias primas de manera efectiva.
Las zonas de almacenamiento y centros de trabajo no se encuentran delimitados, ocasionando problemas de seguridad.	Demarcar los centros de trabajo y zonas de almacenamiento, además de instalar la cinta antideslizante para la rampa donde se transporta el producto en proceso.

#### **Área productiva.**

Este diagnóstico se basa en los elementos presentados en la recolección de datos obtenidos de diagramas de recorrido, diagrama de frecuencias de recorridos y resultados de capacidad adquiridos con el estudio de tiempos durante los procesos productivos en la planta de

producción, en la siguiente tabla se muestra las causas y propuesta de mejora para el área de producción.

Tabla 24.

*Causas y propuestas para la distribución de planta.*

Causa	Propuesta
La maquinaria utilizada en los procesos de transformación de materia prima se ha distribuido de manera arbitraria, incurriendo en desperdicios de tiempo y desplazamientos innecesarios en las maquinas implicadas en un proceso, que se han ubicado de forma distante al área que se destinó inicialmente para el desarrollo de determinado proceso.	Redistribuir la ubicación de los centros de trabajo junto con las maquinas utilizadas en los mismos, de acuerdo a las necesidades que existan de cercanía entre los elementos, y cumplan con las normas de seguridad para los operarios.
No se encuentran estandarizados los procesos de producción, ocasionando altos índices de complejidad en cuanto a la capacidad y planeación de la producción.	Realizar un estudio de métodos de trabajo para conocer, mejorar y estandarizar los procesos productivos en la planta de producción

#### 4.1 Plan para eliminación de despilfarros

**4.1.1 Problemática que se pretende atender.** De acuerdo con los resultados obtenidos de la lista de chequeo 5MQS, en el sistema productivo se presenta un alto índice de despilfarro y de todo tipo como son: tiempos improductivos, desperdicio de materias primas distribución de planta inadecuada, los cuales generan pérdidas económicas para la empresa y retrasos en la entrega de pedidos, por tal razón se propone la implementación de un programa para la eliminación de los mismos en vista de los resultados y la importancia que conlleva.

#### 4.1.2 Objetivos de la propuesta

- Reducir los despilfarros encontrado en el diagnóstico para cada uno de los siete tipos.
- Contribuir al mejoramiento continuo de la empresa, por medio del trabajo en conjunto de todas las personas en la empresa.
- Poner a disposición de los empleados las herramientas y el apoyo para realizar mejoras en el ámbito de sus procesos.

Tabla 25.

*Plan de implementación de eliminación de despilfarros.*

Actividades	Responsables	Presupuesto
Reunión con la gerente: Se realiza una reunión con la gerente en la cual se da a conocer la propuesta y el desarrollo de la misma.	Autores del proyecto	No se incurre en gastos.
Capacitación por áreas en la empresa: Se realiza una jornada informativa en cada una de las áreas de la empresa, donde se explica a los operarios los 7 tipos de despilfarro y como se pueden atacar. Esta jornada se lleva acabo con ayudas de poster, carteleras y folletos para cada uno de los operarios.	Autores del proyecto	El costo de los 50 folletos fue de \$3000.
Reorganización de rodillos entintadores para las litografías.  Se diseña una estantería para mejorar el almacenamiento y entrega de las bobinas en el área de impresión; esto se divide por referencias y tamaño para facilitar su búsqueda y evitar que se dañen.	Autores del proyecto	Costo de estantería fue de \$450.000  Costo de mano de obra \$250.000
Diseño de fichas técnicas y mantenimiento de las máquinas.	Autores del proyecto	No se incurren costos.

Actividades	Responsables	Presupuesto
Se elabora fichas técnicas para las Troqueladoras, impresoras, plastificadoras, pegadora, maquinas utilizadas en el proceso productivo de la empresa, las cuales se emplean para realizar un control y mantenimiento de las mismas.		
Seguimiento y control de la mejora. Se realizan visitas periódicas a la empresa para corroborar el cumplimiento de la metodología implementada.	Autores del proyecto	No se incurren costos.

### **Plan para la eliminación de despilfarros.**

- **Etapa 1: Reunión con la gerente**

Se realizó una reunión con la gerente, en la cual se le informó sobre la problemática en la que se encontraba la empresa, problemática que se soportó mediante el diagnóstico previo de cada una de las áreas de la organización, en donde se observaron desperdicios en cuanto a tintas, pegantes, plásticos (polipropileno) y la falta de cultura por parte de los empleados para ahorrar los materiales, en esta reunión se habló con la gerente sobre una serie de propuestas las cuales permitieron atacar estos problemas y mejorar la calidad en la empresa.

- **Etapa 2: capacitación por áreas en la empresa**

Con el objetivo de atacar los problemas en la empresa, es fundamental concientizar a los empleados que se están beneficiando con la empresa, es decir si todos trabajan como equipo esta será más productiva, por esta razón se realiza una campaña en CARBOLSAS LTDA, con la cual se pretende crear una cultura de ahorro en la empresa. En esta capacitación se da a conocer a los operarios la existencia de los siete tipos de despilfarros y como afectan estos la productividad de la empresa. Para apoyar esta campaña se diseñaron previamente poster alusivos a estos temas y

folletos, llamando los poster alusivos “7 PECADOS CAPITALES” (VER APÉNDICE 15) para cada uno de los operarios con el fin de que los operarios atendieran de forma más sencilla.

- **Etapas 3: Asignación de funciones**

Para llevar a cabo la campaña de ahorro de material se hace necesario delegar una persona encargada de registrar las salidas de tintas, plásticos y pegantes, este operario permanece en el cuarto de materias primas y por las áreas de la planta ya que adicional a la tarea de llevar un control, realiza actividades como preparar los pantones (tintas mezcladas), organizar los troqueles, llevar el insumo a los operarios. De esta forma se permite tener un control sobre el gasto de cada operario en cuanto a estos materiales.



*Figura 32.* Registro de salidas de tintas y plásticos.

- **Despilfarro de transporte**

Con el fin de minimizar los tiempos de transporte se hace necesario trasladar la maquina guillotina y la maquina plastificadora el cual debía desplazarse una distancia bastante amplia, con esta implementación los operarios de esta zona tendrán que desplazarse en menor proporción

al ubicar el producto para trefilar y plastificar. Todo esto se ve reflejado y por supuesto la disminución de tiempo y recorrido en la simulación que se hace en el numeral 5.

A continuación se presenta la nueva distribución de planta diseñada e implementada a partir del modelo de simulación, en donde, se resalta el cambio en la ubicación de la guillotina y plastificadora, además del diagrama de frecuencias que se encuentra en el **APÉNDICE 16**.

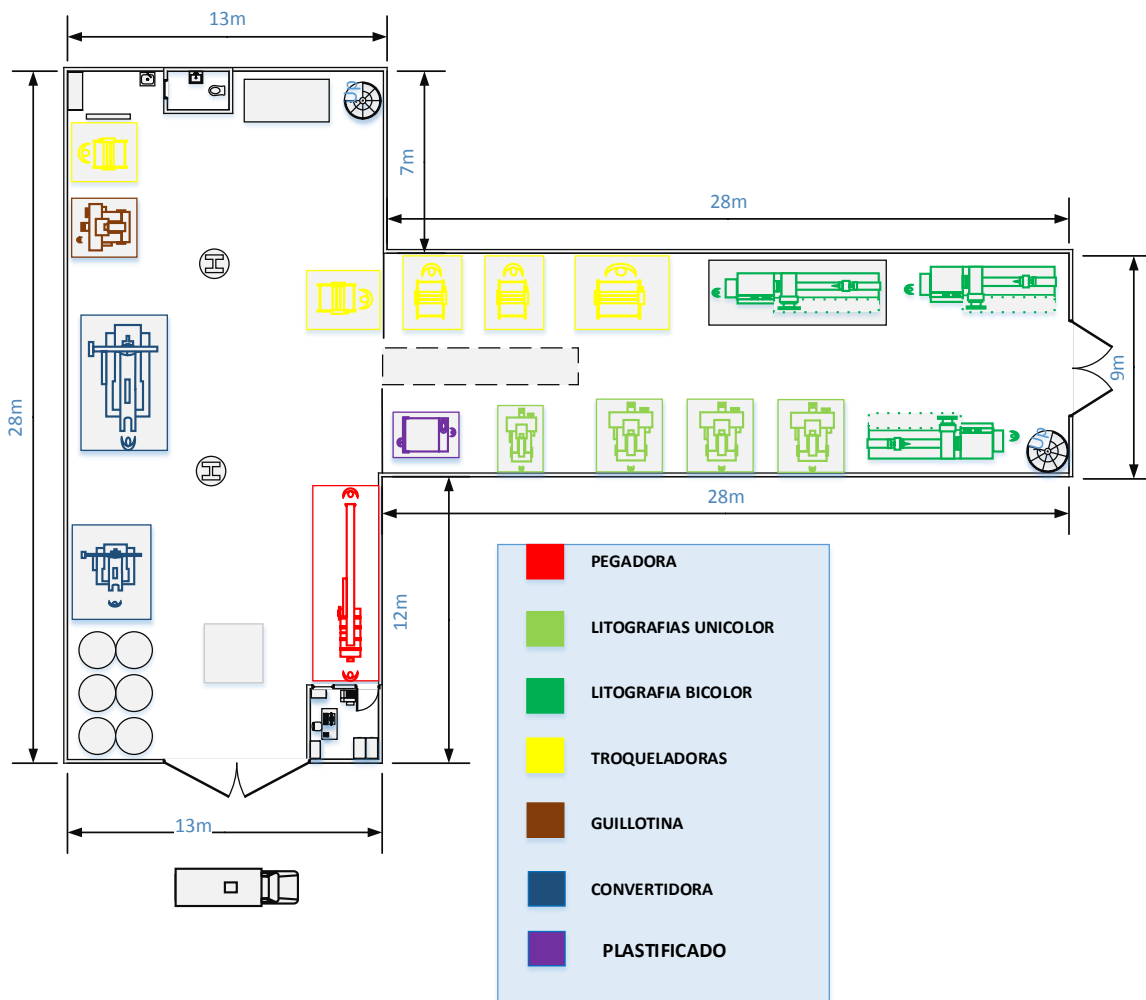


Figura 33. Nueva distribución de planta.

En el siguiente cuadro se observa la disminución de distancias en los desplazamientos con la mejora implementada.

Tabla 26.

*Desplazamientos centros de trabajo.*

	<b>distancia antes (por día)</b>	<b>distancia después (por día)</b>
Convertidora-Guillotina	185,64 metros	33,08 metros
Litografía-Plastificado	35,88 metros	22,55 metros

- **Etapa 4: elaboración de formatos para registro de materiales**

#### **Despilfarro materiales**

La campaña de ahorro se basó en tener conocimientos del consumo de tintas y plásticos de cada uno de los operarios por área, por esta razón se diseñaron una serie de formatos para registrar las salidas diarias y al final de cada mes registrar los consumos totales por cada empleado. Los formatos de registro se encuentran en el apéndice (**VER APÉNDICE 17**).

A continuación se muestra en la tabla la disminución del desperdicio de tintas (kg) gracias al control que se llevó mensualmente por parte de la persona que se encarga de suministrar los insumos a los operarios.

Tabla 27.

*Desperdicio de tintas luego de implementación*

Tintas	Diciembre (kg)	Enero (kg)	Febrero (kg)	Total(kg)	Valor kg (\$)	Total perdida trimestral (\$)
<b>Basicos</b>	7	4	8	19	\$18.900	\$359.100
<b>Rojo indio</b>	4	5	3	12	\$44.667	\$536.004
<b>Azul bronce</b>	5	6,32	4	15,32	\$46.000	\$704.720
<b>Rojo basico</b>	5,67	7	8	20,67	\$47.500	\$981.825
<b>Rojo pantone</b>	5	7	7,35	19,35	\$58.000	\$1.122.300
<b>Otro no basico</b>	6	3	11,22	20,22	\$49.042	\$991.629
<b>Pantones caros</b>	5	11,5	10,67	27,17	\$120.000	\$3.260.400
				<b>133,74</b>		<b>\$7.955.978</b>

**DESPILFARRO DIRECCION Y CALIDAD**

Se diseñó una interfaz donde de manera sencilla permite la transferencia de comunicación del departamento de producción y ventas, para esto se elaboró una herramienta ofimática con el objetivo de finiquitar los retrasos de producción por motivo de la transferencia de información (ordenes producción) en tiempo real.

A continuación se muestra el nivel de cumplimiento de entregas obtenido en un lapso de seis meses luego de la implementación de dicho sistema de información. (**VER APÉNDICE 18**)

Tabla 28.

*Cumplimiento de entregas luego de implementación*

Cumplimiento en las entregas	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
<b>Entrega realizadas</b>	275	389	405	356	134	245
<b>Entregas puntuales</b>	175	310	367	278	113	215
<b>% cumplimiento de entregas</b>	63.64%	79.69%	90.62%	78.09%	84.33%	87.76%

- **Etapas 5: diseño de fichas técnicas y mantenimiento de las máquinas.**

Con el fin de disminuir tiempos vacíos y paros en la producción debido a fallas de las máquinas, se diseñan las fichas técnicas de las maquinas (**VER APÉNDICE 19**) que ocasionan más inconvenientes y que a su vez no presentan mantenimiento alguno, pues solo se arreglan hasta que se presenta el daño; por ello se diseña un plan de mantenimiento preventivo el cual se describe de acuerdo a la máquina:

- **Convertidora:** Se cuenta con una maquina convertidora al inicio del proceso; se determinó que las fallas se presentaban debido a la falta de aseo y engrasado de la misma, a fallas en el estado de la conexión eléctrica. Por ello se acordó realizar un mantenimiento preventivo cada mes y medio, en donde se incluye el engrasado total de la máquina, cambio de piezas si es necesario y revisión de estado de conexión eléctrica de manera mensual.

- **Troqueladora:** Son maquinas de uso diario adquiridas aproximadamente hace 30 años, la cual se utiliza para la elaboración de las hormas de las láminas, los fallos en los que ha incurrido se presentan por falta de engrasado y mantenimiento preventivo, según el jefe de producción está próxima a que ocurra un daño de la misma, se planteó un mantenimiento semestral y así mismo un cambio de cuchillas cada 3 meses para evitar tiempos improductivos.

- **Litografía:** Son máquinas de uso diario adquiridas aproximadamente hace 30 años la cual se utiliza para imprimir las láminas, los fallos que ha tenido estas máquinas es por falta de limpieza y mantenimiento del motor, además de lubricar el sistema de tintaje.

- **Guillotina:** Es una máquina que requiere mayor grado de mantenimiento debido a que diariamente debe trefilar bastantes cantidades de láminas, el cual está desgastando las cuchillas y los engranajes. También la falta de aceitar y hacerle un aseo constante al sistema.

## 4.2 Implementación metodología 5S'S

**4.2.1 Problemática que pretende atender** Por medio del análisis lista de chequeo 5s's se identificaron falencias en las diferentes áreas de trabajo, evidenciándose problemas en cuanto a: condiciones de orden, limpieza y calidad, tiempos improductivos en búsqueda de materiales sin una ubicación fija objetos innecesarios en los puestos de trabajo y carencia de cultura por parte de operarios y administrativos, así mismo la falta de interés en la motivación de los empleados en temas relacionados con esta problemática.

### 4.2.2 Objetivos de la propuesta

- Capacitar a los empleados en metodología 5S'S y sus beneficios
- Promover en los trabajadores el mantenimiento adecuado de los espacios para el desarrollo de sus actividades.
- Establecer un orden para el almacenamiento de cierto tipo de materiales.
- Mejorar la seguridad y salud en los empleados de la empresa.

**4.2.3 Propuesta** Diseñar un conjunto de acciones para la aplicación de la metodología 5S'S desarrollada de la siguiente forma.

#### **Metodología.**

**Etapas 1: análisis y diagnóstico de la situación actual:** para dar comienzo a la ejecución del programa de 5S'S, fue necesario la realización de un diagnóstico, el cual se llevó a cabo a partir de una evaluación hecha a través de una planilla de verificación, este diagnóstico se encuentra en el numeral 3.3.5 del presente libro. La información resultante de la planilla, permitió hacer un

diagnóstico de la situación actual de la planta en cuanto al cumplimiento de las 5S'S, esto debido a que un programa de 5S'S se había implementado previamente en la empresa. Los resultados de este diagnóstico serán utilizados para compararlo con los resultados que se obtengan luego de su implementación, con el fin de evidenciar las mejoras alcanzadas e identificar las principales fallas.

**Etapa 2: diseño del programa de 5S'S.** El programa de 5S'S permite la formación de hábitos de limpieza y orden entre los trabajadores de la empresa, al utilizar esta técnica, se está enfocando en la implementación de las 5S'S para mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y solamente con lo necesario, además se estandariza lo que hacen los trabajadores de todas las áreas y promueve la disciplina y nuevos métodos de trabajo que permitan mejorar los resultados esperados en la empresa. En CARBOLSAS LTDA se planteó la necesidad de comprometer a todo el personal a realizar labores que contribuyan a mantener un ambiente de trabajo seguro y armonioso, por medio de la implementación del programa de 5S'S se busca mejorar los niveles de orden y limpieza, así mismo identificar oportunidades de mejora que minimicen los tiempos de búsqueda, cantidad de desplazamientos, reducir riesgos de accidentalidad entre otros beneficios. El programa se denominará "TRES MOSQUETEROS Y DOS COMPLICES", con el objeto de ser utilizada como una expresión de fácil recordación a todo el personal, así mismo como una característica del entorno natural en que la empresa se encuentra.

**Grupo de trabajo para el programa:** Con el fin de conformar el comité de programa del programa de 5S'S, se eligió previamente con la gerente, las personas que integran el grupo de trabajo, las cuales será el mismo grupo que conforma el Copasst de la planta de producción, este equipo será el encargado de la implementación y continuación del programa de 5S'S, el grupo se reunirá periódicamente y trabajarán en las diferentes estrategias del presente programa,

haciéndose responsables de los objetivos propuestos y de dar seguimiento a las actividades que lo requieran. La constancia de conformación y las funciones generales de este grupo de trabajo y que serán los mismos representantes del copasst se encuentra en el **APÉNDICE 20**. En la reunión que se realizó con los representantes del comité, se usaron medios visuales y para dar inicio a todos los asistentes se le entregó un plegable con información básica y sencilla sobre el programa “3 MOSQUETEROS Y 2 COMPLICES” (**VER APÉNDICE 21**). Una vez socializada la información, se dio espacio al debate y se aclararon dudas, como también se definió las herramientas a usar para la ejecución de la jornada de implementación.

**Etapa 3. Lanzamiento y divulgación del programa:** una vez obtenido el compromiso de la dirección para implantar el programa de 5S's y conformado el comité, se debe conseguir que todo el personal conozca sobre el programa y se comprometa con éste. Para este paso fue necesario hacer uso de las carteleras existentes en cada sección de la planta, colocando afiches alusivos al programa y cuáles son sus beneficios, además a los operarios de cada uno de los centros de trabajo se les comunicó del lanzamiento del programa, en qué consistía este y se solucionaron inquietudes. Así mismo y previamente a la jornada de la implementación de las tres primeras eses, se realizó una en la sala de conferencias donde se convocó a los operarios de cada centro de trabajo y también a los del área de bodega, dicha reunión tuvo como objetivos recordar los objetivos del programa, fundamentos teóricos de las tres primeras eses y las ventajas de su implementación y también se explicó cada una de las herramientas y pasos a seguir para su implementación el día de la jornada. Posteriormente se aclararon dudas y se dio espacio para las opiniones. (**APÉNDICE 22**)

**Etapa 4. Implementación del programa:** una vez terminada la etapa de lanzamiento y difusión del programa se dio paso a la implementación de las tres primeras eses de la planta.

**Implementación de la primera S: clasificar** El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios, por eso el primer paso consiste en identificar los elementos innecesarios, este proceso consiste en que los operarios hagan una revisión en sus puestos de trabajo, se concedió un tiempo de 30 minutos para que se evaluara el sitio de trabajo y así poder hacer con los elementos que no agregan valor una reubicación y los otros se eliminaron.



*Figura 34.* Implementación clasificar

**Implementación de la segunda S: ordenar.** Para la implementación de esta ese, se utilizó el resultado obtenido en la planilla general, sin embargo fue necesario la elaboración de una planilla de acuerdo a las características de la planta (**APÉNDICE 23**), con el fin de recoger información sobre los mecanismos existentes para mantener el orden hasta ese momento, y para proponer las mejoras encaminadas en la implementación de esta ese. El formato de la planilla de verificación que se usó para este diagnóstico, se utilizara como una lista de chequeo para realizar el control periódico que permita revisar y recomendar estrategias con el fin de mantener esta ese, el comité será el encargado de diligenciar y analizar la información de esta planilla.

Como siguiente paso para la implementación del orden, se llevó a cabo la organización de los centros de trabajo, haciendo uso de control visual, y decidiendo donde guardar las cosas considerando su frecuencia de uso y acomodándolas de tal manera que faciliten la localización de manera rápida y sencilla. Para esta jornada se dio un tiempo de hora y media para que cada trabajador organizara su puesto de trabajo y se dio inicio a una retroalimentación para proponer mejoras con base a los requerimientos de cada puesto de trabajo.

**Implementación de la tercera S: limpiar.** Se pretende incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación y el orden de los elementos, para la implementación de esta se llevó a cabo una serie de pasos: primero, limpieza profunda, luego de la jornada de orden en los centros de trabajo se siguió con la limpieza en estos, donde además de limpiar el polvo y la suciedad en general, también se realizó una limpieza exhaustiva especialmente sobre cada máquina. Las actividades que se realizaron fueron: limpieza de suciedad, desechos, óxido, desengrasante, polvo de todas las superficies. Se eliminó toda la viruta y el retal, se desengrasó las máquinas, se retiró el polvo de los cajones, guarda equipos entre otras.



*Figura 35.* Limpieza en centros de trabajo

Como segundo paso fue la limpieza general, donde se realizó la limpieza en los pasillos la bodega y planta en general, esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar en la planta permanentemente y también de motivar a todo el personal en el proceso de implantación del programa de las 5S'S.



*Figura 36.* Limpieza zonas comunes

**Implementación de la cuarta S: estandarizar.** En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras eses, para esta ese, se realizó una exposición al personal, donde se mostraron beneficios alcanzados gracias a la implementación de las 3 primeras eses. Se crearon mecanismos de control para realizar el seguimiento al programa. La ficha 5S's en el apéndice 24, está la ficha para cada uno de los centros de trabajo, en el mismo formato se encuentra una lista de control de auditorías con el fin de realizar auditorías mensuales por parte del comité a los puestos de trabajo.

**Implementación de la quinta S: disciplina.** La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y usar correctamente los estándares ya establecidos, se mide por medio del cumplimiento de los compromisos adquiridos, debido a que el compromiso de todos es fundamental para la implementación de esta ese, se desarrolló una reunión con la dirección de la

empresa y el comité, donde se dejaron establecidas las bases para darle continuidad al programa en todas las áreas de la planta.

**Etapa 5: Evaluación y seguimiento.** Una vez terminada las etapas para la implementación del programa, se evaluaron los resultados con base en los mecanismos de control previamente diseñados, se recopilaron datos durante los 3 meses siguientes a su implementación. En la tabla 26 se muestran los resultados obtenidos en las auditorias (**VER APÉNDICE 25**).

Tabla 29.

*Resultado auditoria programa 5S'S*

	Seleccionar	Ordenar	Limpiar	Disciplina	Estandarizar	Total
<b>Diciembre</b>	68%	53%	43%	61%	66%	58,2%
<b>Enero</b>	75%	58%	50%	66%	73%	64,4%
<b>Febrero</b>	91%	88%	73%	75%	82%	81,8%



Figura 37. Control de cumplimiento del programa 5S's



*Figura 38.* Antes y después del cuarto de materias primas

Se puede concluir que una vez implementada el programa de 5S el porcentaje de cumplimiento total del programa tuvo un comportamiento ascendente durante los meses evaluados, sin embargo se presentaron aspectos restrictivos tales como:

- Clima organizacional desfavorable causado principalmente por el descontento de los operarios respecto a las condiciones de trabajo, por tal motivo los operarios no siempre disponían del tiempo para la realización de las jornadas del programa.
- Falta de compromiso a nivel de mandos medios, es decir los coordinadores del proceso no se involucraban constantemente en las actividades desarrolladas pues se encontraban realizando otras labores.
- No se pudo encontrar fácilmente entre los operarios líderes del programa que velaran por su cumplimiento e inspirarán entusiasmo con el cumplimiento y ejecución de las actividades encaminadas a la implementación de las 5S.

Durante el proceso de implementación se consiguió:

- Eliminación más de 80 kilos de chatarra, la cual fue vendida y su dinero sirvió para otros beneficios de la planta.

- Se consiguieron mejoras locativas como arreglo de pisos, paredes, goteras y demarcación de zonas.
- Se acondicionaron las mesas de trabajo con el fin de mantener ordenada la herramienta y también se movieron más cerca a los centros de trabajo respectivos.
- Contribuyo al mejoramiento del ambiente de trabajo pues permitió una mejor comunicación y bienestar de los operarios, pues las ideas que surgieron de ellos fueron las que se usaron para las actividades realizadas.
- Se colocaron señales indicadoras cerca a cada una de las operaciones.

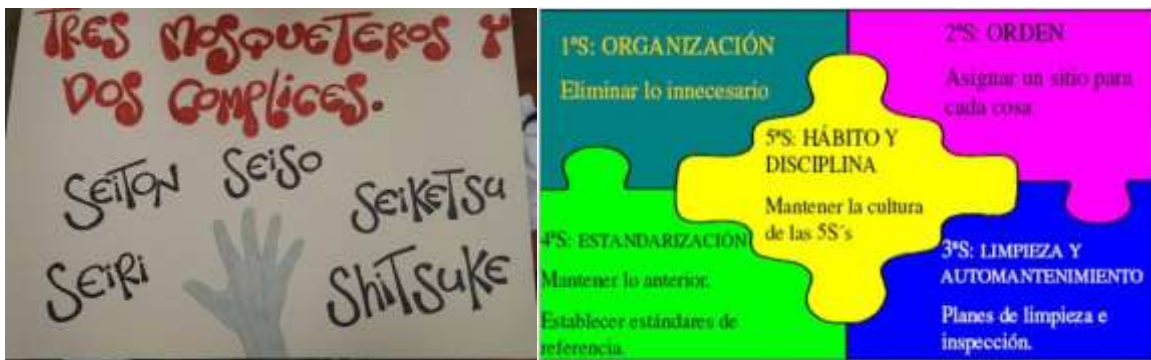


Figura 39. Señalización centros de trabajo

Clasificación de herramientas según su nivel de uso dentro del centro de trabajo y para cada operación del proceso.



*Figura 40.* Clasificación de herramientas.

Se estandarizo la distribución de los centros de trabajo generando mayor orden y comodidad para los operarios.



*Figura 41.* Distribución centros de trabajo

- La visualización de los estantes para mayor facilidad de búsqueda en los troqueles.



*Figura 42.* Demarcación de estantes y numeración de troqueles.

- Estantes de tintas pintados y rotulado de tal manera que los operarios puedan almacenar de manera ordenada y disponer de las materias primas de manera efectiva.



*Figura 43.* Demarcación de estantes.

- Durante el diagnóstico realizado en el área de producción, se observó que las estibas se encontraban en desorden. (ver figura 44).



*Figura 44.* Estibas sin ordenar

Para lograr una mejor disposición espacial, se estableció un lugar en la planta para depositar las estibas que no contengan material en proceso o producto terminado (parte derecha de la entrada principal, al lado del almacenamiento de bobinas de cartón), ver figura 45, el personal encargado de ubicarlas en el sitio, es aquel que haga uso de la misma.



*Figura 45.* Estibas apiladas

- Se destinó un lugar específico a la estantería para cada tinta establecido por color, ubicando los rodillos en los lugares específicos para su almacenamiento y ordenando y

reubicando los elementos que no pertenecen al almacén. El costo de estos estantes se puede observar en la tabla 25.



Figura 46. Estante de rodillos Entintadores

### 4.3 SMED

**PROPUESTA:** Por medio de esta técnica se busca disminuir el tiempo que no agrega valor al proceso debido al cambio de herramientas necesario para cambiar de un tipo de producto a otro.

#### Objetivos:

- Reducir el tiempo de preparación y convertirlo en tiempo productivo.
- Optimizar los cambios, contribuyendo al logro de la flexibilidad en el sistema.
- Mejorar en el tiempo de entrega del producto.

#### Metodología.

**Eta 1: Diagnóstico de la operación:** Se realizó un diagnóstico detallado de las operaciones de preparación, puesta a punto y desmontaje del recurso cuello de botella, (TROQUELADO, LITOGRAFÍA), esta operación es realizada por tomos que tienen como particularidad la utilización de varias herramientas e instrumentos de medición, lo cual hace que el tiempo de

ejecución para estas actividades sean una cifra considerable, con el fin de cumplir esta etapa se realizó una toma de tiempos, (ver apéndice 7) y varias entrevistas con los operarios y coordinadores. Con base en lo anterior se encontró que:

- Cada operario tiene su propio método de trabajo.
- El montaje es realizado por la persona que ejecutará la operación.
- La mesa de trabajo esta distante a la máquina.
- En el momento de la preparación se presentan varias búsquedas de herramientas debido a que no se traen junto a la máquina todas las herramientas necesarias y a medida que se necesitan se van buscando y trayendo.
- El tiempo de ciclo de la máquina depende de la longitud de la pieza a mecanizar, por lo tanto este valor es variable.

Para la implementación de esta herramienta, se realizó una jornada de capacitación con los involucrados es decir los operarios de impresión y troquelado, que a su vez conformarían el grupo de trabajo para la implementación de esta metodología, este entrenamiento se basó en dar a conocer la importancia de la reducción de los tiempos de montaje en todo el sistema productivo recalcando el resultado en el aumento de productividad y en la flexibilidad del sistema productivo, luego se realizó una identificación de todas las actividades involucradas en la operación de alistamiento de la máquina y como resultado de la reunión se elaboró el diagrama de flujo del proceso de alistamiento. (Ver apéndice 26).

**Etapa 2: Separación de elementos internos y externos:** Consiste en clasificar las actividades internas y externas, con base en la información recolectada en la etapa 1, para tal fin se realizó un cuadro (Ver apéndice 27) donde para cada elemento de la operación se identifica si

la máquina esta parada o no, se determina si la operación es interna o externa y se registra el tiempo de duración. Ver tabla 30 y tabla 31.

Tabla 30.

*Actividades internas y externas “Troquelado”*

	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (min)</b>
<b>Actividades externas</b>	14	8,56
<b>Actividades internas</b>	41	34,41
<b>Total</b>	55	42,97

Tabla 31.

*Actividades internas y externas “Litografía”*

	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo (min)</b>
<b>Actividades externas</b>	16	8,26
<b>Actividades internas</b>	61	29,48
<b>Total</b>	77	37,74

Según la figura 47, en el centro de trabajo de troquelado se encontró que el 74,55 % de las actividades se realiza mientras la máquina esta parada es decir; se ejecutan como actividades internas, mientras que solo un 25,45% se realizan con la máquina operando, mientras que en la figura 48 en el centro de trabajo de litografía se encontró que el 79,22% de las actividades se realiza mientras la máquina esta parada, es decir, se ejecutan como actividades internas, mientras que tan solo un 20,77% se realiza con la máquina operando; con base en lo anterior se puede concluir que el proceso, montaje y desmontaje en su mayoría están utilizando tiempo improductivo tanto para la máquina como para el proceso es decir esta operación está compuesta principalmente por el desarrollo de actividades de tipo internas.

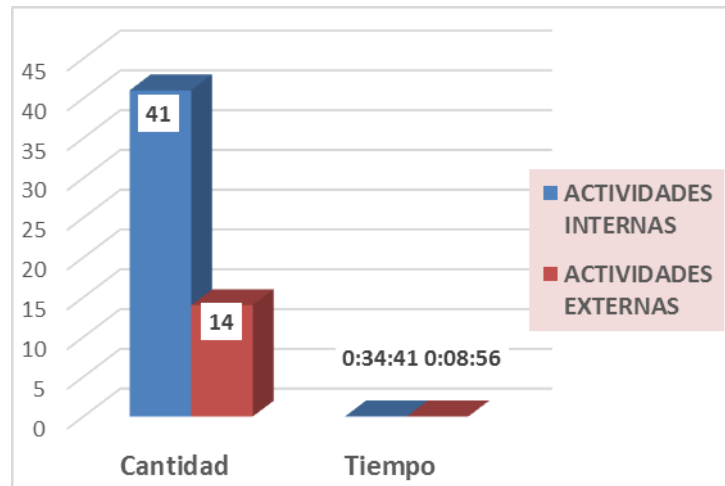


Figura 47. Actividades internas vs externas “TROQUELADO”

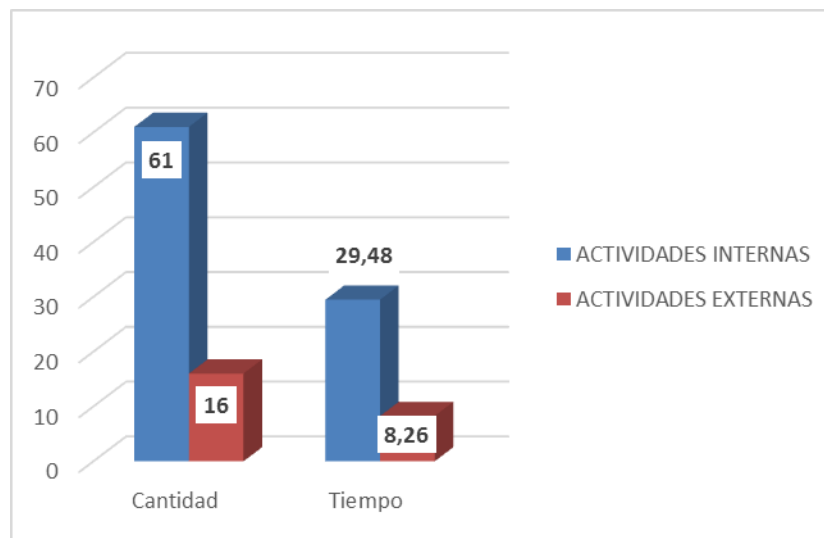


Figura 48. Actividades internas vs externas “Litografía”

**Etapa 3. Conversión elementos internos en externos (TROQUELADO) :** consiste en convertir actividades internas en externas, observando y analizando las funciones y propósitos de cada operación, considerando los resultados de la primera y segunda etapa y con base en el diagrama de flujo se redefinen las actividades que erróneamente se están considerando como

internas y eliminando las no necesarias. Con el objetivo de cumplir el propósito de esta etapa, se implementan las siguientes acciones de mejora.

- Se estandarizó que el operario anteriormente mencionado (numeral 4.1 Etapa 3 asignación de funciones) debe llevar los insumos y materiales a dicho centro de trabajo con anterioridad (es decir cuando el operario este realizando el trabajo anterior); y a su vez estará en contacto directo con el operario para el recalce de cualquier otro insumo o material a necesitar.

- Se redistribuyó las mesas de trabajo con el fin de tener un mejor acceso a los insumos y materiales necesarios para el alistamiento de la máquina; por otro lado se rediseño y cambio de ubicación los tableros de herramientas en este centro de trabajo.

- Se incurrió en la compra de herramientas básicas (espátulas y rodillos) con el fin de optimizar el proceso y disminuir el tiempo de remoción de makrey modificando la espátula que normalmente utilizan de 3 pulgadas a espátula de 5 pulgadas y rodillos de diversos tamaños.

- Se estandarizo que la revisión y ajuste del grafado (guías donde descansa el troquel en la plancha de la máquina) debe realizarse una única vez de manera apropiada para así no incurrir en reprocesos.

**Conversión elementos internos en externos (LITOGRAFIA):** consiste en convertir actividades internas en externas, observando y analizando las funciones y propósitos de cada operación, considerando los resultados de la primera y segunda etapa y con base en el diagrama de flujo se redefinen las actividades que erróneamente se están considerando como internas y eliminando las no necesarias. Con el objetivo de cumplir el propósito de esta etapa, se implementan las siguientes acciones de mejora.

- Se estandarizó que el operario anteriormente mencionado (numeral 4.1 Etapa 3 asignación de funciones) debe llevar los insumos y materiales a dicho centro de trabajo con

anterioridad (es decir cuando el operario este realizando el trabajo anterior); y a su vez estará en contacto directo con el operario para el recalce de cualquier otro insumo o material a necesitar.

- Se redistribuyó las mesas de trabajo con el fin de tener un mejor acceso a los insumos y materiales necesarios para el alistamiento de las máquinas litográficas; por otro lado se rediseño y cambio de ubicación los tableros de herramientas en este centro de trabajo.

- Se establece que los operarios utilicen guantes de látex para no ensuciarse las manos con tintas y no dañar las láminas que están listas a imprimir, y así evitar de ir al baño y gastar tiempo en el trayecto de ida y vuelta.

- Se incurrió en la compra de una herramienta básica como es la esponjilla de diversos tamaños, con el fin de optimizar el proceso y disminuir el tiempo de remoción de tinta.

En el apéndice 28 se muestra la conversión de los elementos y los tiempos para cada operación en el centro de trabajo de troquelado y litografía, que se obtuvieron al implementar las mejoras mencionadas anteriormente, las cuales contribuyeron al logro de eliminar actividades y de pasar actividades internas a externas.

**Etapas 4: Mejoramiento de los elementos:** Con el objetivo de estandarizar y dar a conocer las mejoras implementadas en la etapa anterior se socializa con los operarios del centro de trabajo de troquelado y litografía, las nuevas actividades que se desarrollan en la metodología y las etapas.

## 5. Simulación

### Simulación Carbolsas – Flexsim

Después de realizar la propuesta para el nuevo layout de la planta se decide llevar a cabo una simulación con el software *Flexsim* para comparar los tiempos de producción obtenidos para tres lotes de productos tanto con la distribución antigua como con la propuesta.

Para efectos de la simulación, es decir, para poder hacer una comparación precisa se decide que en ambos escenarios se van a producir 3 lotes de 500 cajas cada uno, además, cada lote difiere en su proceso de producción, tal y como se ve observa en la figura 49.

Entonces, el producto A (representado en la simulación con cajas de color rojo) es una caja que requiere plastificación, es decir, es una caja destinada para el transporte y almacenamiento de comida, además, este modelo lleva impreso un logo de dos colores, por ende, se hace uso de la litografía grande con capacidad para impresión de dos colores al mismo tiempo.

En cuanto al producto B, (representado en la simulación con cajas de color verde) este no necesita el proceso de plastificado pero sí necesita el proceso de pegado, el logo impreso es unicolor y se utilizan litografías sencillas.

El producto C, (representado en la simulación con cajas de color azul) no necesita ni plastificado ni pegado, el resto de operaciones son compartidas por los 3 productos.

Cabe aclarar que los tiempos utilizados para la simulación de los dos escenarios son los tiempos promedio obtenidos en el estudio de tiempos realizado en el actual proyecto, a pesar del

comportamiento determinístico al utilizar tiempos promedio, éstos son suficientes para obtener conclusiones confiables ya que la finalidad de la simulación es comprobar si es o no es efectiva la nueva distribución propuesta para la planta. (Ver apéndice 29)

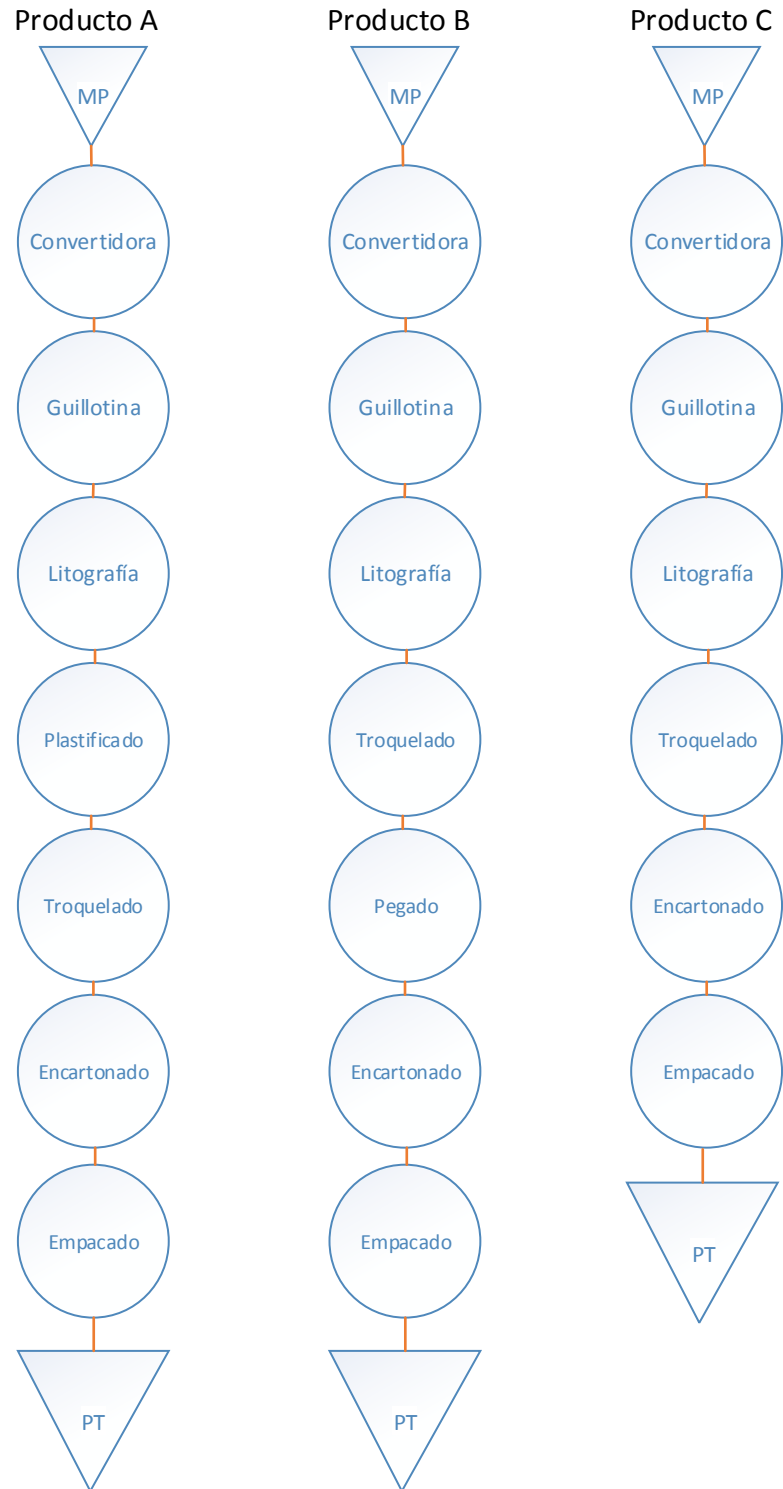


Figura 49. Diagrama de proceso de los tres productos

## 5.1 Conceptualización del problema de simulación planteado

### Consideraciones de la simulación

En cuanto al transporte de las unidades de producto a través de la línea de producción, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Los productos se mueven a la línea de producción por lotes, es decir, las 500 unidades de materia prima llegan a la convertidora y se procesan una a una, una vez se han procesado las 500 unidades se transporta el lote completo hasta la trefiladora y así sucesivamente.
- El transporte de la máquina anterior a la siguiente es realizado por el operario de la máquina anterior.

Debido a que el transporte se hace por lote de producto pero cada máquina procesa una unidad a la vez, se decide implementar filas antes y después de cada proceso para el manejo efectivo del producto en proceso en el software.

### Eventos

- Llegada de la materia prima necesaria para la fabricación de los 3 productos, es decir, 500 unidades de materia prima para cada uno de ellos.
- Llegada de lotes de producto a cada estación de trabajo.
- Salida de lotes de producto de cada estación de trabajo.

### Entidades

- Materia prima que llega al sistema, a pesar de que esta es una entidad dinámica puesto que depende de los pedidos de los clientes, en esta simulación se tiene una cantidad pre establecida.

- En cuanto a los recursos, se mencionan los equipos disponibles (maquinaria) para la realización de las actividades además del recurso humano para las operaciones manuales. En la simulación cada máquina es manejada por un operario único.

### Atributos

- Tiempo de permanencia en el sistema de cada unidad de producto.

## 5.2 Medidas de efectividad a estudiar

- Tiempo total empleado (incluye recorridos dentro de la planta) para la producción de todo el pedido, es decir, de los 3 lotes de productos.

A continuación se presentan algunas capturas del montaje de la simulación.



Figura 50. Layout anterior empresa CARBOLSAS – Flexsim

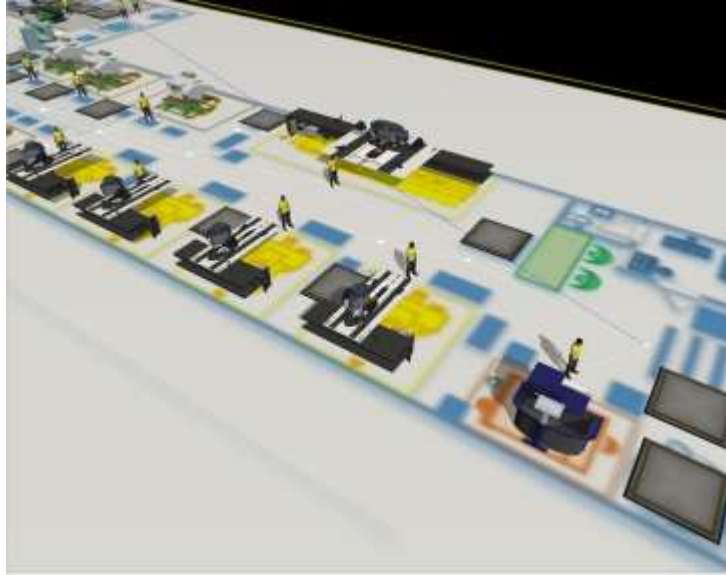


Figura 51. Layout anterior empresa CARBOLSAS – Flexsim

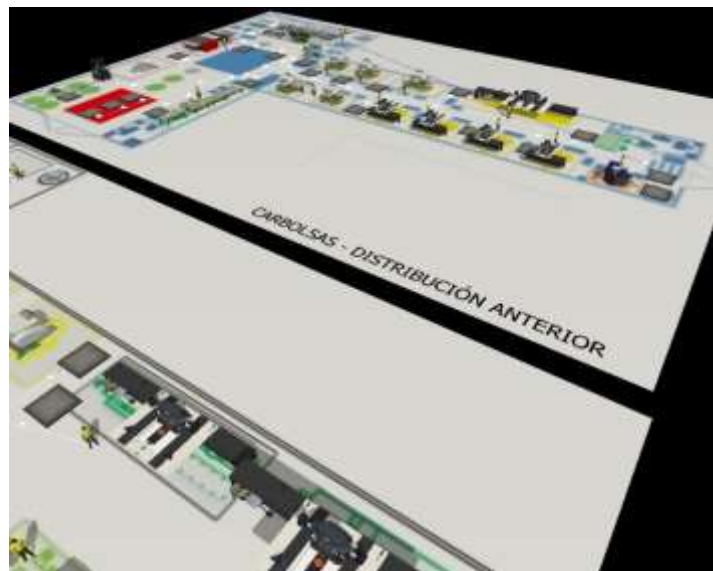


Figura 52. Layout anterior empresa CARBOLSAS – Flexsim

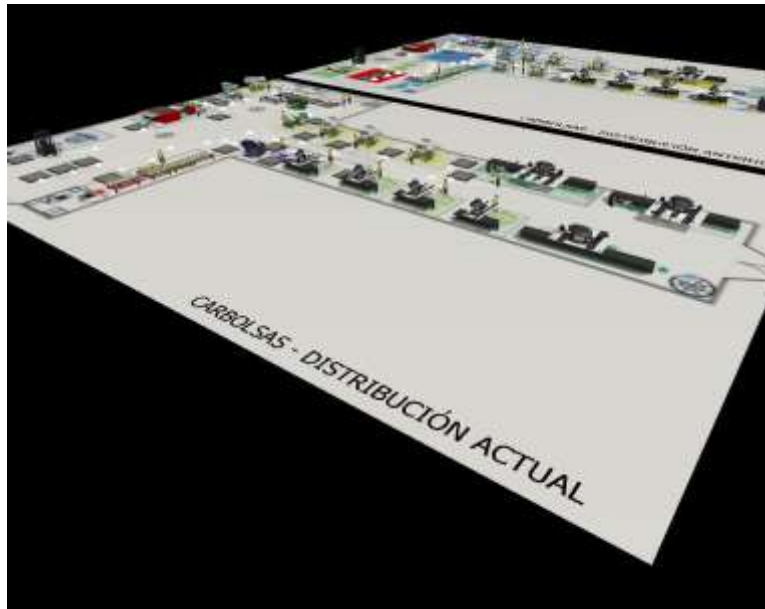


Figura 53. Layout actual (propuesto) empresa CARBOLSAS – Flexsim

### 5.3 Resultados de la simulación

Una vez realizado el montaje de cada uno de los escenarios con sus respectivos cambios se procede a programar la ruta de operación de cada uno de los lotes, luego se pone en marcha la simulación sin un tiempo definido, puesto que ésta es la variable de interés, es decir, en cada escenario se corre la simulación y se determina cuánto tiempo se demora la producción de los tres lotes de producto mencionados anteriormente.

A pesar de que la simulación se basó únicamente en la producción de 3 lotes de determinados productos mientras que en el movimiento actual de la empresa, los pedidos y variación en los procesos son muchos más, bastó para comprobar que la distribución de planta propuesta por los autores del actual proyecto ofrece mejores resultados en cuanto a los tiempos de producción.

La mejora en los tiempos de producción se le atribuye única y exclusivamente a la nueva distribución de la planta, puesto que los tiempos de proceso utilizados en cada estación son

determinísticos, así que la mejora observada se debe a los menores y más efectivos recorridos en el transporte dentro de la planta.

## **6. Indicadores de gestión**

Con el objetivo de conocer el impacto que tuvieron las mejoras implementadas durante el desarrollo del proyecto se plantearon una serie de indicadores que permiten a la empresa ver el comportamiento de forma cuantitativa y gráfica. A continuación se observa el desempeño antes y después de la implementación.

### **6.1 Análisis de 5S'S después de la implementación.**

Después de aplicarse el programa de 5S'S "3 MOSQUETEROS Y 2 CÓMPLICES" se concluye que la planta de producción aumentó mes a mes el nivel de cumplimiento de estas durante el periodo de Diciembre, Enero y Febrero.

En las siguientes tablas se muestran los resultados e porcentajes del seguimiento, luego del programa de implementación 5S's que se llevó mes a mes que se da inicio al mes de Diciembre y se evaluó hasta Febrero.

Tabla 32.

*Seguimiento de la implementación 5s's en el mes de DICIEMBRE.*

	<b>% Resultado Diagnostico</b>	<b>% Resultado mejora Diciembre</b>	<b>% Mejora</b>
<b>Seleccionar</b>	65	68	4,41
<b>Ordenar</b>	50	53	5,66
<b>Limpiar</b>	40	43	6,98
<b>Disciplina</b>	60	61	1,64
<b>Estandarizar</b>	65	66	1,52
		Promedio	4,04%

Tabla 33.

*Seguimiento de la implementación 5s's en el mes de ENERO.*

	<b>Resultado Diciembre</b>	<b>Resultado mejora Enero</b>	<b>% Mejora</b>
<b>Seleccionar</b>	68	75	9,33
<b>Ordenar</b>	53	58	8,62
<b>Limpiar</b>	43	50	14,00
<b>Disciplina</b>	61	66	7,58
<b>Estandarizar</b>	66	73	9,59
		Promedio	9,82%

Tabla 34.

*Seguimiento de la implementación 5s's en el mes de FEBRERO.*

	<b>Resultado Enero</b>	<b>Resultado mejora Febrero</b>	<b>% Mejora</b>
<b>Seleccionar</b>	75	91	17,58
<b>Ordenar</b>	58	88	34,09
<b>Limpiar</b>	50	73	31,51
<b>Disciplina</b>	66	75	12,00
<b>Estandarizar</b>	73	82	10,98
		Promedio	21,23%

A continuación se muestra el indicador de la evolución del programa 5s's mes a mes obtenido con el promedio ponderado de cada una de las tablas mencionadas anteriormente.



Figura 54. Indicador de evolución 5S'S

## 6.2 Análisis 5MQS después de la implementación.

Análisis de despilfarro de materiales.

La selección de este indicador se basa en medir el cambio que tuvo luego de la implementación del control y seguimiento de las tintas.

Tabla 35.

*Indicador de mejoras desperdicio de tintas.*

	Diagnostico	Después de implementación	% mejora
<b>Costo desperdicio tintas (\$)</b>	\$11.599.613	\$7.955.978,24	31,41%

Además se observa gráficamente el comportamiento de la disminución del costo en cuanto al desperdicio de tinta, luego de la implementación y seguimiento mes a mes.



Figura 55. Comportamiento disminución de costo.

### 6.3 Análisis dirección y calidad.

El siguiente indicador nos muestra el mejoramiento en cuanto a las entregas oportunas de los pedidos de cajas de cartón hacia los clientes.

Tabla 36.

*Entregas oportunas de pedidos.*

	Resultado Diagnostico	Resultado con Mejora	% Mejora
<b>Distancia recorrida por día (m/día)</b>	2.179,54	1.843,56	15,42%

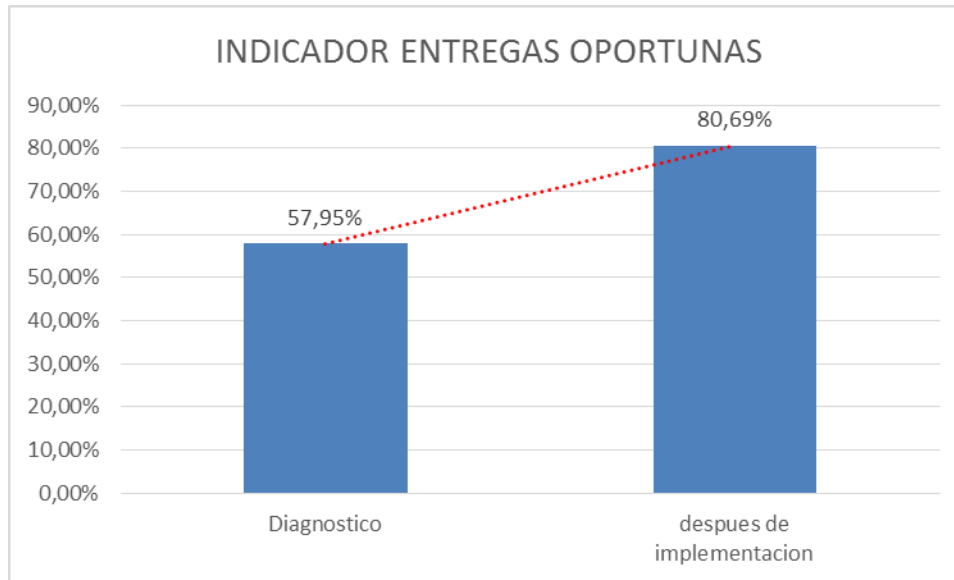


Figura 56. Indicador entregas oportunas.

#### 6.4 Análisis de métodos y tiempos.

Basándonos en la metodología de SMED atacamos las dos operaciones restrictivas del proceso de cajas de cartón (LITOGRAFIA Y TROQUELADO), donde se estandarizo y se mejoró el método de alistamiento con el fin de disminuir los tiempos de preparación y estandarización del mismo.

Tabla 37.

*Indicador disminución tiempo de alistamiento de troquelado.*

Tiempo preparación diagnostico (hh:min:s)	Tiempo preparación nuevo (hh:min:s)	%mejora
00:43:37	00:39:37	9,17%

A continuación en la siguiente figura podemos observar el indicador de muestra de tiempo de preparación del centro de trabajo de troquelado.

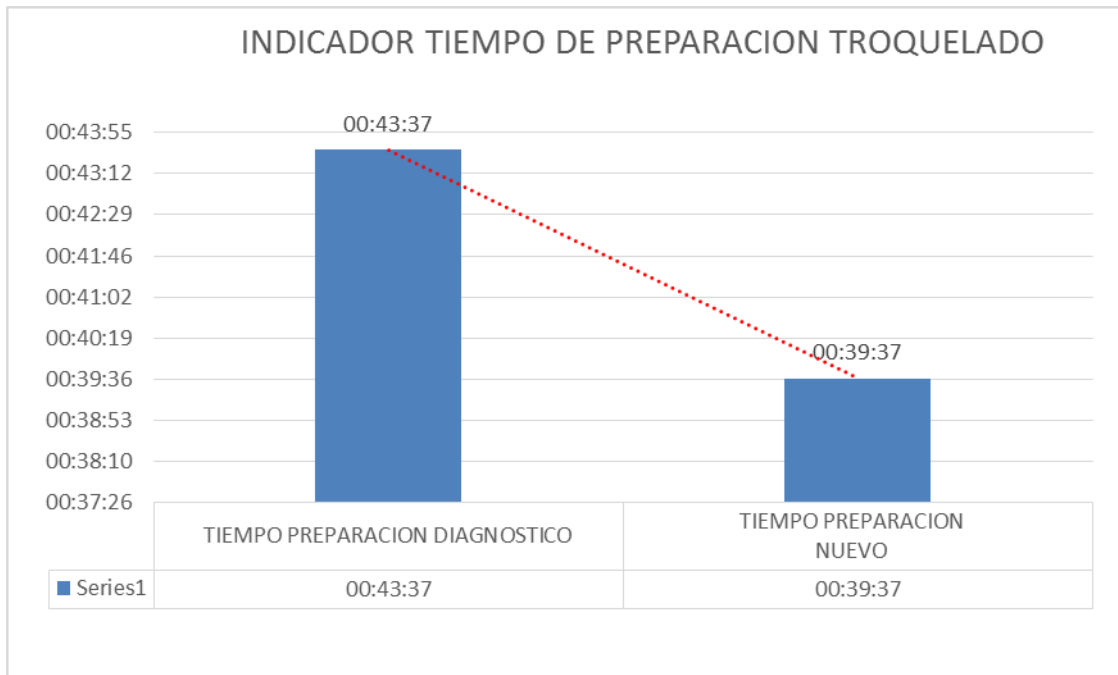


Figura 57. Indicador tiempo de preparación Troquelado

También se obtiene el respectivo indicador para el centro de trabajo de litografía.

Tabla 38.

*Indicador disminución tiempo de alistamiento de litografía.*

Tiempo preparación diagnóstico	Tiempo preparación nuevo	%mejora
00:38:14	00:34:34	9,59%

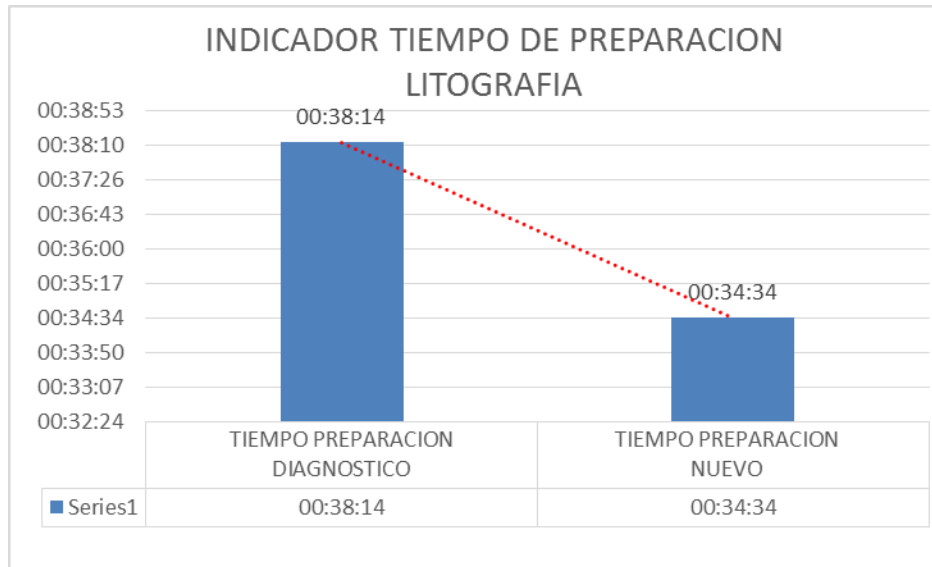


Figura 58. Indicador tiempo de preparación litografía.

### 6.5 Análisis distribución de planta.

Luego de que se hiciera el respectivo cambio de máquina de la guillotina y la maquina plastificadora, se observa en las siguientes tablas los cambios en cuanto a la distancia y tiempo, observando la mejoría que tuvo esta implementación y el porcentaje de evolución.

Tabla 39.

*Indicador mejora en distancia recorrida*

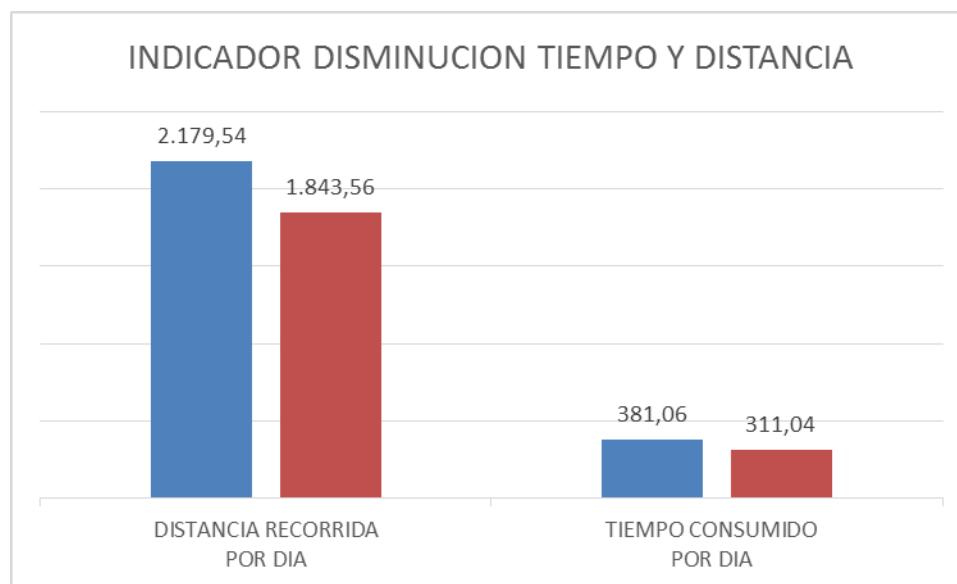
	<b>Resultado diagnostico</b>	<b>Resultado con mejora</b>	<b>% mejora</b>
<b>Distancia recorrida por día (m/día)</b>	2.179,54	1.843,56	15,42%

Tabla 40.

*Indicador mejora en distancia recorrida*

	<b>Resultado diagnostico</b>	<b>Resultado con mejora</b>	<b>% Mejora</b>
<b>Tiempo por día "min"</b>	381,06	311,04	18,38%

A continuación se observa el grafico de barras donde se compara el indicador.



*Figura 59. Indicador disminución tiempo y distancia*

## 7. Capacitación

Para cada una de las mejoras implementadas se realizó una actividad de capacitación con los miembros de la empresa, dando a conocer la información vital para el desarrollo de cada una, obteniendo siempre apoyo y colaboración por parte de todos los operarios y administrativos.

Las respectivas capacitaciones se elaboraron y ejecutaron a lo largo del proyecto, a continuación se muestra cada una de ellas (para profundizarla ver su respectiva ubicación).

- Programa 5 s's "campana tres mosqueteros dos cómplices" (Numeral 4.1.2 Etapa 2)
- Programa 5mqs "campana 7 pecados capitales" (Numeral 4.2.3 Etapa 2)
- Programa estandarización de procesos (litografía y troquelado) (Numeral 4.3 Etapa 1)
- Capacitación persona delegada de transporte de insumos y materiales a cada centro de trabajo. (Numeral 4.1.3 Etapa 3)

## 8. Conclusiones

- Se implementó el programa de las 5S'S “tres mosqueteros y dos cómplices” el cual obtuvo una variación mensual con respecto al diagnóstico en un 4,04% del mes de Diciembre, un 9,82% en el mes de Enero y un 21,23% del mes de Febrero , respecto a su estado inicial, permitiendo optimizar el tiempo de operación, mantener el orden y limpieza dentro de las áreas de trabajo y mejorar la seguridad, contribuyendo a la eliminación de desperdicios como los tiempos en búsqueda de herramientas y la identificación de riesgos por falta de señalización.
- En la simulación se colocaron todas las máquinas y elementos que existen en la planta a pesar de que no todas de ellas se utilizaron (puesto que el pedido simulado es relativamente pequeño), estas entidades sirven como apoyo visual en el proceso de simulación.
- En la corrida de simulación se obtuvo en el primer escenario con la distribución de planta antigua, un tiempo de producción de 484 minutos. Por otro lado, con la nueva distribución de planta, se redujeron los tiempos de transporte y desplazamientos entre los centros de trabajo; este tiempo se redujo a 454 minutos. Es decir, hubo una reducción en el tiempo de producción de 30 minutos, lo cual representa un 6,20%.
- La mejora en los tiempos de producción se le atribuye única y exclusivamente a la nueva distribución de la planta, puesto que los tiempos de proceso utilizados en cada estación son determinísticos, así que la mejora observada se debe a los menores y más efectivos recorridos en el transporte dentro de la planta.

- El uso de herramientas de análisis de procesos: diagrama de recorrido, diagrama de flujo, diagrama de frecuencias, diagrama de operaciones el análisis de indicadores, las listas de chequeos y la simulación fueron fundamentales ya que permitieron diagnosticar y conocer en detalle el funcionamiento del proceso productivo de cajas de cartón.

- Con base en los resultados obtenidos luego de la implementación y las herramientas utilizadas a lo largo del proyecto, se demuestra que todas estas herramientas es aplicable a todo tipo de organización y permite la consecución de procesos de producción flexibles, también es una buena alternativa para que las empresas sean competitivas, pues reduce las actividades que no agregan valor permitiendo organizaciones más flexibles ante los cambios, asimismo capacitar, comunicar e involucrar a las personas, permitiendo que estos asuman un compromiso activo dentro del proceso de implementación, pues a lo largo de todas las capacitaciones y reuniones aumentaron las sugerencias y la participación, de igual manera es necesario la inclusión y el apoyo de los directivos de la organización, de esta manera las mejoras permitieron aprovechar las oportunidades con que la empresa contaba y reducir los efectos de amenazas y debilidades.

- La metodología de la herramienta SMED en el recurso cuello de botella (TROQUELADO Y LITOGRAFIA) disminuyo los tiempos de preparación en un 9,17% en el centro de trabajo de troquelado y un 9.59% en el centro de trabajo de litografía, haciendo esta actividad más eficiente y controlada.

## 9. Recomendaciones

- Hacer seguimiento continuo a las mejoras implantadas a los operarios de la planta de producción CARBOLSAS LTDA, para verificar el cumplimiento de estas por parte de los operarios, de tal forma que se eviten problemas y de encontrarse alguno, encontrar alternativas de solución.
- Se recomienda a la empresa seguir con el uso de las herramientas implementadas para los sistemas de producción más ágiles con el fin de mejorar la trazabilidad de sus procesos productivos generando más eficiencia; así como la utilización de tecnología y el manejo de la información.
- Se recomienda seguir empleando a la persona delegada de suministrar los insumos y materiales de cada centro de trabajo, para no volver a incurrir en el gasto de tiempo en actividades que no agregan valor al producto final.
- Se debe continuar con las capacitaciones al personal con el fin de concientizar a cada uno de los trabajadores, sobre la importancia que implica el buen desarrollo de la medición y monitoreo de los indicadores cada cierto periodo de tiempo, con el fin de realizar ajustes oportunos que conlleven al mejor desempeño de la organización.
- La motivación es un factor importante para el desarrollo efectivo del sistema productivo, por lo tanto, se recomienda a la dirección establecer programas de motivación e incentivos al personal de la empresa, con la finalidad de dar continuidad al programa de mejoramiento del área producción, teniendo en cuenta sus sugerencias y aclarando todo tipo de inquietudes.

- Se recomienda que periódicamente los indicadores sean evaluados, junto con sus posibles causas para que las decisiones que se tomen sean proactivas y apoyadas con la colaboración de los empleados que pertenecen a los diferentes procesos.

- Contar con una página web actualizada, donde se exponen las nuevas colecciones elaboradas por la empresa, además da la oportunidad de ofrecer sus productos internacionalmente, incrementando así, la imagen de la organización. Sin embargo, se recomienda enfocar la herramienta hacia el marketing, a manera de posicionarla estratégicamente en el sector.

### Referencias Bibliográficas

- Adam, E., & Eberet, R. (s.f.). *Administración de la producción. 4 ed.* . Prentice Hall.
- Bufa, E. (1992). *Administración de la Producción y de las Operaciones* . México: Limusa.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (s.f.). *Descripción actividades económicas*. Recuperado el 14 de Octubre de 2016, de <http://linea.ccb.org.co/descripcionciiu/>.
- Carbolsas. (s.f.). *Quienes somos*. Recuperado el 18 de Octubre de 2016, de <http://carbolsas.com/quienes-somos>
- Cely Ramírez, K. (2008). *Mejoramiento del sistema productivo de la empresa de calzado ARISTON SPORT. (Proyecto de grado) Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga*. Obtenido de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/handle/123456789/4984>
- Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (s.f.). *Administración de producción y operaciones.* . McGraw Hill .
- Colmenares León, J. M. (2015). *Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Carlo Valdini*.
- Espinosa Guerra, G. P. (2011). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos en las áreas de pesada menor y premezclas en ITALCOL Girón* . Obtenido de [http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/pa\\_detalle\\_matbib.jsp?parametros=175426%20|1|1.<a](http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/popup/pa_detalle_matbib.jsp?parametros=175426%20|1|1.<a)
- Garavito Hernandez, E. (s.f). *Sistemas de almacenamiento. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Diseño de plantas*. Recuperado el 4 de Abril de 2016, de

<http://torcaza.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/Sistemas%20de%20Almacenamiento.pdf>

Infotep. (2010). *Manual para la implementación sostenible de las 5S. 2ed.* Santo Domingo: RD.

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (s.f.). *Administración de operaciones Producción y cadena de suministros. 13 ed.* . McGraw-Hill.

López, C., & Niño, R. (s.f.). *Plan de mejoramiento del sistema logístico de la empresa Carbolsas Ltda.*

Niebel, B. (1996). *Ingeniería industrial. Estudio de tiempos y movimientos.* Alfa omega.

Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición.* México D.F.: Mc. Graw Hill. .

Ortiz Pimiento, N. R. (1999). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa.* Bucaramanga: UIS.

Render, B., Ralph, S., & Hanna, M. E. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios. En: modelos de control de inventarios. Novena ed.* México: Prentice Hall.

Suzaki, K. (1998). *he New Manufacturing Challenge. Techniques for Continuous Improvement.* N.Y Free Press.

Unavdocs . (2010). *Distribución en planta.* Recuperado el 14 de Septiembre de 2016, de [https://unavdocs.files.wordpress.com/2010/10/diego\\_mas\\_distribucion\\_en\\_planta.pdf](https://unavdocs.files.wordpress.com/2010/10/diego_mas_distribucion_en_planta.pdf)

Universidad de Simon Bolivar. (s.f.). *Gestión de la producción.* Recuperado el 2 de Abril de 2016, de <http://prof.usb.ve/nbaquero/USB%20Gestion%20Inventarios.pdf>

# Apéndices

(Ver documentos adjuntos)