

**Plan de Mejoramiento de los Procesos de Producción de la Empresa Carlixplast S.A.S**

**Karen Edith de la Hoz Quitián  
Karen Yurieth Villamarín Viasús**

**Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director**

**William Eduardo Vargas Ruiz  
Magíster en Dirección de Operaciones y Calidad**

**Tutor**

**Carlos Javier Calixto  
Ingeniero Financiero**

**Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ciencias Fisicomecánicas  
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales  
Bucaramanga**

**2018**

### Dedicatoria

*A Dios por darme la sabiduría para enfrentar cada etapa de este proceso,*

*A mis padres Edith Quitián y Mario de la Hoz mis grandes amores, los motores de mi vida, gracias a sus consejos y apoyo incondicional hoy pueden ver la realización de este gran sueño.*

*A mi hermana Laura porque ella con sus palabras me convirtió en una persona más fuerte que no se rinde ante las dificultades.*

*A mi tía Zorayda por brindarme la mano en los momentos más difíciles de mi vida, le doy gracias por sus consejos y por todo el apoyo brindado.*

*A mi novio John, por su amor y comprensión, siempre pendiente de mí, apoyándome y brindándome las palabras precisas en los momentos de debilidad.*

*A mi abuelita Zorayda ella un gran ejemplo de esfuerzo y perseverancia, me mostraba que el camino no es fácil pero que las metas se logran con la constancia.*

*A toda mi familia quienes aportaron un granito de arena para la obtención de este gran logro.*

***Karen Edith de la Hoz Quitián***

### Dedicatoria

*Agradezco a Dios, por guiarme, por brindarme la fortaleza y sabiduría para afrontar cada una de las etapas de este proceso.*

*A mis padres Humberto Villamarin Ibañez y Nelly Viasús Pérez, por su apoyo incondicional, su inmenso amor, por creer en mí siempre y ser un gran ejemplo, porque este logro es también de ustedes, los amo.*

*A mi hermano Darwin Villamarin V por su compañía y sus consejos, a mi sobrina Isabella, a ti mi mayor inspiración y una de las razones que me motivan a ser mejor.*

*A mi tío Libardo Viasús Pérez, por brindarme su apoyo en todo momento, por ser un ejemplo de dedicación y entrega.*

*A Luis Fernando Moreno P, por estar a lo largo de este proceso brindándome su cariño y sus consejos, deseando siempre lo mejor para mi vida.*

*A Carlos Alberto Suelta, Gracias por permitirme hacerte parte de este sueño, por motivarme y darme tranquilidad, mostrándome siempre en lado positivo de las cosas.*

*A Toda mi familia, amigos y profesores que de una u otra forma contribuyeron en la consecución de este logro...gracias*

***Karen Villamarín Viasús***

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	19
1. Generalidades de la Empresa .....	20
1.1 Identificación de la empresa .....	20
1.1.1 Reseña Histórica .....	22
1.1.2 Misión .....	23
1.1.3 Visión.....	23
1.1.4 Política de calidad .....	24
1.1.5 Clientes .....	24
1.1.6 Principales productos.....	24
1.1.7 Maquinaria .....	25
1.1.8 Proveedores.....	25
2. Diagnóstico de la empresa .....	26
2.1 Metodología del diagnóstico.....	26
2.1.1 Conocimiento de las instalaciones.....	26
2.1.2 Reunión con los directivos.....	27
2.1.3 Descripción del proceso productivo.....	28
2.1.4 Recepción de materia prima.....	28
2.1.5 Subprocesos para transformación de materia prima y producto en proceso.....	28
2.1.6 Almacenamiento de producto terminado .....	30
2.1.7 Distribución y venta.....	30
3. Generalidades del proyecto.....	31
3.1 Planteamiento del problema.....	31
3.2 Alcance del proyecto.....	32
3.3 Objetivo general.....	34
3.3.1 Objetivos específicos .....	34
3.4 Metodología del proyecto .....	35

3.5 Resultados esperados .....	36
4. Marco Referencial.....	37
4.1 Marco de antecedentes .....	37
4.2 Marco teórico .....	39
4.2.1 Mejora de los procesos.....	39
4.2.2 Diagrama de procesos .....	40
4.2.3 Diagrama de flujo del proceso: .....	40
4.2.4 Diagrama de flujo o recorrido.....	41
4.2.5 Metodología de las 5 S's.....	41
4.2.6 Diagrama Causa-efecto.....	44
4.2.7 Técnica SMED. ....	45
4.2.8 Árbol del problema .....	47
4.2.9 Despilfarro. ....	48
La definición básica de despilfarro se define a continuación .....	48
5. Resultados del diagnóstico y documentación .....	49
5.1 Análisis de las 5 S's .....	49
5.2 Análisis de la producción.....	52
5.3 Análisis de despilfarros.....	54
5.4 Diagnóstico del subproceso de impresión.....	62
5.4.1 Observación directa del subproceso de impresión.....	62
5.4.2 Programación de producción para impresión. ....	64
5.4.3 Árbol del problema .....	70
5.4.4 Árbol de objetivos.....	71
5.4.5 Estudio de tiempos. ....	72
6. Formulación de propuestas de mejora .....	75
6.1 Propuestas de mejora para implementación de metodología 5S's.....	75
6.1.1 Objetivo de la propuesta .....	76
6.1.2 Propuesta.....	76
6.1.3 Resultados esperados .....	77
6.2 Propuesta para la eliminación de despilfarros. ....	78
6.2.1 Objetivo de la propuesta .....	78

6.2.2 Propuesta.....	78
6.2.3 Resultados esperados .....	80
6.3 Propuesta de mejora para programación de la producción .....	80
6.3.1 Objetivo de la propuesta .....	80
6.3.2 Propuesta.....	81
6.3.3 Resultados esperados .....	82
6.4 Propuesta de mejora para la disminución de tiempos de alistamiento.....	82
6.4.1 Objetivo de la propuesta .....	82
6.4.2 Propuesta.....	82
6.4.3 Resultados esperados .....	84
6.5 Propuesta para la actualización de formatos de control de fotopolímeros.....	84
6.5.1 Objetivo de la propuesta .....	84
6.5.2 Propuesta.....	85
6.5.3 Resultados esperados .....	86
7. Implementación de las propuestas .....	86
7.1 Implementación de la metodología 5 eses .....	87
7.2 Implementación del plan para eliminación de despilfarros .....	99
7.3 Creación de políticas para entrega de pedidos de la empresa Carlixplast S.A.S .....	105
7.4 Implementación de SMED.....	111
7.5 Implementación de la propuesta para la actualización de los formatos de control de fotopolímeros .....	122
7.6 Herramienta Ofimática para el control de fotopolímeros .....	124
8. Sistema de Indicadores .....	127
8.1 Metodología 5' S.....	128
8.2 SMED .....	134
8.3 Urgencias en el subproceso de impresión.....	136
9. Conclusiones .....	140
9. Recomendaciones .....	141
Referencias Bibliográficas .....	143

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Cumplimiento de objetivos</i> .....	20
Tabla 2 <i>Máquinas presentes en la planta de producción de la empresa Carlixplast S.A.S</i> .....	25
Tabla 3. <i>Producción del subproceso de extrusión</i> .....	53
Tabla 4. <i>Producción del subproceso de impresión</i> .....	53
Tabla 5. <i>Producción del subproceso de sellado</i> .....	54
Tabla 6. <i>Resultados 5MQS en la empresa Carlixplast S.A.S</i> .....	55
Tabla 7. <i>Defectos presentes en el material año 2017</i> .....	56
Tabla 8. <i>Despilfarro por distancias recorridas</i> .....	57
Tabla 9. <i>Retal producido en el área de impresión en un periodo de tiempo de 6 meses</i> .....	59
Tabla 10. <i>Retal producido en el área de extrusión en un periodo de tiempo de 6 meses</i> .....	60
Tabla 11. <i>Retal producido en el área de sellado en un periodo de tiempo de 6 meses</i> .....	60
Tabla 12. <i>Retal producido en la máquina retiladora en un periodo de tiempo de 6 meses</i> .....	61
Tabla 13. <i>Máquinas impresoras</i> .....	64
Tabla 14. <i>Causas de suspensión de pedidos durante el año 2017 en el subproceso de impresión</i> .....	66
Tabla 15. <i>Guía aproximada para el número de ciclos</i> .....	73
Tabla 16. <i>Tiempos tipo</i> .....	75
Tabla 17. <i>Plan de acción para la metodología 5 eses</i> .....	76
Tabla 18. <i>Plan de acción para el análisis 5MQS</i> .....	79
Tabla 19. <i>Plan de acción para la creación de las políticas</i> .....	81
Tabla 20. <i>Plan de acción para la implementación del método SMED</i> .....	83
Tabla 21. <i>Plan de acción para la actualización de formatos de control de fotopolímeros</i> .....	85
Tabla 22. <i>Auditoría metodología 5 eses del mes de Junio a Agosto de 2018</i> .....	92
Tabla 23. <i>Retal producido en las áreas de producción, en un periodo de tiempo de 5 meses</i> ...	100
Tabla 24. <i>Retal producido en las áreas de producción, en un periodo de tiempo de 5 meses</i> ..	101
Tabla 25 <i>Separación y análisis de las actividades del proceso de alistamiento de máquina HEMINGSTONE</i> .....	114

Tabla 26. *Herramientas faltantes en las máquinas del subproceso de impresión*..... 120

Tabla 27. *Tiempos tipo de alistamiento de máquinas impresoras*..... 122

Tabla 28. *Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en bodegas*..... 128

Tabla 29. *Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de sellado*..... 129

Tabla 30. *Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de impresión* ..... 130

Tabla 31. *Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de extrusión* ..... 132

Tabla 32. *Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de refileado y peletizado* ..... 133

Tabla 33. *Indicador disminución de tiempo de alistamiento máquina Uteco* ..... 134

Tabla 34. *Indicador disminución de tiempo de alistamiento máquina Hemingstone*..... 135

Tabla 35. *Indicador disminución de tiempo de alistamiento máquina Indemo*..... 135

Tabla 36. *Indicador de disminución de suspensión pedidos por urgencias año 2017-2018*..... 137

Tabla 37. *Indicador de productividad para el subproceso de impresión* ..... 138

Tabla 38. *Pedidos planificados y producidos en máquinas impresoras en los meses Mayo y Agosto* ..... 138

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Logo comercial CARLIXPLAST S.A.S.....	21
<i>Figura 2.</i> Imagen de la empresa .....	22
<i>Figura 3.</i> Conjunto de símbolos de diagrama de proceso de acuerdo con el estándar ASME .....	41
<i>Figura 4.</i> Diagrama de red de resultados 5MQS en la empresa Carlixplast S.A.S 2018 .....	56
<i>Figura 5.</i> Frecuencia de causas de suspensión de pedidos de enero a diciembre del año 2017... ..	67
<i>Figura 6.</i> Diagrama de árbol de problema para los altos tiempos de alistamiento de las máquinas impresoras .....	70
<i>Figura 7.</i> Diagrama de árbol de objetivos del subproceso de impresión. Se describen los objetivos para solucionar cada problema del árbol de la figura 4.....	71
<i>Figura 8.</i> Jornada de limpieza metodología 5 eses .....	90
<i>Figura 9.</i> Control de cumplimiento de la metodología 5 eses .....	92
<i>Figura 10.</i> Planta de producción antes y después de aplicar pintura epoxica .....	93
<i>Figura 11.</i> Antes y después de la señalización de bodegas de materia prima .....	93
<i>Figura 12.</i> Antes y después de las mesas ubicadas en máquina Indemo subproceso de Impresión .....	94
<i>Figura 13.</i> Antes y después cambio de estibas de madera por estibas plásticas .....	94
<i>Figura 14.</i> Cajas de herramientas antes y después .....	95
<i>Figura 15.</i> Antes y después herramientas subproceso de impresión .....	95
<i>Figura 16.</i> Elementos de aseo por áreas con su respectiva identificación con color.....	96
<i>Figura 17.</i> Antes y después de estantería .....	96
<i>Figura 18.</i> Antes y después de renovación de identificación de tintas.....	97
<i>Figura 19.</i> Antes y después de las máquinas extrusoras (aseo y pintura) .....	97
<i>Figura 20.</i> Adecuación de estructura para ubicar piñones y eliminación del estante.....	98
<i>Figura 21.</i> Antes y después de zona de montaje de fotopolímeros .....	98
<i>Figura 22.</i> Base área de impresión .....	99
<i>Figura 23.</i> Área de embalaje subproceso de refilado y extrusión .....	102
<i>Figura 24.</i> Bodega de materia prima ubicada junto al subproceso de extrusión .....	103
<i>Figura 25.</i> Planta de producción con demarcación de áreas .....	105
<i>Figura 26.</i> Guía de tiempos para entrega de pedidos versión 2011.....	106
<i>Figura 27.</i> Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso comercial con impresión nueva (noviembre de 2016- septiembre de 2018).....	108
<i>Figura 28.</i> Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso de producción con impresión nueva (noviembre de 2016- septiembre de 2018).....	108

*Figura 29.* Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso comercial con impresión actual (noviembre de 2016- septiembre de 2018)..... 109

*Figura 30.* Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso de producción con impresión actual (noviembre de 2016- septiembre de 2018)..... 109

*Figura 31.* Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso comercial sin impresión (noviembre de 2016- septiembre de 2018). ..... 110

*Figura 32.* Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso de producción sin impresión (noviembre de 2016- septiembre de 2018). ..... 110

*Figura 33.* Tableros de herramientas ubicados en el subproceso de impresión ..... 119

*Figura 34.* Zona de montaje de fotopolímeros con su respectivo tablero de herramientas y silla..... 120

*Figura 35.* Ayuda mecánica para área de impresión y extrusión ..... 121

*Figura 36.* Panel principal ..... 125

*Figura 37.* Maestro de Cliente ..... 126

*Figura 38.* Maestro de producto ..... 126

*Figura 39.* Maestro de cireles ..... 127

*Figura 40.* Indicador de evolución 5 eses en Bodegas Carlixplast S.A.S ..... 129

*Figura 41.* Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Sellado Carlixplast S.A.S ..... 130

*Figura 42.* Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Impresión Carlixplast S.A.S ..... 131

*Figura 43.* Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Extrusión Carlixplast S.A.S..... 132

*Figura 44.* Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Peletizado y Refilado Carlixplast S.A.S..... 133

*Figura 45.* Indicador de disminución de tiempos de preparación máquina Uteco ..... 134

*Figura 46.* Indicador de disminución de tiempos de preparación máquina Hemingstone ..... 135

*Figura 47.* Indicador tiempo de preparación máquina Indemo ..... 136

*Figura 48.* Indicador de evolución..... 137

*Figura 49.* Indicador de productividad de máquinas impresoras ..... 139

### Lista de Apéndices

Apéndice 1. Descripción de la empresa	
Apéndice 2. Revisión de matrícula y asistencia a sustentación de proyecto de grado.	
Apéndice 3. Hoja de vida del tutor de la empresa	
Apéndice 4. Carta empresa	
Apéndice 5. Diagrama de recorrido de la empresa	
Apéndice 6. Diagrama de flujo del proceso productivo	
Apéndice 7. Diagrama de operaciones de los procesos misionales	
Apéndice 8. Elementos del ciclo de trabajo de máquinas impresoras	
Apéndice 9. Diagrama de flujo de proceso de alistamiento de máquinas .....	113
Apéndice 10. Listas de chequeo cinco eses 5 S's (por área y subproceso) .....	50
Apéndice 11. Diagnóstico de orden, aseo y limpieza por área y subproceso	
Apéndice 12. Diagnóstico de despilfarros .....	56
Apéndice 13. Formatos de programación.....	66
Apéndice 14. Elementos del ciclo de trabajo.....	73
Apéndice 15. Estudio de tiempos .....	73
Apéndice 16. Balance de producción .....	55
Apéndice 17. Seguimiento y evaluación 5 eses .....	88
Apéndice 18. Auditoría 5 eses.....	92
Apéndice 19. Procedimientos de limpieza y desinfección.....	92
Apéndice 20. Lista de chequeo despilfarros después de implementación de mejoras .....	100
Apéndice 21. Formatos de control de inventarios .....	104
Apéndice 22. Políticas para nueva guía de tiempos de entrega de pedidos .....	107
Apéndice 23. Cumplimiento de pedidos Carlixplast S.A.S. ....	108
Apéndice 24. Metodología SMED.....	113
Apéndice 25. Procedimientos de impresión.....	113
Apéndice 26. Separación y análisis de las actividades de alistamiento de las máquinas U-I ....	117
Apéndice 27. Estudio de tiempos metodología SMED.....	122

Apéndice 28. Formatos de control de fotopolímeros .....125

Apéndice 29. Especificaciones herramienta Ofimática .....128

Apéndice 30. Capacitaciones CXP

## Resumen

**Título:** Plan de Mejoramiento de los Procesos de producción de la Empresa Carlixplast S.A.S\*

**Autores:** Karen Edith De la Hoz Quitián  
Karen Yurieth Villamarin Viasús\*\*

**Palabras clave:** Mejoramiento, despilfarros, SMED, producción, reducción, eficiencia

### Contenido:

El presente proyecto de grado se realiza siguiendo la modalidad de práctica empresarial en la empresa Carlixplast S.A.S, que se dedica principalmente a la fabricación y comercialización de empaques plásticos flexibles de alta calidad. El propósito de este trabajo es mejorar sus procesos de producción a través de la formulación e implementación de estrategias que resuelvan los problemas identificados en el mismo.

Al principio se realizó un diagnóstico que permitió conocer el estado inicial de la empresa; luego, se llevaron a cabo algunas entrevistas con ejecutivos y líderes del área de producción para identificar posibles oportunidades de mejora. Posteriormente, esas oportunidades abordaron diferentes actividades que conformaron un plan de mejora cuya implementación logró resolver los problemas identificados en cada uno de los procesos involucrados. Los resultados recopilados de la implementación se midieron con los indicadores que mostraban el cumplimiento de los objetivos propuestos para llegar a las conclusiones y recomendaciones finales.

Este documento describe todas las etapas desarrolladas en la empresa, diagnóstico, diseño e implementación de las propuestas de mejora para los procesos de producción contemplados.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: William Eduardo Vargas Ruiz Magíster en Dirección de Operaciones y Calidad Tutor: Carlos Javier Calixto Ingeniero Financiero

## Abstract

**Title:** Improvement Plan for the Production Processes at the Carlixplast S.A.S Company\*

**Authors:** Karen Edith De la Hoz Quitián  
Karen Yurieth Villamarin Viasús\*\*

**Keywords:** Improvement, waste, SMED, production, reduction, efficiency

### Content:

The present degree project is conducted following the business practice modality at the Carlixplast S.A.S Company, which is mainly dedicated to the manufacture and commercialization of high-quality flexible plastic packaging. The purpose of this work is to improve its production processes through the formulation and implementation of strategies that solve the problems identified therein.

At first, it was conducted a diagnosis that allowed to know the initial state of the company; then, some interviews with executives and production area leaders were carried out to identify possible opportunities for improvement. Subsequently, those opportunities addressed different activities that made up an improvement plan whose implementation managed to solve the problems identified in each of the processes involved. The implementation gathered results were measured with management indicators that showed the proposed objectives fulfillment to make finally the corresponding conclusions and recommendations.

This document describes all stages developed in the company, diagnosis, design and the implementation of the improvement proposals for the contemplated production processes.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: William Eduardo Vargas Ruiz Magíster en Dirección de Operaciones y Calidad Tutor: Carlos Javier Calixto Ingeniero Financiero

## Introducción

El sector de bolsas plásticas en Colombia en lo corrido del año 2017 se vio afectado por dos hechos claves: primero, por las diversas iniciativas con el fin de desestimular su uso y segundo el cobro del impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas que entró en la reforma tributaria del 2016 pero que empezó a regir hasta el pasado 1 de julio del 2017. Ambos encaminados a disminuir los impactos ambientales generados por su extendido uso, por lo cual las empresas dedicadas a esta labor, se han visto notablemente afectadas. En este sentido el sector debe tomar medidas y buscar formas más eficientes de producir con el fin de mitigar el impacto que estos hechos les han generado.

La empresa Carlixplast S.A.S tiene una larga trayectoria en la fabricación y comercialización de bolsas plásticas flexibles de alta calidad, maneja estrictos controles en sus procesos y trabaja siempre bajo la cultura del mejoramiento continuo. Esto sumado a los factores externos mencionados anteriormente, ha motivado a la empresa a implementar mejoras en sus procesos que aumenten su eficiencia y productividad. Por tal motivo dieron aval para desarrollar el presente proyecto el cual inició con un diagnóstico de los procesos productivos con el fin de identificar problemas y posibles oportunidades de mejora; así mismo se realizó el debido seguimiento a través de un sistema de indicadores que muestran la efectividad de las mejoras implementadas.

A continuación, se presentará información de la empresa, diagnóstico de los procesos involucrados, problemática identificada, objetivos a cumplir, metodología y las técnicas basadas

en conocimientos de la Ingeniería Industrial que se implementaron para lograr los objetivos propuestos.

### Cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

*Cumplimiento de objetivos*

Objetivo	Descripción	Cumplimiento
1	Realizar un diagnóstico de los procesos de producción de la empresa, con el fin de identificar puntos críticos y posibles oportunidades de mejoras.	Capítulo 2
2	Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos de producción de la empresa con el fin de aumentar la eficiencia y productividad del proceso.	Capítulo 6
3	Implementar el plan de mejoramiento de acuerdo al criterio de la empresa	Capítulo 7
4	Documentar cada uno de los procesos observados y analizados.	Capítulo 5
5	Diseñar y aplicar un sistema de indicadores de gestión que permita realizar seguimiento y medición al desempeño de los procesos intervenidos.	Capítulo 8

## 1. Generalidades de la Empresa

### 1.1 Identificación de la empresa

Nombre comercial: CARLIXPLAST S.A.S

Logotipo:



*Figura 1.* Logo comercial CARLIXPLAST S.A.S. Nota: Adaptado de la empresa Carlixplast S.A.S

- Representante Legal: Joaquín Orlando Calixto
- Dirección: Parque Industrial I, Calle D- No 219, Bucaramanga, Santander, Colombia
- Teléfono: 6428833
- Localización: CARLIXPLAST S.A.S está ubicada en el Parque Industrial I, vía Café Madrid, Bucaramanga Santander.

CARLIXPLAST, empresa del oriente colombiano con 42 años de trayectoria en la fabricación y comercialización de empaques plásticos flexibles de alta calidad; razón que le ha otorgado gran reconocimiento y posicionamiento a nivel nacional.

Es una empresa colombiana con estrictos niveles de control de procesos en la fabricación de sus productos, motivo por el cual cuentan con la certificación internacional ISO-9001/2008 otorgada por el ICONTEC. En la actualidad se encuentra en proceso para su próxima certificación internacional ISO-9001/2015. En su larga trayectoria bajo la cultura de mejoramiento continuo junto con el compromiso y trabajo mancomunado de su capital humano, han logrado ser la primera opción de empaque en diversos sectores de la industria nacional.



Figura 2. Imagen de la empresa. Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

**1.1.1 Reseña Histórica** En el año 1970 el Sr. Carlos Julio Calixto Cely motivado por visitas efectuadas a industrias del plástico en Bogotá, concibe la idea de comercializar el polietileno, negocio que inicia en el año de 1971. En 1978 debido a la dinámica del sector y continuos problemas en los suministros de materiales, se plantea la posibilidad de crear una fábrica de rollos y bolsas de polietileno, proyecto que se materializó en abril de 1978 con la compra de la primera máquina extrusora para polietileno de baja densidad, hecho que marca el inicio de la producción de plástico en la región.

A principios de 1985, la empresa pasa de ser una persona natural a una sociedad de responsabilidad limitada mediante cesión que hace Don Carlos del 50 % del patrimonio de la empresa a sus ocho hijos, tomando el nombre de CARLIXPLAST Ltda. Para este año se contaba con cinco extrusoras y cuatro selladoras.

A mediados de 1988 a través de un crédito de fomento del Banco de la República se adquiere un lote en el parque industrial de Bucaramanga en donde se construyó la planta de producción y se realiza la compra de la primera máquina impresora. En el año 1993 se adquirió la primera

extrusora para la fabricación de rollos de polietileno de alta densidad, así como 2 selladoras, aumentando de esta manera su capacidad de sellado para empaques de mayor calibre. A partir de 1995 se construyó la sede administrativa y almacén principal en la calle 33 No. 11-83 la cual consta de una bodega de productos terminados y espacio para almacenar los productos comercializados por la empresa; desde allí se distribuye a los otros almacenes.

En la actualidad Carlixplast S.A.S está posicionada como una de las empresas más reconocidas de la región, su compromiso con la alta calidad y su amplio portafolio de productos le han permitido aumentar su clientela que la ha llevado a tener un gran crecimiento. (Carlixplast S.A.S, s.f.)

**1.1.2 Misión** Somos una empresa líder en la producción y comercialización de empaques flexibles impresos, que permiten proteger, conservar y diferenciar los productos para nuestros clientes. Contamos con tecnología actualizada y personas competentes que garantizan la calidad y el servicio (Carlixplast S.A. S., s.f.).

**1.1.3 Visión** Mantener el liderazgo en el ámbito regional, como productores y comercializadores de empaques plásticos y complementarios, y hacer presencia en el mercado nacional. Conservar un crecimiento en ventas anuales durante los próximos cinco años de un 10%. En los próximos 3 años proyectar un crecimiento productivo y locativo que nos permita consolidarnos en la producción y comercialización de las diferentes formas de empaques laminados y coextruidos. (Carlixplast S.A. S., s.f.)

**1.1.4 Política de calidad** Trabajamos en la producción y comercialización de rollos y bolsas plásticas con impresión flexográfica de excelente calidad, valiéndonos para ello de personal competente, excelente servicio, entrega oportuna y mejoramiento continuo, para lograr la satisfacción de nuestros clientes y consolidarnos en el mercado regional de empaques flexibles. (Carlixplast S.A. S., s.f.)

**1.1.5 Clientes** La empresa Carlixplast S.A.S tiene más de doscientos clientes en diversos sectores como lo son alimentos, agroindustrial, agrícola, comercial, confección, constructor, calzado, supermercados, panaderías, colchonerías, ferretero, publicitario, salud, empaque. (Carlixplast S.A. S., s.f.)

**1.1.6 Principales productos** Carlixplast S.A.S. fabrica y comercializa rollos, láminas y bolsas de polietileno y polipropileno procesadas en máquinas extrusoras y coextrusoras, garantizando productos de calidad que cumplan con sus especificaciones y requerimientos de empaque.

Producen empaques plásticos flexibles con materias primas originales de polietileno de baja y alta densidad, polipropileno monorientado de tipo monocapa o bicapa según el modo de extrusión, comercializan materiales como polipropileno biorientado y cast; garantizando en todos estos materiales su resistencia, impermeabilidad y características propias, con o sin impresión flexográfica hasta de seis tintas; bolsas genéricas, troqueladas, con manija, con solapa y con accesorios complementarios; diseñan la imagen para sus empaques brindando distinción y publicidad a sus productos.

Distribuyen otros productos plásticos complementarios que brindan protección y seguridad al empaque y embalaje (Carlixplast S.A. S., s.f.).

**1.1.7 Maquinaria**

Tabla 2

*Máquinas presentes en la planta de producción de la empresa Carlixplast S.A.S*

<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>
Aglutinadora	1
Peletizadora	1
Extrusora	8
Impresora	3
Selladora	10
Refiladora	2
Laminadora	1

Nota. Tomado de: Carlixplast S.A. S.

**1.1.8 Proveedores** Las materias primas usadas para la elaboración de los productos de la empresa Carlixplast S.A.S inciden directamente en la calidad de sus productos, por tal motivo, la empresa cuenta con proveedores calificados los cuales le brindan una excelente calidad y asistencia en la entrega.

Dentro de sus proveedores se destacan:

- Olorquímica
- Sunchemical
- Colorantes y aditivos de Colombia S.A.S
- Industrias Lember
- Coopnalplasticos
- Bamberguer polymers
- Quimicoplasticos
- Entec
- Geochem internacional
- Syrus
- Queen

- Ampacet
- Chanel prime Alliance

## 2. Diagnóstico de la empresa

### 2.1 Metodología del diagnóstico.

Se realizaron visitas a la planta con el fin de conocer el proceso de producción de rollos y empaques flexibles, estas visitas fueron dirigidas por el supervisor de cada una de las áreas quienes tenían información detallada de cada subproceso. Para realizar el diagnóstico se hizo uso de herramientas cualitativas y cuantitativas como árbol del problema, diagramas de flujo y de recorrido, análisis de despilfarros, análisis de las cinco eses (5 S's), estudio de tiempos por cronómetro, los cuales permitieron la identificación de problemas que se presentan en el proceso.

**2.1.1 Conocimiento de las instalaciones.** Para el diagnóstico de los procesos de producción, se realizaron dos visitas junto al director de proyecto de grado William Eduardo Vargas y el tutor de la empresa Carlos Javier Calixto, lo cual permitió el conocimiento de cada una de las áreas de la planta y de los procesos involucrados en la producción de rollos y empaques flexibles.

Se identificaron los siguientes subprocesos:

- Aglutinado o Recuperado
- Peletizado
- Extrusión
- Refilado
- Laminado
- Impresión

- Sellado

Se identificaron bodegas de:

- Materia prima
- Sellado
- Impresión
- Alcohol y tintas
- Fotopolímeros
- Producto terminado o de despacho

Gracias a la información suministrada por la empresa, se pudo elaborar el diagrama de operaciones para el área de extrusión impresión y sellado y se actualizó el mapa de recorrido.

En cuanto al nivel tecnológico de la empresa se cuenta gran variedad de máquinas que se nombran en la tabla 2, algunas de ellas existen desde que se funda Carlixplast, otras se fueron adquiriendo en la medida en que la empresa empezó a ofrecer nuevos servicios, es por ello que existe un gran interés por parte de la dirección, en remplazar algunas de ellas que se encuentran obsoletas. En general se observó buenas condiciones de aseo y orden en la mayoría de las áreas.

**2.1.2 Reunión con los directivos.** Para ahondar aún más en los aspectos que más preocupan a los directivos de la empresa, se realizaron reuniones con el tutor de la empresa Carlos Javier Calixto, director de producción, quien conoce mejor el proceso productivo y aspectos que afecta directamente el mismo. Primero que todo se hace énfasis en el subproceso de impresión, debido a los altos tiempos de alistamiento o preparación de las máquinas, por otro lado, está la demora en la producción que puede darse por diversas causas, aspectos que se considerarán en el diagnóstico y que se tratarán detalladamente.

Los puntos de vista del ingeniero brindan una visión mayor para el diagnóstico del proceso productivo, esto permite identificar las necesidades reales de la organización.

**2.1.3 Descripción del proceso productivo.** Para realizar la descripción del proceso productivo de la empresa Carlixplast S.A.S, se realizó la observación directa de cada uno de los subprocesos y demás áreas, además se contó con la ayuda de información suministrada por el director de producción, auxiliar de calidad, auxiliar de producción, líderes de procesos, supervisores y operarios de la planta. Allí se observaron cada una de las operaciones por la que pasa la materia prima hasta convertirse en el producto final listo para su distribución y venta.

**2.1.4 Recepción de materia prima** Es la primera manipulación del material dentro de la planta de producción debe recibirse bien empacado para evitar su contaminación. Consiste en recoger de los proveedores la materia prima requerida con todas las especificaciones entregadas con anterioridad, este material puede venir en dos presentaciones, ya sea en forma de pellets de polipropileno o rollos de material de tipo Biorientado, Cast, Tricapa y para empaque al vacío. El hecho de recibir implica que se está aceptando que la condición del material está de acuerdo con las exigencias de la empresa.

### **2.1.5 Subprocesos para transformación de materia prima y producto en proceso**

- **Aglutinado:** En este subproceso se realiza la recuperación del material (retal) que sobra de los demás procesos, es tomar el material limpio e introducirlo a la máquina, ésta con

sus cuchillas lo convierte en pequeñas aglomeraciones, que son sometidas a altas temperaturas.

- **Peletizado:** El material proveniente de la aglutinadora es introducido a la máquina peletizadora el cual se funde al ser sometido a temperaturas que oscilan los 120 grados Celsius, el material pasa a través de una rejilla con varios orificios la cual le va dando forma cilíndrica, unas cuchillas lo van cortado en pequeños pedazos llamados pellets.
- **Extrusión:** Este proceso inicia con la mezcla de materia prima la cual se encuentra en forma de pellets los cuales son mezclados con aditivos e insumos, donde se tienen en cuenta características con las que se desea el material como densidad, pigmentación, resistencia, entre otras; toda esta mezcla es sometida a altas temperaturas que oscilan entre los 160 a 200 grados Celsius , volviendo el material inestable y permitiendo moldearlo fácilmente, luego se lleva a cabo el proceso de enfriamiento para la obtención de una película la cual va a ser embobinada hasta obtener la cantidad deseada, estos rollos son llevados a la respectiva bodega ya sea la de producto terminado o la de alguno de los subprocesos como impresión o sellado.
- **Impresión:** Este proceso inicia con la preparación de un fotopolímero , este es una placa sintética flexible la cual tiene en relieve el diseño que se va a imprimir , por cada tinta que vaya a ser usada para la impresión se tendrá una placa, un rodillo porta cliché o porta placa y un rodillo anilox, las placas se adhieren a los rodillos porta cliché los cuales se montan posteriormente en la máquina impresora, una vez en marcha, los rodillos cerámicos o anilox empiezan a girar entrando en contacto directo con la tinta, estos a su vez tienen contacto con las zonas en relieve del fotopolímero, proporcionándole la tinta necesaria para la impresión, los rodillos porta cliché siguen girando y entran en contacto con la

lámina de material, dejando plasmado el respectivo diseño, una vez impresa la lámina pasa por un túnel de secado para evitar que la tinta se corra o manche las otras caras de material, el cual va siendo embobinado.

- **Laminado:** Proceso en el cual por medio de un adhesivo se unen dos o más capas de diferentes sustratos por medio de un adhesivo, ya que en ocasiones los materiales no reúnen las especificaciones requeridas y se hace necesario combinarlos, esto con el fin de obtener un material óptimo que cumpla con las necesidades del cliente
- **Refilado:** Este proceso consiste en retirar el excedente de material de los rollos y dejarlo del tamaño requerido según las especificaciones del cliente.
- **Sellado:** Inicia con el montaje del rollo de material en un eje para poder transportar la lámina por unos rodillos hasta que llega al cabezal, este que funciona a base de calor y va cortando y sellando la bolsa de acuerdo a las especificaciones en el diseño, estas bolsas van siendo transportadas por medio de bandas hasta completar la cantidad requerida.

**2.1.6 Almacenamiento de producto terminado** A la bodega de producto terminado llega el material que va a ser entregado al cliente, una vez pesado, se genera una etiqueta que va adherida al producto en la cual se especifica la fecha, la cantidad de bolsas, el peso, el área del cual se recibió, las especificaciones del producto (dimensiones, material o tipo de sellado), cliente, número de pedido y código de barras, todos estos datos que quedan registrados en el sistema de información de la empresa. Después de identificado es almacenado en estibas o estantes para facilitar su manejo dentro de las bodegas.

**2.1.7 Distribución y venta** El producto terminado es transportado directamente a los

almacenes de la empresa ubicados en el centro de la ciudad de Bucaramanga y allí son entregados o enviados a los respectivos clientes.

### **3. Generalidades del proyecto**

#### **3.1 Planteamiento del problema**

Carlixplast con una trayectoria de 45 años de experiencia, ha logrado posicionarse en la región como la empresa líder en la fabricación de rollos y empaques flexibles, su compromiso con la mejora continua ha llevado a la empresa a desarrollar diversos mecanismos para controlar su proceso productivo y medir su desempeño, teniendo siempre presente el compromiso de cumplirle a sus clientes y que sus productos estén en conformidad con los estándares de calidad requeridos. Sin embargo, con la reforma tributaria del 2016 que desestimula el uso de bolsas plásticas y el cobro de impuesto que obliga a reducir el consumo del mismo, se ha impactado significativamente la empresa entre los años 2016 y 2017, provocando una disminución del volumen de producción en los subprocesos de extrusión, impresión y sellado en un 9,77%, 13% y 15% respectivamente. Se evidencia por su parte un bajo volumen de compra principalmente por parte de supermercados, como es el caso de Más por Menos, que pasó de requerir 7 u 8 referencias de empaques plásticos, a ordenar solamente 3 referencias; grande, mediana y pequeña, situación que se presentó con varios clientes representativos. La problemática aumenta con la baja eficiencia de los subprocesos, que se ve afectada por causas como las largas horas empleadas en la impresión flexográfica de los rollos plásticos; tiempo que principalmente lo absorbe el alistamiento de las máquinas; desorden en las herramientas y puestos de trabajo, la suspensión de la producción en el subproceso de

impresión, por causas como reprogramación de pedidos con una frecuencia máxima hasta de 7 veces, la cual se evidenció a lo largo del mes de diciembre de 2017, daños en máquinas por falta de mantenimiento preventivo con mayor regularidad. Por tal razón la dirección de la empresa ha permitido realizar el presente trabajo con el fin de identificar y tratar de forma adecuada los problemas presentes en el proceso productivo que permitan mitigar los impactos negativos.

Cabe resaltar el interés que manifestó el director de producción de la empresa principalmente en el subproceso de impresión, siendo este el proceso con mayor problemática puesto que retrasa en gran medida la producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto tiene como objetivo identificar falencias, lograr mejorarlas y contribuir de esta manera a aumentar la eficiencia y productividad de la empresa, sin dejar de lado el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes.

Para tratar los problemas identificados y lograr mitigar sus impactos negativos, se presenta a continuación la secuencia metodológica seguida, para identificar y definir claramente el problema planteado.

### **3.2 Alcance del proyecto**

El presente proyecto se inicia con un diagnóstico general de los procesos productivos de la empresa Carlixplast S.A.S, de esta manera se logró identificar los aspectos más significativos que afectan el proceso y con ello las oportunidades de mejora, a continuación se formularon propuestas que contribuyan al mejoramiento de los procesos, se implementaron sólo aquellas que la dirección

aprobó y que más le convienen a la empresa, finalmente se diseñó un sistema de indicadores que permita controlar y dar seguimiento al plan de mejoramiento implementado.

### 3.3 Objetivo general

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento al sistema productivo de la empresa Carlixplast S.A.S con el fin de incrementar la eficiencia y productividad en sus procesos.

#### 3.3.1 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos de producción de la empresa, con el fin de identificar puntos críticos y posibles oportunidades de mejoras.
- Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos de producción de la empresa con el fin de aumentar la eficiencia y productividad del proceso.
- Implementar el plan de mejoramiento de acuerdo al criterio de la empresa
- Documentar cada uno de los procesos observados y analizados.
- Diseñar y aplicar un sistema de indicadores de gestión que permita realizar seguimiento y medición al desempeño de las mejoras implementadas.

### 3.4 Metodología del proyecto

- **Etapa 1: Identificación de la empresa.**

En esta primera etapa se hacen visitas a la planta de producción de la empresa Carlixplast S.A.S, esto permitió identificar los procesos involucrados en la fabricación de los empaques plásticos flexibles y se obtuvo información importante acerca de las falencias que aqueja la empresa por parte de directivos, operarios y administrativos.

- **Etapa 2: Diagnóstico y análisis de los procesos productivos.**

En esta etapa se describe el proceso productivo, se identificaron los problemas más críticos y los subprocesos que están causando una baja eficiencia y productividad de todo el proceso de fabricación de empaques plásticos flexibles, asimismo se analizaron los datos obtenidos del diagnóstico con el fin de identificar oportunidades de mejora para la empresa.

- **Etapa 3: Diseño e implementación del plan de mejora.**

Según el diagnóstico y análisis de la etapa anterior se hace la formulación de propuestas que contribuyan a la mejora de los puntos críticos identificados en el proceso productivo, éstas se presentaron a la dirección de la empresa quienes toman la decisión de aprobar o no su implementación.

- **Etapa 4: Diseño del sistema de indicadores.**

En esta etapa se realizó el seguimiento y control de los procesos que se involucraron mediante la elaboración de los indicadores pertinentes.

- **Etapa 5: Fin del proyecto**

Una vez implantados y socializados los indicadores se verificó si hubo cumplimiento o no de los objetivos propuestos y finalmente se realizaron las respectivas recomendaciones a la empresa para que den continuidad al proceso de mejora.

### **3.5 Resultados esperados**

- Reducción de los tiempos de alistamiento de las máquinas impresoras con la implementación de SMED
- Mayor eficiencia del subproceso de impresión
- Buenas condiciones de orden y aseo en cada una de las áreas de la empresa con la implementación de la metodología 5 eses
- Mayor control en la programación de la producción del área de impresión
- Diseño de una herramienta ofimática que facilite la búsqueda de información de fotopolímeros
- Minimizar el tiempo requerido para la búsqueda de herramientas
- Crear un ambiente de trabajo que cumpla con los estándares de seguridad exigidos

- Entrega de documento que contenga la metodología usada en cada una de las etapas del proyecto, desde el diagnóstico hasta su implementación.

## 4. Marco Referencial

### 4.1 Marco de antecedentes

JEFERSSON ANDREY ALVARADO PILLAJO y NIVER REYNEL RIVERA AYALA (Alvarado Pillajo & Rivera Ayala, 2017) en su proyecto “ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CAJAS DE CARTÓN DE LA EMPRESA CARBOLSAS LTDA.” tienen el propósito de mejorar la productividad de la empresa, a partir de la implementación de métodos que están enfocados en dar solución a las falencias que allí presentan y dar solución a los problemas relacionados con la organización del área de trabajo y el manejo de la información que se lleva en el proceso así como la falta de planeación y control del mismo. Para dar solución a estos aspectos, se hace uso de herramientas tales como la implementación de la estrategia 5S's lo cual ayuda a generar un entorno ameno, mejor organizado y más limpio haciéndolo agradable al trabajador y aumentando así su motivación, también propone un estudio de métodos y tiempos para determinar la capacidad de las operaciones y generar con ello alternativas de mejora al proceso. El proyecto antes mencionado tiene relación con el proyecto “PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CARLIXPLAST S.A.S” debido a que están enfocados en encontrar las oportunidades de mejora del proceso buscando así aumentar la productividad.

GINETH PAOLA ESPINOSA GUERRA (Espinosa Guerra, 2016) en su proyecto titulado “ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LAS AREAS DE PESADA MENOR Y PREMEZCLAS EN ITALCOL GIRON” como uno de los objetivos propuestos plantea establecer la capacidad de producción en las áreas a intervenir con un estudio de tiempos y movimientos lo cual permite asignar correctamente el trabajo a los operarios y calcular eficiencias; por otra parte realiza un estudio de distribución de planta con el fin de proporcionar suficiente capacidad de producción, reducir el costo por el manejo de los materiales y una productividad elevada de mano de obra maquinaria y espacios, también hace uso de la estrategia de las nueve (S) con el propósito de crear y mantener un lugar de trabajo organizado, limpio y seguro. Por último, se desarrolla un sistema de indicadores de gestión el cual permite medir el desempeño de los procesos a intervenir lo cual servirá para tener un control de estos. Este proyecto servirá como referente de la metodología usada para el estudio de tiempos así mismo del desarrollo de los indicadores de gestión y la incidencia de estos en la toma de decisiones.

Por otro lado ESPERANZA SOLANO HERNÁNDEZ (Solano Hernández, 2014) en su Proyecto “MEJORAMIENTO Y ESTANDARIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE PREPARACIÓN EN LAS LÍNEAS DE EXTRUSIÓN E1 Y E6 DE EXTRUCOL S.A” plantean como objetivo general mejorar el método en la operación de preparación de máquinas de extrusión de polietileno mediante la implementación de la metodología SMED, para ello realiza un estudio de tiempos por cronómetro y de operaciones que les permita formular las propuestas de mejora, asimismo para el cumplimiento del objetivo propone capacitar a empleados en los nuevos métodos de trabajo, actualizar el manual de producción con el fin de eliminar riesgos y poder tomar medidas

preventivas en las operaciones de preparación, de esta manera este estudio permitirá que la organización mejore su competitividad, pueda cumplir sus objetivos y por ende incremente su utilidad con una mejor calidad de sus productos. Este proyecto se ha tomado como referente por el estudio de tiempos de preparación de máquinas que realizan y la técnica SMED implementada en la empresa ya que la metodología propuesta en el proyecto “PLAN DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CARLIXPLAST S.A.S” está enfocada a disminuir tiempos de alistamiento mediante la aplicación de la misma técnica SMED para mejorar el método de trabajo y lograr la estandarización del mismo.

## **4.2 Marco teórico**

A continuación, se los conceptos empleados para este proyecto:

**4.2.1 Mejora de los procesos** Consiste en el análisis sistemático de las actividades y los flujos de los procesos a fin de lograr mejoras (Suárez, 2007) que redunden en beneficios de simplificación, eliminación, reducción, entre otros. La mejora de procesos como dice el autor Imai (1986), propone las fases de la siguiente manera: todo proceso de mejora debe enfatizar el reconocimiento del problema y proporcionar pistas para su identificación. Una vez identificados los problemas, se debe llevar a cabo una estrategia para su resolución, buscando el mejoramiento de los procesos para alcanzar nuevos niveles de desarrollo y, por ende, de estandarización con cada problema que se resuelve en la organización.

**4.2.2 Diagrama de procesos** Es una representación gráfica de los distintos procedimientos que se realizan en la organización, identificando cada uno mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza como lo son operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes, estos aportan información necesaria para el análisis pues contiene las distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. (R., S., & S., s.f.).

**4.2.3 Diagrama de flujo del proceso:** El diagrama de flujo del proceso cuenta con detalles importantes que deben tenerse presentes a la hora de realizarse. En el diagrama de flujo del proceso registra, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales, una vez se identifican se pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos. Además de registrar operaciones e inspecciones, muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que registra la planta. Utiliza varios símbolos, una flecha que indica transporte, el cual puede definir como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. La letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa el almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un lugar para que nadie la remueva sin autorización. Estos cinco símbolos, constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos (ASME, 1974).





















<p><b>Operación</b></p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p><b>Transporte</b></p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p><b>Almacenamiento</b></p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p><b>Retrasos</b></p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p><b>Inspección</b></p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Figura 3. Conjunto de símbolos de diagrama de proceso de acuerdo con el estándar ASME

Nota: Tomado de: Benjamin, N., (2009) Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño de trabajo, México, McGraW-Hill / Interamericana editores S.A de CV

**4.2.4 Diagrama de flujo o recorrido** Es la representación gráfica de la distribución de la planta en el cual se muestra la ubicación de cada una de las áreas, a este diagrama se le asignan números y símbolos correspondientes con el diagrama de flujo, la dirección del diagrama o su curso se indica con flechas. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte (Silva, s.f. 2009).

**4.2.5 Metodología de las 5 S's** La metodología de las 5S nace en Toyota alrededor de los años 60, y es un conjunto de actividades que tienen como objetivo crear condiciones de trabajo que favorezcan y permitan la ejecutar labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

- Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- A través de un entorno de trabajo ordenado y limpio, se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia.
- Eliminar los despilfarros o desperdicios de la organización.
- Mejorar la calidad de la organización.

***Clasificación u Organización (Seiri):*** Identificar aquellos elementos como herramientas, equipos o información que son necesarios en el proceso, separar lo que sirve de lo que no.

Una vez se cumpla con este principio se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se obtiene un espacio adicional
- Se elimina el exceso de herramientas y objetos obsoletos
- Se disminuyen movimientos innecesarios
- Se elimina el exceso de tiempo en los inventarios
- Se eliminan despilfarros

***Orden (Seiton):*** Ordenar consiste en:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario.
- Disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Utilizar la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición.

- Identificar el grado de utilidad de cada elemento, para realizar una disposición que disminuya los movimientos innecesarios.

Las ventajas de ordenar son:

- Se reducen los tiempos de búsqueda
- Se reducen los tiempos de cambio
- Se eliminan condiciones inseguras
- Se ocupa menos espacio
- Se evitan interrupciones en el proceso

***Limpieza (Seiso):*** Limpiar consiste en:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario
- Eliminar la diferencia entre operario de proceso y operario de limpieza
- Eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad

Las ventajas de limpiar son:

- Mantener un lugar de trabajo limpio aumenta la motivación de los colaboradores
- La limpieza aumenta el conocimiento sobre el equipo
- Incrementa la vida útil de las herramientas y los equipos
- Incrementa la calidad de los procesos
- Mejora la percepción que tiene el cliente acerca de los procesos y el producto

***Estandarización (Seiketsu):*** Estandarizar consiste en:

- Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
- Instruir a los colaboradores en el diseño de normas de apoyo.
- Utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.
- Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden.

***Disciplina (Shitsuke):*** La disciplina consiste en:

- Establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza
- Promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología
- Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor
- Aprender haciendo
- Enseñar con el ejemplo
- Haga visibles los resultados de la metodología 5S

Ventajas de la disciplina:

- Se crea el hábito de la organización, el orden y la limpieza a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de las normas. (Ingeniería industrial online, s.f.)

**4.2.6 Diagrama Causa-efecto** o espina de pescado, desarrollado por Ishikawa a principio de los 50's. Se parte de la "cabeza del pescado" en la cual se ubica el efecto luego las "espinas del pescado" que son los factores que contribuyen a que este ocurra, es decir, las causas, estas se

subdividen en cinco o seis tipos, mano de obra, maquina, método, medio ambiente, materiales y administrativas, cada una de estas tendrán a su vez sub-causas, el proceso continúa hasta que se detectan todas las causas posibles, las cuales deben incluirse en una lista (Silva, s.f. 2009).

**4.2.7 Técnica SMED.** La metodología SMED (Single Minute Exchange Die - Cambio de matriz en un solo dígito de minuto). Tiene como objetivo principal la reducción de los tiempos de preparación. Esta metodología es de origen japonés y fue desarrollada por *Shigeo Shingo*. Toyota la implementó por primera vez en el año 70. La hipótesis del SMED supone que una reducción de los tiempos de preparación nos permite trabajar con lotes más reducidos, es decir, tiempos de fabricación más cortos, lo cual se refleja en una mejora de tiempos de entrega y de niveles de producto en tránsito.

La aplicación del método SMED consiste en el desarrollo de cuatro fases:

**FASE 1:** Separar las operaciones internas de las externas

Esta primera fase implica diferenciar entre la preparación con la máquina parada (preparación interna) es decir aquellas actividades que solo se pueden realizar mientras la máquina está detenida como la retirada o colocación de algunos elementos como canales, raclas, moldes según la máquina y la preparación con la máquina en funcionamiento (preparación externa) es decir, mientras la máquina se encuentra en funcionamiento. La realización de un video puede facilitar el desarrollo de esta fase, este ayudará a identificar las operaciones y medir el tiempo que se emplea en cada una, se debe tener en cuenta la duración total de todo el proceso pues con base en este se determinará el número de veces que debe ser medido.

**FASE 2:** Convertir operaciones internas en externas

Siempre y cuando sea posible se debe hacer la conversión de actividades externas en actividades internas, esta no se limita siempre y cuando no afecte la seguridad de los operarios, actividades como, por ejemplo, el precalentamiento de moldes de inyección para posteriormente ser montados, el montaje de fotopolímeros en los rodillos anilox para posteriormente ser articulados a la impresora flexográfica. La metodología SMED ha sido aplicada con éxito en fórmula 1, específicamente en los conocidos "Pit stop", allí se evidencia la aplicación de esta fase pues se realizan pre ajustes a los elementos de sujeción de las llantas, convirtiendo una actividad interna en una externa.

**FASE 3:** Organizar las operaciones externas

Esta fase se basa en disponer todas las herramientas y elementos que soportan las operaciones externas, estos deben ubicarse junto a la máquina; para esto es necesario realizar inversión en activos de almacenamiento, mantenimiento o transporte, para actividades que requieran el transporte de objetos pesados se hace necesario dotar de herramientas como montacargas, grúas, asignar tableros de herramientas para reducir el tiempo de búsqueda y las distancias recorridas. Para tener una visión clara de esta fase, es recomendado observar la disposición de las herramientas en un "pit stop".

**FASE 4:** Reducir el tiempo de las operaciones internas

Esta fase consiste básicamente en reducir al mínimo los procesos de ajuste. Se considera que este tipo de procesos constituye entre el 50% y el 70% de las operaciones de preparación interna. Para esto se hace necesario estandarizar las características de los sistemas de sujeción de elementos móviles de las máquinas. Otro aspecto importante pasa por los tiempos de parametrización y ajuste para lograr la calidad del producto, para este caso se fija un patrón de las operaciones que se realizan en el proceso de cambio de utensilios los cuales estén directamente relacionados con los parámetros de calidad. Si es necesario se puede recurrir a mejoras de ingeniería (Salazar López, s.f.).

**4.2.8 Árbol del problema** Es un esquema que permite entender la problemática presente, en este se exponen las condiciones negativas detectadas que se relacionan directamente con el problema, ubicando causas y sub causas, así como los efectos que cada uno de estos tenga sobre el proyecto, Una vez clarificados los problemas se puede mejorar el diseño, y se puede generar un pronóstico de este durante su ejecución, una vez terminado el proyecto con ayuda del árbol de problemas se puede medir la efectividad de las medidas implementadas para la resolución de los problemas que se hayan identificado.

### **Como se elabora**

El proceso más generalizado que se sigue para elaborar el árbol de problemas se basa en cinco etapas que son las siguientes:

- 1.- Identificar los principales problemas con respecto a la situación en cuestión. Deben ser problemas existentes y no problemas posibles, futuros o ficticios.

2.- Formular en pocas palabras el problema central, y hacerlo como un estado negativo y un solo problema por recuadro.

3.- Anotar las causas del problema central.

4.- Anotar los efectos provocados por el problema central.

5.- Elaborar un esquema que muestre las relaciones de causa y efecto en forma de un árbol de problemas.

6.- Revisar el esquema completo y verificar su lógica e integridad (Unión Europea, 2012)

**4.2.9 Despilfarro.** La definición básica de despilfarro se define a continuación: “Cualquier cosa que no sea utilizar o consumir el mínimo imprescindible de equipo, materiales, componentes, espacio y tiempo del trabajador para añadir valor al artículo que se produce”. (Ortiz Pimiento, 2014).

Cabe resaltar que la empresa debe estar enfocada en la satisfacción del cliente obteniendo el producto o servicio con el mínimo de recursos y aquellas acciones que sean improductivas o no generen valor son consideradas un despilfarro, pues todo esto genera a la empresa costos adicionales.

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: cinco que inician en inglés por la letra M, una por la letra Q, y una por la letra S:

- Personas (man)
- Máquinas (machine)
- Material (material)
- Dirección (management)

- Métodos (method)
- Calidad (quality)
- Seguridad (security) (Ortiz Pimiento, 2014)

## 5. Resultados del diagnóstico y documentación

### 5.1 Análisis de las 5 S's

Para la evaluación del orden, el aseo y la limpieza de cada área de la planta de producción de la empresa Carlixplast, se usó una lista de chequeo (Apéndice 10: Lista de chequeo 5 eses), distribuidos en cada una de las 5 eses, seiri (clasificar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), seiketsu (mantener limpieza) y shitsuke (disciplina). El análisis se realizó por cada subproceso debido a que cada uno de ellos es independiente, los espacios están delimitados y algunos de ellos presentan más falencias en ciertos aspectos en comparación con otras, debido a esta situación un análisis general no mostraría realmente la problemática de cada una de las áreas.

Los resultados fueron los siguientes:

- **Bodegas**

SEIRI (Selección): 52,38% Algunos elementos del área de trabajo no tienen un uso definido.

SEITON (Organización): 66.67% Hace falta clasificar e identificar algunas materias primas.

SEISO (Limpieza): 66,67% Hace falta limpiar algunos estantes y estibas de las bodegas.

SEIKETSU (Estandarización): 41,67% No se tienen establecidos turnos de limpieza que cubra todos los artículos y el área en general. SHITSUKE (Disciplina): 28,57% No se crea conciencia sobre la importancia de tener un sitio de trabajo ordenado y limpio. No se tienen controles visuales para verificar que los trabajadores cumplan con los procedimientos adecuados de orden y aseo.

- **Sellado**

SEIRI (Selección): 55,56% El piso se congestiona con tubos de rollos que ya se terminaron, hay elementos que no pertenecen al área de trabajo como lo son tornillos tuercas repuestos de otras máquinas o piezas que han sido cambiadas y se encuentran dañadas, hay objetos que no son de uso regular. SEITON (Organización): 66,67% Hace falta clasificar ciertas herramientas para que se puedan encontrar fácilmente. SEISO (Limpieza): 47,62% Falta de limpieza en el piso, se encuentra residuos de materiales y elementos que no son de uso regular. SEIKETSU (Estandarización): 25% No hay conciencia sobre el uso de EPP'S (Equipos de protección personal), no se tiene establecido un programa de limpieza para maquinaria y área de trabajo. SHITSUKE (Disciplina): 33,33% No hay disciplina por partes de los operarios para mantener el orden de sus puestos de trabajo. No hay conciencia de la importancia del uso de EPP'S por incomodidad al usarlos.

- **Impresión**

SEIRI (Selección): 51,85% Algunos artículos que hay en el sitio de trabajo no corresponden a esta área como por ejemplo repuestos de otras máquinas tornillos, guantes, herramientas dañadas, piezas que han sido cambiadas y se encuentran averiadas y los que si corresponden no tienen un

lugar definido, la empresa no ha establecido una metodología para que se conserve solo los artículos necesarios. SEITON (Organización): 47,62% Los artículos no están en orden y no tienen ningún tipo de clasificación. SEISO (Limpieza): 47,62% El uso de algunos materiales como las tintas hace difícil que se mantenga el aseo del sitio de trabajo, las máquinas están manchadas con las tintas y algunos elementos como conos, retal o herramientas están tirados en el suelo. SEIKETSU (Estandarización): 37,50% La falta de organización y etiquetado de herramientas o repuestos hace que sea difícil su ubicación lo que genera retrasos. SHITSUKE (Disciplina): 33,33% No se tiene establecida una metodología de orden y aseo, no se tienen definidos roles y responsabilidades en estos procedimientos.

- **Extrusión**

SEIRI (Selección): 40,74% Hay artículos que no pertenecen al sitio de trabajo y que no son necesarios para las actividades rutinarias, como conos y herramientas asimismo no se tiene definido un lugar para su contención. SEITON (Organización): 38,10% Las herramientas no se encuentran en orden, en las mesas de trabajo hay objetos que no son necesarios como por ejemplo piezas dañadas o retal de distintos materiales, algunas herramientas no se encuentran en buen estado y no están etiquetadas para su fácil identificación. SEISO (Limpieza): 42,87% Hace falta hacer limpieza de las mesas de trabajo y de las máquinas, retal de material está tirado en el piso lo que puede ocasionar accidentes, los elementos de aseo no tienen un lugar definido. SEIKETSU (Estandarización): 29,17% No se tienen asignados responsables para un programa de orden y aseo y no se tienen establecidos objetivos referentes a este. SHITSUKE (Disciplina): 28,57% Los

operarios no hacen uso adecuado de los elementos de protección personal, no se tiene disciplina para mantener el sitio de trabajo ordenado y limpio.

- **Refilado y peletizado**

SEIRI (Selección): 48,15% Hay algunos elementos no hacen parte del lugar de trabajo, tales como piezas dañadas, conos dañados, herramientas en desorden por lo que falta definir un lugar para que las herramientas sean guardadas. SEITON (Organización): 38,10% No hay un sistema de clasificación de herramientas, hay herramientas que no están en buen estado. SEISO (Limpieza): 47,62% En las mesas de trabajo se observa suciedad, hace falta hacer limpieza a las máquinas. SEIKETSU (Estandarización): 28,57% No se tienen establecidos turnos de limpieza y esta solo se hace al final de cada turno. No hay un programa de orden y aseo y hace falta crear conciencia de la importancia de mantener un área de trabajo limpia. SHITSUKE (Disciplina): 28,57% No se crea conciencia sobre la importancia de tener un sitio de trabajo ordenado y limpio. Los operarios no hacen uso de los elementos de protección personal adecuadamente.

## **5.2 Análisis de la producción.**

La empresa suministró datos sobre la producción del año 2016 y 2017, gracias a ello se logró obtener información histórica de la producción en los tres subprocesos principales, extrusión, impresión y sellado. En las siguientes tablas se muestra la producción de enero a diciembre y el balance de producción de un año a otro.

- **EXTRUSIÓN**

Tabla 3.

*Variación de producción del subproceso de extrusión*

	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>	<b>% total</b>
	<b>kg</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>	
<b>TOTAL</b>	1741981	1513283	<u>-229687</u>	<u>-13%</u>

Nota. Datos de producción de subproceso de extrusión año 2016-2017. Carlixplast S. A. S.

En la tabla anterior se muestra la producción en kilogramos del subproceso de extrusión, se puede apreciar una disminución de un año a otro equivalente a 229687 kilos, una cantidad bastante significativa, situación que se debe principalmente a la reducción de órdenes de pedido a causa de la resolución 668 del 28 de abril del año 2016, la cual regula el uso de bolsas plásticas, en consecuencia, se produce la disminución del volumen de compra por parte de los clientes.

- **IMPRESIÓN**

Tabla 4.

*Variación de producción del subproceso de impresión*

	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>	<b>% total</b>
	<b>kg</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>831710</b>	<b>722926</b>	<b><u>-108784</u></b>	<b><u>-13%</u></b>

Nota. Tomado de: Datos de producción en kilogramos de impresión año 2016-2017. Carlixplast. S. A. S.

Se muestra un 13% en disminución del volumen de producción equivalente 108.784 kilos, una mayor proporción que en el subproceso de extrusión.

- **SELLADO**

Tabla 5.

*Variación de producción del subproceso de sellado*

	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Variación</b>	<b>Porcentaje</b>
	<b>kg</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>	
<b>TOTAL</b>	1.312.342,65	1.113.618,65	-198.724	-15%

Nota. Tomado de: Datos de producción en kilogramos de subproceso sellado año 2016-2017. Carlixplast S.A. S.

Se observa una disminución en la producción de 198.724 kilos de un año a otro, lo que equivale a una proporción del 15%, es evidente que el volumen de compra disminuyó significativamente y afectó en general a la producción de las selladoras.

Con base en los datos obtenidos de los tres subprocesos principales extrusión, impresión y sellado, se puede concluir que los tres presentaron una disminución en la producción en kilogramos entre los años 2016 y 2017, ésta se da principalmente por lo establecido en la resolución 668 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, en el cual se reglamenta el uso de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones, considerando políticas enfocadas al cuidado del medio ambiente, esto generó una disminución en el volumen de los pedidos realizados por clientes. Para observar tablas y gráficas detalladas del balance producción ver Apéndice 16.

### 5.3 Análisis de despilfarros

Es indispensable que las empresas analicen sus procesos productivos e identifiquen todo aquello que no aporta valor al producto o servicio que ofrecen, a esto se le conoce como despilfarro, el

cual tiene múltiples orígenes como lo son personas, máquinas, material, seguridad, entre otros, todo esto genera un aumento en los costos afectando así la productividad de la empresa. Se hace necesario realizar este análisis en la empresa Carlixplast S.A.S con el fin de mejorar sus procesos productivos identificando cada uno de estos despilfarros, sus causas y plantear acciones que permitan mitigarlos. Basándose en el análisis 5MQS para la identificación de los despilfarros se realizaron entrevistas a los operarios, supervisores, líderes de cada sección y con la información suministrada por ellos se diligenció la lista de chequeo (Ver apéndice 12). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 6.

*Resultados 5MQS en la empresa Carlixplast S.A.S*

Despilfarro	Porcentaje
Máquina	48%
Material	56%
Mano de obra	56%
Método	56,7%
Calidad	75%
Seguridad	51,4%

*Nota.* Tomado de: Carlixplast S.A.S, Apéndice 12. Lista de chequeo despilfarros

A continuación, se presenta el gráfico radial, el cual muestra los puntajes obtenidos de cada una de las fuentes de despilfarro.

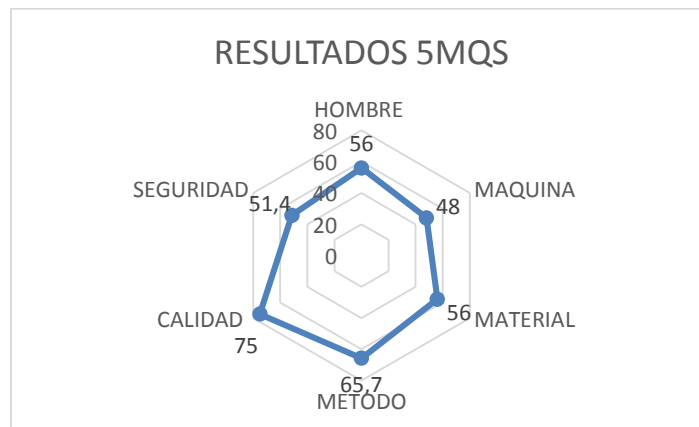


Figura 4. Diagrama de red de resultados 5MQS en la empresa Carlixplast S.A.S 2018

A continuación, se hace el análisis de resultados de los tipos de despilfarros:

- Despilfarro por calidad.** El material dentro de la planta de producción ha presentado algunos defectos, dentro de los más comunes están: rollos arrugados, descalibrados (film con diferente calibre a lo largo de él), material mal tratado lo que hace que la tinta no tenga buena adherencia al film, rollos de material con piel de naranja o mal orientado, esta información se obtiene mediante la observación directa y con la revisión de las planillas de producción de enero a diciembre del año 2017. Los impactos de este tipo de defectos por calidad, pueden ocasionar suspensiones o interrupciones del proceso productivo en cualquiera de las áreas y por ende provocar retrasos en la entrega de pedidos al cliente. A continuación, se muestra en la tabla la frecuencia en la que se presentan estos defectos por calidad a lo largo del año 2017.

Tabla 7.

*Defectos presentes en el material año 2017*

Defectos de material	Frecuencia de defectos de material por mes											Total frecuencia en el año	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov		Dic
Material descalibrado	3	3		2		2	1	3				1	14
Material con arrugas	1	3		1	3	1	1	4			1		14
Material con piel de naranja	1		1					1	1				4
Material mal orientado	1												1
Material manchados				1									1
Material Pegado								1					1

Nota: Información histórica obtenida de las planillas de producción de la empresa Carlixplast S.A.S

- **Despilfarro por mano de obra.** Con base en el levantamiento del plano de la planta de producción que suministra la empresa, se seleccionan las medidas que corresponden a los recorridos más largos que los operarios deben realizar, ya sea para pesar material en la báscula o llevarlo a bodega de material en proceso o de producto terminado, en la siguiente tabla se evidencian algunos ejemplos.

Tabla 8.

*Despilfarro por distancias recorridas*

Área	Objetivo	Metros	Causa
Impresión	Transportar tintas hasta máquina Indemo	19,65	Falta de alistamiento previo
	Transportar tintas hasta máquina Uteco	21,65	
	Transportar tintas hasta máquina Hemingstone	34,95	
	Traer fotopolímeros de bodega hasta máquina Indemo	14,4	Es necesario para el proceso
	Traer fotopolímeros hasta máquina Uteco de	20,4	Es necesario para el proceso
	Traer fotopolímeros de bodega hasta máquina Hemingstone	8,7	Es necesario para el proceso
	Llevar material a la báscula y luego a bodega de sellado	54,49	Falta báscula en sección de impresión
Sellado	Llevar material de la selladora 16 a la báscula y luego a bodega de sellado	76,75	Falta báscula en sección de sellado
Extrusión	Llevar material a bodega de producto terminado	53,65	Es necesario para el proceso de despacho

Nota. Distancias obtenidas del plano de la planta de producción de la empresa Carlixplast S.A.S

- **Despilfarro por máquinas.** Se observó que en el subproceso de impresión existe un montador de fotopolímeros que no está en uso debido a su obsolescencia, el cual está ocupando espacio que podría ser usado para la zona de limpieza de canales, cireles y raclas, por otro lado, las máquinas reciben un mantenimiento anual, lo cual no es suficiente

ya que se presentan averías durante el proceso de producción, para el caso de impresión se presentaron daños en las máquinas hasta 15 veces a lo largo del año 2107 (ver tabla 13). En el subproceso de sellado se pudo observar que no todas las máquinas se usan, muchas de ellas se detienen porque la demanda no es suficiente para ocuparlas.

- **Despilfarro por seguridad.** La empresa cuenta con la señalización adecuada, como rutas de evacuación, salidas de emergencia, zonas identificadas como bodegas y subprocesos, los extintores se encuentran en buen estado, cada operario cuenta con sus implementos de seguridad como guantes, tapa oídos, cofia etc. Por otro lado, se pudo observar algunas herramientas en desorden en el lugar de trabajo, como piezas de fotopolímeros, paños de limpieza, herramientas de montaje de fotopolímeros y cintas que son dejadas sobre las máquinas. El sistema de mangueras que abastecen de tinta a los canales de las máquinas impresoras, atraviesan el área por el cual transitan los operarios, generando riesgos de caídas de los mismos. Cabe resaltar que la empresa actualmente está adelantando acciones en cuanto a mejoramiento en seguridad de la planta de producción y de esta manera generar un entorno de trabajo más seguro para sus trabajadores.
- **Despilfarro por material.** En la empresa se lleva control del retal generado en cada una de las áreas, cada vez que finaliza un pedido, los operarios deben pesar dicho material y registrar esta medida en las respectivas planillas, indicando el tipo ya sea polietileno de alta o baja densidad o polipropileno monorientado, biorientado, cast. Así mismo se lleva un control de la cantidad de tinta que se utiliza en cada pedido, allí el desperdicio se produce por falta de limpieza de recipientes o malas acciones de manejo de tintas que

provoquen su contaminación. A continuación, se describen los despilfarros por material en cada una de los subprocesos de la planta de producción de Carlixplast S.A.S.

**Impresión.** Los desperdicios en el área de impresión se generan al hacer cambios de pedido, pues se debe rodar la máquina hasta que la impresión obtenida cumpla con las características especificadas en el diseño, por lo que hay gasto de material, otras situaciones que generan retal es cuando hay fallas en la máquina o problemas con el material, por ejemplo, cuando se dispara algún tintero y deja de imprimir algún color, cuando el material no está tratado correctamente o está descalibrado o manchado por lo cual se debe desechar.

Tabla 9.

*Retal producido en el área de impresión en un periodo de tiempo de 6 meses*

<b>Máquina</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>Retal (Kg)</b>	<b>Porcentaje</b>
Uteco	149277,55	2737,1	1,83%
Hemingstone	149653,77	1413,9	0,94%
Indemo	59353	845,8	1,42%
<b>Total (Kg)</b>	<b>358284,32</b>	<b>4996,8</b>	<b>1,39%</b>

*Nota:* Kilogramos material procesado y Kg de desperdicios en impresión en la empresa Carlixplast S.A.S, del 1 de noviembre de 2017 al 30 de abril de 2018.

**Extrusión.** Los desperdicios de material en las áreas de extrusión se generan cuando se realiza un cuadro de pedido, específicamente cuando se hace un cambio de referencia, en donde se deben modificar las dimensiones de la película de polietileno o polipropileno, así mismo, cada vez que se cambia de color, generándose mayor cantidad de retal cuando el cambio se hace de colores oscuros a colores claros y cuando el producto que está saliendo no cumple con las especificaciones de calidad exigidas. Por otro lado, se puede

producir un retal por el reinicio y arranque de las máquinas, este llamado ‘torta’ debido a su forma, que se refiere a material fundido que queda en las mallas.

Tabla 10.

*Retal producido en el área de extrusión en un periodo de tiempo de 6 meses*

Máquina	Cantidad(Kg)	Retal (Kg)	Torta
Total (Kg)	750732	16166	788,5

*Nota:* Kilogramos material procesado y Kg de desperdicios en extrusión en la empresa Carlixplast S.A.S, del 1 de noviembre de 2017 al 30 de abril de 2018.

**Sellado.** En el área de sellado el desperdicio de material se genera en el cuadro de la máquina al empezar un pedido, por ejemplo, se monta el rollo, los operarios retiran la primera capa de material que lo envuelve, de esta manera se elimina polvo y residuos que puedan afectar la calidad del sellado, otra causa puede ser fallas en las fotoceldas o un mal corte de mordaza.

Tabla 11.

*Retal producido en el área de sellado en un periodo de tiempo de 6 meses*

Máquina	Cantidad (Kg)	Retal (Kg)	Porcentaje
Total (Kg)	541448,35	11378,3	2,1%

*Nota:* Kilogramos material procesado y Kg de desperdicios en sellado en la empresa Carlixplast S.A.S, del 1 de noviembre de 2017 al 30 de abril de 2018.

**Refilado.** En el área de refilado el retal se genera debido al corte de material en los rollos, con el fin de que estos queden con las dimensiones requeridas por el cliente o también por la eliminación de parte de material mal impreso.

Tabla 12.

*Retal producido en la máquina refiladora en un periodo de tiempo de 6 meses*

Máquina	Cantidad(Kg)	Retal (Kg)	Porcentaje
Refiladora -02	127616,1	617,1	0,48%

*Nota:* Kilogramos de cantidad de material procesado y kilogramos de desperdicio en Refilado en la empresa Carlixplast S.A.S, del 1 de noviembre de 2017 al 30 de abril de 2018.

- **Despilfarro por método.** Existen problemas con el control de inventarios de materias primas; los operarios se encargan de llenar los formatos en los cuales se indica la cantidad de material que se usa en cada turno, esta información es cargada al sistema, pero en ocasiones las cantidades registradas en dichos formatos no es correcta y esto no es identificado a tiempo, lo que ocasiona que la cantidad de materia prima adquirida no sea la necesaria. Hace falta estandarizar algunos procesos, pues el método que se usa por parte de los operarios no es el más adecuado. Se realizan capacitaciones al personal en temas de Seguridad y Salud en el trabajo, buenas prácticas de manufactura y calidad.
- **Despilfarro por dirección.** La dirección está comprometida con la mejora continua y se evidencia el interés por eliminar deficiencias en el proceso de producción, los operarios cuentan con los elementos de protección personal, aunque hace falta toma de conciencia por parte de ellos sobre su cuidado, pues en ocasiones no hacen uso adecuado de estos elementos a la hora de realizar ciertas actividades. Se realizan supervisiones por parte de los encargados del área de calidad y HSEQ, esto con el fin de tener control de estos aspectos. No se ha desarrollado un programa de 5S's con lo

cual se mejoraría el orden y aseo de la planta y se evitarían pérdidas de tiempo por búsqueda de herramientas o elementos propios de cada actividad.

#### **5.4 Diagnóstico del subproceso de impresión**




Se hace necesario realizar un diagnóstico detallado de esta área pues se evidencia que es un punto crítico en el proceso productivo debido a que se presentan suspensión de pedidos, malas condiciones de orden y aseo, demoras por búsqueda de herramientas, material, piezas y adicionalmente es en el que la empresa ha demostrado su mayor interés por mejorar. Para realizar el diagnóstico del subproceso se hizo toma de videos, se registraron tiempos de producción y de alistamiento o preparación de máquinas, se observó detalladamente el montaje en cada una de las tres máquinas que se utilizan en este subproceso, se revisaron formatos, herramientas e información que se detalla a continuación.

**5.4.1 Observación directa del subproceso de impresión.** El subproceso de impresión cuenta con tres máquinas flexográficas, Indemo, Uteco y Hemingstone, que imprimen desde una hasta seis tintas, lo que permite ofrecer un diseño personalizado para cada cliente. En la tabla 13 se encuentra la información detallada de cada una de las impresoras flexográficas. Se registra y analiza cada una de las actividades realizadas por los operarios, con el fin de conocer el método de trabajo, gracias a ello se logra observar que ocurren sucesos importantes que retrasan el alistamiento e impactan en gran medida la producción, a continuación, se enumeran algunas situaciones encontradas:

- Los operarios son intermitentes en desarrollar preparación externa de la máquina, es decir, cuando la máquina está en funcionamiento simplemente esperan a que termine el pedido para empezar con el alistamiento de la misma, esta situación impacta enormemente el tiempo de producción del subproceso. Cabe resaltar que en varias ocasiones se montan fotopolímeros con anticipación por iniciativa de algunos operarios.
- Se identificaron variables a tener en cuenta como lo son: el número de tintas que son usadas en cada pedido, el enhebrado, el número de fotopolímeros necesarios según el diseño de cada cliente y la máquina en la cual se va a rodar el pedido, esto hace que los tiempos de alistamiento varíen.
- Urgencias de pedidos que involucraba suspender un pedido, desmontarlo y realizar el montaje de otro por orden de la dirección.
- Algunos fotopolímeros se encuentran desactualizados o en mal estado debido al desgaste, esto provoca que se emplee demasiado tiempo en arreglarlos o modificarlos según requerimientos del pedido, en consecuencia, el tiempo requerido para realizar el montaje aumenta considerablemente.
- Conos para embobinar el material de impresión dañados o taponados, debido a esto el rodillo de soporte no entra a través de este, en consecuencia, el tiempo se empleaba más en adecuarlo que en el montaje.
- Desorden en las herramientas empleadas en el subproceso.

Tabla 13.

*Máquinas impresoras*

No.	NOMBRE DE MÁQUINA	IMAGEN	REFERENCIA Y CARACTERÍSTICAS	NÚMERO DE TINTAS	CAPACIDAD Toneladas	NÚMERO DE OPERARIOS
1	INDEMO		San Justo <del>Dasyern</del> TENSION: 220 POTENCIA PUNTA:31KW VATIOS/HORA: 20KW HZ: 60	4	15 Toneladas	1
2	UTECO		CORAL 675 FLEJO Y CONVERTING MACHINERY	6	35 Toneladas	2
3	HEMINGSTONE MACHINERY Y CO. LTD.		MODEL: HM- 1206FP-OD HP: 7,3 HP	6	35-40 Toneladas	2

Nota. Tomado de máquinas presentes en el subproceso de impresión, información e imágenes recolectadas durante las visitas a la empresa Carlixplast S.A.S. La capacidad de las máquinas está dada en toneladas por mes.

**5.4.2 Programación de producción para impresión.** La programación de la producción para el área de impresión se realiza diariamente para cada una de las tres impresoras flexográficas por parte del director y el supervisor de producción quienes reciben los pedidos y los organizan teniendo en cuenta la disposición de la materia prima, la coincidencia de los colores de las tintas que serán usadas para cada pedido, la lineatura de los rodillos cerámicos de acuerdo a las especificaciones del diseño de cada producto, esto con el fin de hacer el menor número de cambios en las impresoras, así mismo, se revisa la fecha de entrega establecida para cada pedido, posteriormente las órdenes son llevadas a los operarios de cada máquina para iniciar la producción.

Actualmente se presentan problemas que provocan la suspensión de la producción, por ejemplo los operarios no cumplen con el orden de pedidos previamente establecido, razón por la cual se genera pérdida de tiempo por esperas de materia prima y retrasos en los tiempos de entrega incumpléndole a los clientes, por otro lado se presentan “urgencias” estos son pedidos que se deben reprogramar por lo cual se debe detener la producción, desmontar el pedido, posteriormente montar el nuevo, rodarlo y una vez terminado, retomar el pedido anterior lo que implica realizar de nuevo el montaje, todo esto genera un impacto negativo en la producción, pues los tiempos requeridos para cada montaje tienen una duración de una a cuatro horas y en ocasiones es necesario parar una de las máquinas para que uno de los operarios colabore en el montaje de otra; se presentan otras situaciones como daños en máquinas impresoras, material descalibrado o con defectos, fotopolímeros en mal estado entre otros, razones por las cuales se detiene la producción, generando sobrecostos por el tiempo perdido, materia prima y mano de obra. La empresa Carlixplast S.A.S cuenta con formatos que se diligencian diariamente al iniciar y finalizar cada pedido en cada una de las tres impresoras, lo que permite tener un mayor control del proceso, para la recolección de información se hace revisión de dichos formatos de enero a diciembre de 2017 (ver apéndice 13). La planilla de producción contiene información como: nombre del cliente, cantidad de tintas, tipo de material, cantidad solicitada de producto, peso, dimensiones, entre otras y un formato adicional para el reporte diario de producción en el cual se registra la hora de inicio y fin de la preparación de la máquina, descansos, duración de rodaje de un pedido y las novedades que se presentan como por ejemplo la suspensión de los pedidos y sus causas.

La siguiente tabla muestra el listado de las causas encontradas a lo largo del año mes a mes y la frecuencia con la que se presentaron.

Tabla 14.

*Causas de suspensión de pedidos durante el año 2017 en el subproceso de impresión*

Causas de suspensión de un pedido	Frecuencia por mes												Total frecuencia en el año	Porcentaje de frecuencia en el año
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Cambio por urgencias	1	2		1	1		3	4	3	2	5	7	29	21%
Fotopolímeros en mal estado	2	3	3		2	3	1	5					19	14%
Daños en máquinas		1	5	1		3	1					4	15	11%
Material descalibrado	3	3		2		2	1	2				1	14	10%
Material con defectos	1	2		1	3	1	1	4			1		14	10%
Falta de material de impresión	1	1		3	1	1		2	2			2	13	9%
Conos en mal estado						1	1		1	1		2	6	4%
Material empolvado	1		1					1					3	2%
Tensión Alta	1	1										1	3	2%
Rollos sueltos		2			1								3	2%
Defectos por secado		1			1	1							3	2%
Medidas incorrectas					3								3	2%
Cancelación de pedido										1	1	1	3	2%
Problemas con registro de colores	2												2	1%
Problemas con prensa de material	1	1											2	1%
Falta de tintas		1							1				2	1%
Mantenimiento										1		1	2	1%
No se encuentran fotopolímeros						1							1	1%
Error del proveedor					1								1	1%
Error de pedido									1				1	1%
<b>Número total de causas en el año</b>												<b>139</b>	<b>100%</b>	

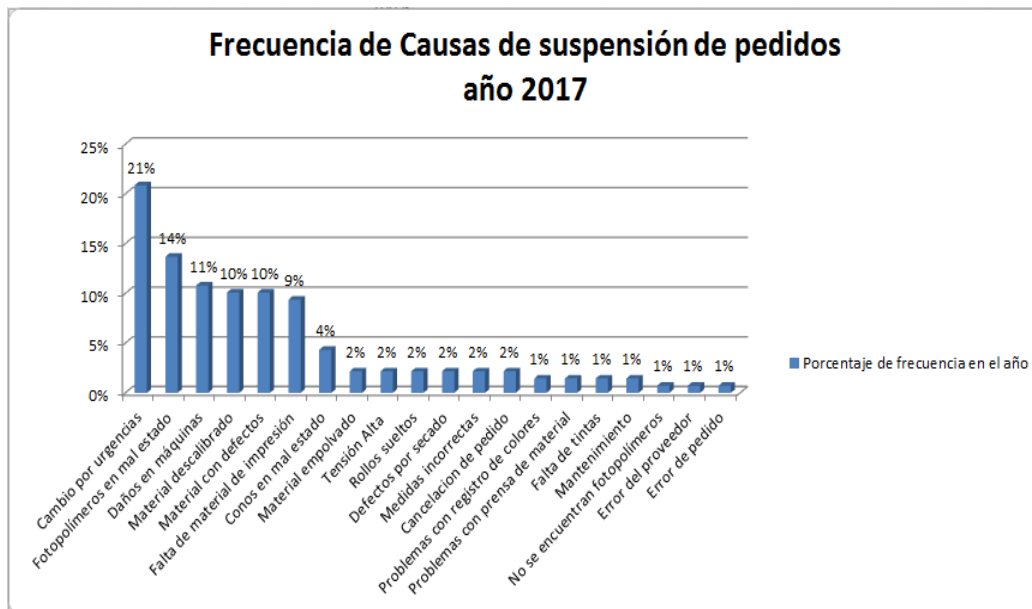


Figura 5. Frecuencia de causas de suspensión de pedidos de enero a diciembre del año 2017.

La causa más frecuente con un 21% es la suspensión de pedidos por urgencias, esto tiene un impacto negativo pues se generan sobrecostos por mano de obra y material. En segundo lugar con un 14% está el mal estado de los fotopolímeros, en consecuencia se produce un aumento en Kg de retal por defectos como manchas en la impresión, demoras en el registro y prensa de colores y errores de impresión debido a que varios de ellos pueden estar partidos por deterioro o modificaciones de los mismos realizadas por operarios para incluir características a petición del cliente, se puede observar que esta situación tuvo una mayor reincidencia en el mes de agosto, con una frecuencia hasta de 5 veces en el mes, lo que indica que se requieren acciones que permitan reducir su impacto, cabe resaltar que la empresa ha venido realizando una selección de fotopolímeros que entregan a sus clientes para su respectiva renovación.

En tercer lugar con un 11% de reincidencia en el año 2017, se encuentra daños en las máquinas como los siguientes: averías en los bastidores de las máquinas Hemingstone e Indemo, sistema de

aire de los bastidores descompuesto, daños en el sistema hidráulico de la máquina Hemingstone, entre otras, según información que suministra la empresa, sólo se realiza mantenimiento una vez al año, sin embargo al revisar estos datos históricos se pudo observar que se presentaron problemas relacionados con la parte mecánica de las máquinas hasta 15 veces a lo largo del año, lo que indica una necesidad de mantenimiento preventivo más frecuente de estas impresoras con el fin de evitar contratiempos durante la producción.

También se pudo identificar causas relacionadas directamente con el material como arrugas, piel de naranja, deficiente tratado de material lo que impide que la tinta se adhiera correctamente a la película plástica, material con polvo, entre otros aspectos, que provocan defectos en la impresión y por ende exceso de retal, todos ellos se presentaron en una proporción de 10% a lo largo del 2017, esta causa está directamente relacionada con el subproceso de extrusión.

Algunas de estas causas de suspensión de pedidos a su vez afectan directamente el alistamiento o preparación de las máquinas impresoras pues provocan que los tiempos aumenten considerablemente, entre ellas está la falta de material, fotopolímeros perdidos, conos en mal estado, falta de tintas, problemas con el registro y prensa de colores y material sucio entre otras, que se dan con una menor frecuencia como se muestra en la tabla 13.

Cabe resaltar las siguientes situaciones del proceso de impresión:

- Se tiene un buen control del subproceso de impresión gracias al uso de formatos de reporte diario, planillas de producción y tarjeta de pedidos.

- La empresa no maneja stock excepto cuando se trata de material importado, es por ello que la producción se realiza de acuerdo con las órdenes de pedidos.
- Las órdenes de producción se realizan a mano, por el director de procesos Carlos Calixto, quien una vez recibe los formatos de orden de pedido, diligencia las planillas de producción que son entregadas a los operarios de planta.
- No se cuenta con un software para la planeación o programación de producción
- No se tiene información concreta de tiempos de fabricación de cada operación por lo tanto no existen metas de producción, ni incentivos por logros en la misma.
- Cuentan con portafolio de productos, sin embargo, los productos son personalizados.

5.4.3 Árbol del problema

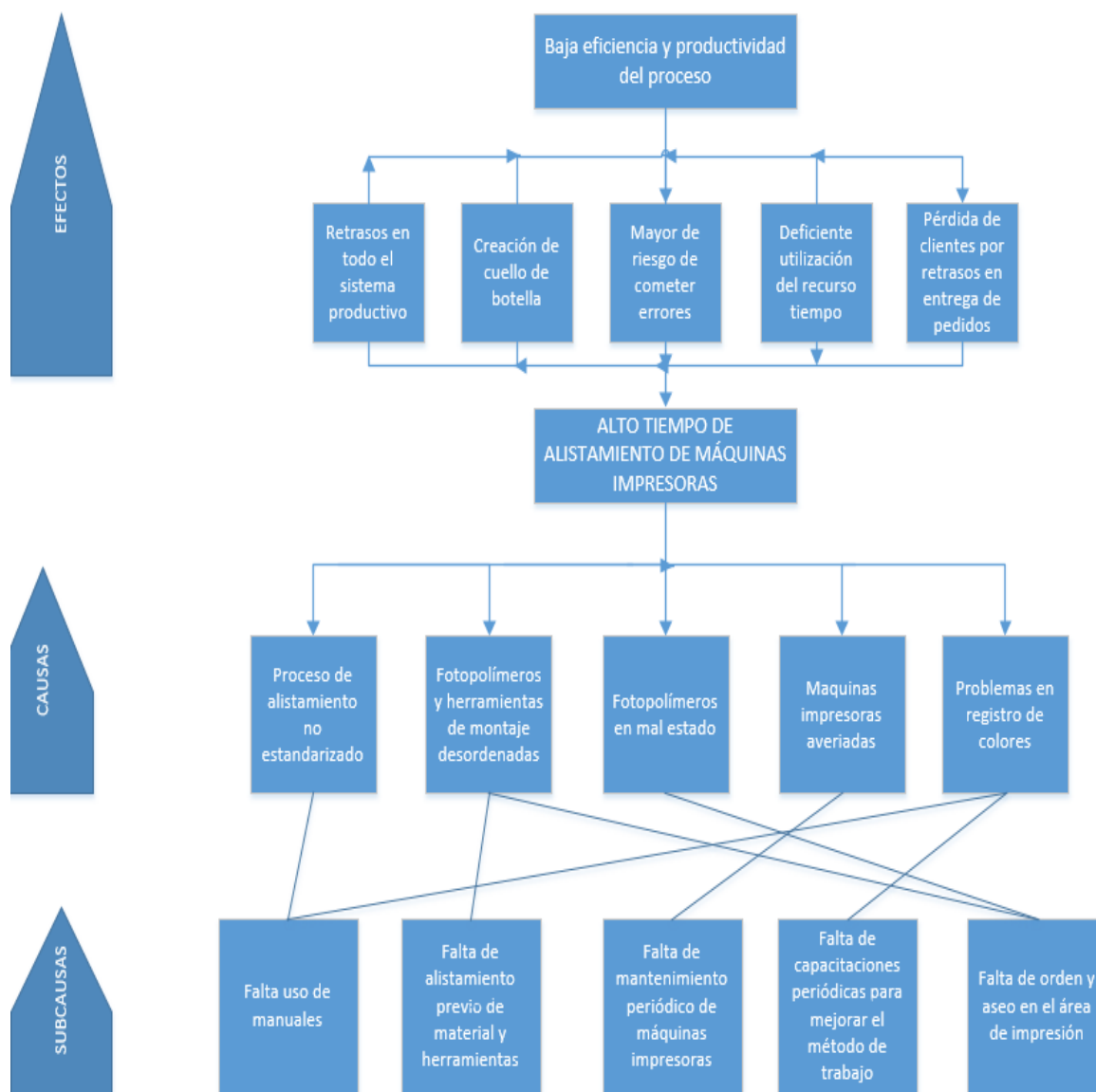


Figura 6. Diagrama de árbol de problema para los altos tiempos de alistamiento de las máquinas impresoras

Esta herramienta se enfocó en los altos tiempos de alistamiento de las máquinas impresoras, y en torno a él se identificaron subcausas, causas y efectos, lo que permite clarificar aún más la raíz del problema además de que aporta una visión más general del contexto en el que se desarrolla.

5.4.4 Árbol de objetivos

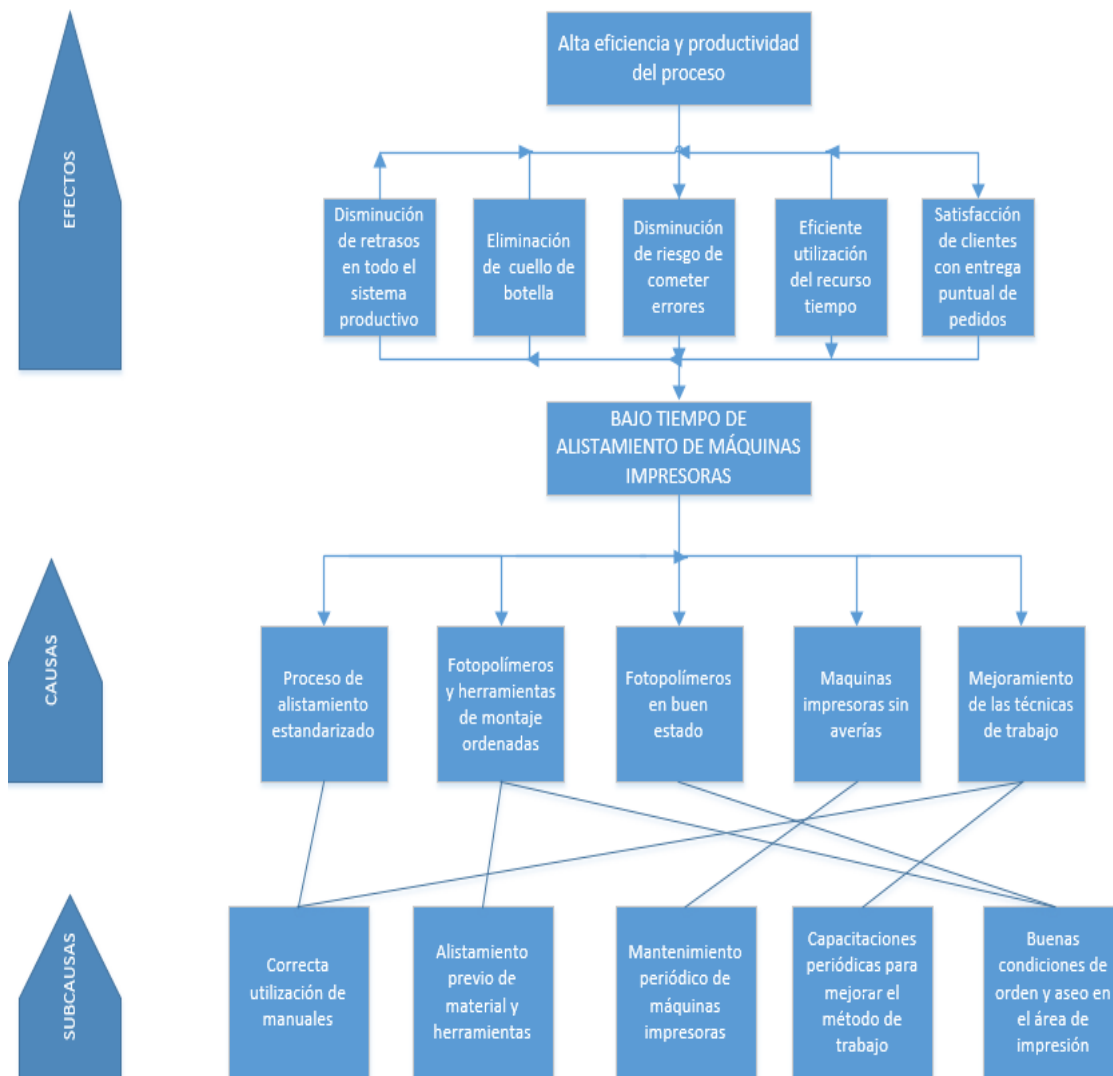


Figura 7. Diagrama de árbol de objetivos del subproceso de impresión. Se describen los objetivos para solucionar cada problema del árbol de la figura 4.

Para el árbol de objetivos se debe pasar de lo negativo a lo positivo siendo lo positivo la situación a la cual se quiere llegar dando solución a los problemas anteriormente detectados, al transformar las causas en medios y los efectos en fines, para este caso los bajos tiempos de alistamiento será la situación a la cual se quiere llegar, estandarizando el proceso de alistamiento,

ordenando áreas de trabajo y herramientas, verificando el buen estado de los fotopolímeros, cambiando actividades internas en externas, con lo cual se logrará una disminución en los retrasos de los pedidos, mayor eficiencia en el uso del tiempo, mayor productividad del área de impresión y satisfacción de los clientes al recibir sus productos con las especificaciones solicitadas y en el tiempo estipulado

**5.4.5 Estudio de tiempos.** El estudio de tiempos permite confrontar la realidad de los sistemas productivos sujetos a medición, en la empresa Carlixplast S.A.S se decide realizar un estudio de tiempos al alistamiento de las impresoras flexográficas con el cual se busca obtener información de las actividades de cada una de las tres máquinas que se tienen para realizar este proceso ya que no se cuenta con un estudio de tiempos previo, asimismo obtener datos que permitan establecer el método para así disminuir el tiempo empleado en el alistamiento y oportunidades de mejora para dicho proceso, además los operarios trabajan cada uno a su ritmo, realizan las actividades de preparación de máquina a conveniencia y no siguiendo el manual de procedimientos predispuesto por la empresa.

Para realizar el estudio de tiempos se realizó una observación minuciosa del proceso de alistamiento, con el fin de identificar la forma más acertada de medir dichos tiempos, posteriormente se registró la descripción completa del proceso de cada una de las máquinas, se estableció el método y se dividió esta operación en elementos, posteriormente se tomó como variable el número de tintas usadas en cada máquina como se muestra en el Apéndice 15. Estudio de tiempos y se estableció el método de medición y el número de ciclos a registrar. Los elementos del ciclo de trabajo de cada una de las máquinas se muestran en el Apéndice 14.

- *Número de ciclos.* Se realizó una premuestra (ver Apéndice 15: estudio de tiempos, hoja 1.) para calcular el número de ciclos de trabajo. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número que se puede estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. General Electric Company estableció la siguiente tabla como una guía aproximada para el número de ciclos que se deben registrar.

Tabla 15.

*Guía aproximada para el número de ciclos*

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

*Fuente:* Información tomada de *Time Study Manual* de los Erie Works de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

Nota: Tomado de: Benjamin, N., (2009) Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño de trabajo, México, McGraW-Hill / Interamericana editores S.A de CV.

De la tabla anterior se obtiene el número de ciclos necesarios para realizar el estudio de tiempos, el alistamiento en cualquiera de las tres máquinas presentes en el subproceso de impresión dura más de 40 minutos como se pudo observar de manera directa y con las premuestras que se obtuvieron, por lo que se recomienda una cantidad de ciclos igual a tres, asimismo, el tiempo varía

de una máquina a otra en cuanto a la cantidad de tintas a las que imprimen, es decir que aumenta si se deben alistar las seis tintas de la máquina en comparación con el alistamiento de una tinta, por lo expuesto anteriormente se decide realizar el estudio de tiempos por tipo de máquina y según el número de tintas a la que imprime.

- Método de medición: Para realizar estas mediciones se estableció el método de toma de tiempos por cronómetro de tiempos repetitivos vuelta a cero.
- Tiempo normalizado: Con los datos obtenidos de la medición de los tiempos de alistamiento, se calculó el tiempo normalizado y se dio la clasificación del desempeño del operario la cual está expresada en porcentaje, el 100% será un desempeño estándar un porcentaje menor será si el desempeño fue bajo y mayor a 100% si su desempeño fue superior.

$$\textit{Tiempo normalizado} = \textit{Tiempo observado} \times \frac{\textit{Valoración asignada}}{\textit{Valoración nominal}}$$

- Tiempo asignado. A cada elemento se le asignaron los suplementos que le aplican, estos son tiempos extra generados por necesidades personales, fatiga y otras situaciones que no permiten que el operario mantenga un ritmo estándar.

$$\textit{Tiempo asignado} = \textit{tiempo normalizado} * (1 + \% \textit{suplementos})$$

- Tiempo tipo. Una vez calculado el tiempo asignado se determinó un porcentaje de contingencia de 5% y se procedió a calcular el tiempo con la siguiente ecuación.

$$\textit{Tiempo tipo} = \frac{\textit{Tiempo asignado}}{(1 - \% \textit{contingencia})}$$

Tabla 16.

*Tiempos tipo*

T I N T A S	MÁQUINA		
	UTECO	HEMINGSTONE	INDEMO
1	02:29:20	02:29:01	01:47:35
2	02:58:37	03:07:58	02:15:44
3	03:39:06	03:41:51	02:38:33
4	03:53:36	04:08:18	02:45:43
5	04:04:48	04:33:48	
6	04:49:19	04:47:15	

Nota. Tabla con resumen de tiempos tipo de las máquinas impresoras del subproceso de impresión, dados en el formato de hh: mm: ss. VER APÉNDICE 15

El tiempo tipo indica el tiempo requerido por los operarios asignados a cada una de las máquinas para realizar la actividad de alistamiento (Indemo: 1 operario, Uteco y Hemingstone:2 operarios), el cual podría ser reducido con la estandarización del proceso y la aplicación de la metodología SMED.

## 6. Formulación de propuestas de mejora

Una vez terminado el diagnóstico anterior se da lugar a la formulación de propuestas de mejora para el proceso productivo de la empresa Carlixplast S.A.S, estas se presentan a la dirección de la empresa para su posterior aprobación.

### 6.1 Propuestas de mejora para implementación de metodología 5S's

Mediante la utilización de la lista de chequeo 5S's se verifica las condiciones de orden y aseo en cada una de las áreas de la planta de producción como objetos, herramientas, repuestos

innecesarios o en mal estado en los puestos de trabajo, herramientas sin un lugar fijo para su ubicación, tiempos improductivos en la búsqueda de herramientas o material y sumado a esto desmotivación de los operarios en el tema de limpieza.

**6.1.1 Objetivo de la propuesta** Mejorar el orden y aseo en cada una de las áreas y a través de todo el proceso productivo con el fin de prevenir riesgos de accidentes laborales y minimizar el tiempo de búsqueda de herramientas.

**6.1.2 Propuesta.** Aplicar las etapas correspondientes de la metodología 5 eses mediante un conjunto de actividades que contribuyan a mejorar el orden y el aseo en la planta de producción la empresa Carlixplast S.A.S.

Tabla 17.

*Plan de acción para la metodología 5 eses*

Objetivo	Actividades	Responsables	Tiempo estimado
Obtener diagnóstico de orden y aseo	Aplicar listas 5 eses en cada subproceso y bodegas	Practicantes	1 semana
Socialización de la metodología con directivos	Reunión con tutor Reunión con auxiliares de HSEQ y calidad	Practicantes	1 hora
Desarrollar jornada orden y aseo general	Limpiar máquinas, pisos, paredes, techo, luminarias	Practicantes Auxiliares operarios supervisores	1 día
Capacitar operarios	Realizar una jornada de capacitación a todos los operarios de la planta de producción	Practicantes	3 días (cada sesión de media hora)

Continuación de la tabla 17. Plan de acción para la metodología 5 eses

Ejecutar primera etapa SEIRI	Elaboración de una lista de herramientas necesarias por cada puesto de trabajo Clasificación de las herramientas de mayor y menor frecuencia de uso Eliminación de elementos innecesarios del puesto de trabajo como tornillos, herramientas en mal estado, recipientes. Entrega de residuos a personal de mantenimiento para su correcta disposición final	Practicantes Operarios	1 semana
Ejecutar 3ra etapa SEISO	Limpiar las herramientas de cada máquina Limpiar las máquinas eliminando polvo y grasa Limpiar escritorios Limpiar, resanar y pintar paredes en mal estado (impresión) Resanar y pintar pisos	Practicantes Operarios Supervisores	Semana y media
Ejecutar 4 etapa SEIKETSU	Definir estándares de orden y limpieza Establecer normas de limpieza orden y aseo Estandarizar procedimiento de limpieza Crear manual de procedimientos para la limpieza y desinfección de herramientas y utensilios Aplicar método de tarjetas rojas	Practicantes Auxiliar HSEQ	4 semanas
Ejecutar 5 etapa SHITSUKE	Crear hábitos de orden y limpieza Evaluar mediante lista de chequeo las etapas anteriores	Operarios	1 semana

### 6.1.3 Resultados esperados

- Máquinas impresoras cada una con su tablero de herramientas
- Herramientas en estado imaculado de limpieza
- Paredes, techos y pisos limpios

- Cajas de herramientas en buen estado para cada una de las máquinas con su respectivo inventario dentro de la misma
- Empleados consientes de la importancia de tener hábitos de limpieza en su lugar de trabajo
- Mayor eficiencia del proceso gracias al orden de las herramientas y de su fácil accesibilidad
- Disminución del tiempo por búsqueda de herramientas

## **6.2 Propuesta para la eliminación de despilfarros.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis 5MQS, en la planta de producción de la empresa se presentan despilfarros como, por ejemplo: largas distancias recorridas por los operarios, defectos en los materiales, todo esto genera un aumento en los costos y afecta la productividad de la empresa, por esto se hace necesario implementar un programa el cual permita mitigar o eliminar las causas de dichos despilfarros.

**6.2.1 Objetivo de la propuesta** Mitigar o eliminar las causas de los diferentes tipos de despilfarro con el fin de aumentar la productividad de la empresa.

**6.2.2 Propuesta.** Realizar actividades que contribuyan a mitigar las causas de los despilfarros que se presentan en la planta de producción de la empresa Carlixplast S.A.S.

Tabla 18.

*Plan de acción para el análisis 5MQS*

Objetivo	Actividades	Responsables	Tiempo estimado
Obtener el diagnóstico de los tipos de despilfarros que se presentan en la planta	Aplicar la lista de chequeo de despilfarros	Practicantes	3 días
Capacitar a los operarios	Se realizan capacitaciones a los operarios de la planta, en estas se da a conocer los 7 tipos de despilfarros sus posibles causas y como mitigarlos	Practicantes	Tres sesiones de media hora cada una
Implementar mejoras enfocadas a reducir tiempos y distancias recorridas por búsqueda de herramientas por parte de los operarios.	<p>Adecuación de tableros de herramientas para las máquinas (impresoras, selladoras y peletizadora) en los cuales se ubicaron las herramientas que son usadas con mayor frecuencia.</p> <p>Asignar cajas de herramientas para cada una de las máquinas, en las cuales se disponen las herramientas que son usados con menor frecuencia.</p> <p>Instalar estructura para organizar los piñones de la máquina Uteco.</p> <p>Adecuar se zona de cargue de producto terminado.</p> <p>Adecuar área de embalaje para las áreas de sellado y refileado.</p> <p>Instalar estibas de plástico en el área de sellado para el producto a ser tratado.</p> <p>Asignar ayudas mecánicas para sellado e impresión.</p> <p>Adecuación de nueva bodega de materia prima.</p> <p>Señalizar y demarcar de las diferentes áreas de la planta.</p> <p>Instalar de lámparas de seguridad</p>	Practicantes y personal de la empresa	3 meses

*Continuación de la tabla 18. Plan de acción para el análisis 5MQS*

	Adecuar zona de embalaje en extrusión.
	Adecuar área de montaje de fotopolímeros
	Desarrollo de herramienta ofimática para la búsqueda de fotopolímeros.
	Aplicar metodología SMED
Evaluación y seguimiento	Aplicar lista de chequeo de despilfarros para evaluar las mejoras realizadas.

### 6.2.3 Resultados esperados

- Reducir tiempos y distancias recorridas por búsqueda de herramientas por parte de los operarios.
- Reducir el tiempo de montaje de piñones de la maquina Uteco.
- Reducir la cantidad de material desechado en el proceso.

## 6.3 Propuesta de mejora para programación de la producción

Con el diagnóstico del subproceso de impresión se logran identificar las causas de suspensión de pedidos, priorizando las que se presentan con mayor frecuencia, en donde la causa más representativa son las ‘urgencias’ lo cual representó el 21% a lo largo del año 2017.

**6.3.1 Objetivo de la propuesta** Crear políticas para entrega de pedidos para la empresa Carlixplast S.A.S.

**6.3.2 Propuesta** Crear políticas en donde se especifiquen los plazos mínimos requeridos para la producción y entrega de pedidos a clientes, la cual permita respetar la programación de la producción del subproceso de impresión evitando así la suspensión de pedidos por urgencias.

Tabla 19.

*Plan de acción para la creación de las políticas*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Conocer cómo se realiza la programación de la producción del subproceso de impresión	Reunión con el director de producción Carlos Javier Calixto para conocer la programación de la producción Reunión con el supervisor de impresión	Practicantes	1 hora
Obtener información acerca de las causas de suspensión de pedidos	Revisar las planillas de producción y formatos pertinentes para obtener información cuantitativa sobre las causas	Practicantes	2 días
Crear políticas para entrega de pedidos	De acuerdo a las causas principales encontradas, diseñar políticas que ayuden a solucionar el problema de programación. Realizar un borrador con la lista de especificaciones y variables a tener en cuenta Definir las políticas	Practicantes	1 día
Aplicar correcciones y socializar	Presentación del documento al director de producción Aplicar correcciones pertinentes Socializar con el director de producción	Practicantes	1 día

### 6.3.3 Resultados esperados

- Regulación de la suspensión de pedidos en el subproceso de impresión por motivos de ‘urgencias’ y por ende eliminación de sobrecostos causados por el cambio de pedido
- Satisfacción de los clientes en cuanto a calidad y tiempos de entrega

## 6.4 Propuesta de mejora para la disminución de tiempos de alistamiento

Se logra identificar que el proceso de alistamiento de las máquinas impresoras no está estandarizado, existe manual de procedimientos que se cumple, sin embargo, se emplea un porcentaje mayor del tiempo en la búsqueda de herramientas, material, fotopolímeros y en la adecuación o montaje de las máquinas. Para el diagnóstico se realizó un estudio de tiempos en donde se reflejó los elevados tiempos de alistamiento de las máquinas impresoras.

**6.4.1 Objetivo de la propuesta** Disminuir los tiempos de alistamiento de las máquinas impresoras mediante la implementación del método SMED

**6.4.2 Propuesta** Implementar el SMED en el subproceso de impresión mediante la división en actividades internas y externas con el fin de estandarizar el proceso de alistamiento y lograr aumentar la eficiencia del subproceso.

Tabla 20.

*Plan de acción para la implementación del método SMED*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Conocer el subproceso de impresión detalladamente	Observar sesiones de alistamiento de las máquinas impresoras	Practicantes	3 meses
Identificar actividades de alistamiento	Realizar una lista que contenga cada una de las actividades de alistamiento de las máquinas impresoras	Practicantes	1 semana
Realizar estudio de tiempos	Hacer un estudio de tiempos cronómetro con el fin de obtener un tiempo promedio del alistamiento de cada una de las máquinas impresoras	Practicantes	1 mes
Reunión con director	Informar al director de procesos sobre la problemática detectada y la importancia de aplicar la metodología SMED	Practicantes	1 hora
Separar actividades internas y externas	Identificar y separar las actividades que se realizan con la máquina encendida(externas) de las actividades que se realizan con la máquina apagada (internas)	Practicantes	1 semana
Convertir las actividades internas en externas	Ubicar cerca de los puestos de trabajo las herramientas necesarias Realizar las pruebas necesarias del nuevo método de trabajo	Practicantes	1 mes
Capacitar a los operarios en el nuevo método de trabajo	Realizar las capacitaciones pertinentes para implementar el nuevo método de trabajo en el subproceso de impresión	Practicantes	2 Días (3 sesiones cada una de media hora)
Perfeccionar el proceso de tareas	Repetir el método definido las veces necesarias con el fin de disminuir los tiempos de alistamiento	Practicantes	2 semanas

### 6.4.3 Resultados esperados

- Disminución de los tiempos de preparación y montaje de las máquinas impresoras
- Actualización del manual de procedimientos del subproceso de impresión
- Mayor eficiencia del subproceso y por ende mejoramiento del tiempo total de producción
- Obtener ventajas de competitividad tales como minimizar el tiempo de preparación, aumentar la flexibilidad productiva al poder producir varios productos en un tiempo mucho menor y permitir una adaptación rápida a la demanda cambiante

## 6.5 Propuesta para la actualización de formatos de control de fotopolímeros

Se logra identificar información desactualizada en los formatos de control de fotopolímeros pertenecientes al subproceso de impresión, asimismo los espacios destinados allí para las especificaciones de cada referencia no son lo suficientemente amplios para toda la información que debería estar contenida en los formatos y en consecuencia este desorden genera confusión y retrasos a la hora de revisarlos.

**6.5.1 Objetivo de la propuesta** Actualizar formatos de control de fotopolímeros y realizar la correspondiente socialización con el personal pertinente.

**6.5.2 Propuesta** Actualizar los formatos de control de fotopolímeros para facilitar el manejo de la información allí contenida, con el fin de que cada operario tenga a su disposición todos los datos necesarios para la identificación y búsqueda del conjunto de fotopolímeros en bodega.

Tabla 21.

*Plan de acción para la actualización de formatos de control de fotopolímeros*

<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Identificar las variables a modificar de los formatos actuales de control de fotopolímeros del subproceso de impresión	Reunión con Director de producción y supervisor de impresión Revisión de información contenida en los formatos	Practicantes Supervisor de impresión Director de producción	1 hora
Estructurar los nuevos formatos de control de fotopolímeros	Realizar un borrador de los formatos que se van a modificar	Practicantes Supervisor de impresión Director de producción	2 horas
Presentar los formatos modificados a director de producción y supervisor de impresión	Presentación de los formatos para aplicar correcciones pertinentes	Practicantes	1 hora
Realizar prueba de formatos modificados	Recolectar información de formatos actuales para realizar prueba de los formatos modificados	Practicantes	3 horas
Socializar los formatos con el personal de impresión	Presentar los formatos modificados Escuchar sugerencias de operarios de impresión para posteriores correcciones	Practicantes	1 hora (para cada turno)
Presentar formatos modificados a la dirección de producción para su aprobación	Reunión con el director de impresión para aprobación de los formatos modificados	Practicantes	30 minutos

*Continuación de la tabla 21. Plan de acción para la actualización de formatos de control de fopolímeros*

Crear herramienta ofimática	Realizar las pruebas pertinentes con la información de los formatos Determinar información importante de los formatos modificados Crear una base de datos para digitalizar la información Socializar la herramienta con el personal pertinente	Practicantes	2 meses
-----------------------------	---	--------------	---------

**6.5.3 Resultados esperados**

- Formatos con información actualizada, ordenada y clara
  - Mejor Accesibilidad a la información de clientes a través de la digitalización de datos
  - Información más organizada, completa y precisa sobre los fopolímeros de cada cliente
- Otorgar a la empresa una herramienta ofimática que permita un acceso más fácil y rápido a la información de control de fopolímeros

**7. Implementación de las propuestas**

A continuación, se realizará la descripción de la metodología utilizada para la implementación de cada una de las propuestas mencionadas anteriormente autorizadas por el director de procesos de la empresa Carlixplast S.A.S.

## **7.1 Implementación de la metodología 5 eses**

### **Metodología**

#### **Etapa 1: Diagnóstico y análisis**

Para el diagnóstico y análisis de las condiciones de orden, aseo y limpieza de la planta de producción de la empresa Carlixplast S.A.S, se realizó una observación directa y se aplicó una lista de chequeo (Apéndice 17) en los puestos de trabajos por cada subproceso y bodegas presentes allí. La información resultante fue posteriormente utilizada para realizar la comparación con los datos obtenidos luego de la implementación de cada una de las etapas 5 eses, de esta manera se pudo evidenciar las mejoras alcanzadas y los aspectos que requieren las acciones específicas.

#### **Etapa 2: Diseño del programa y socialización con directivos**

Aquí se definieron las actividades a realizar en cada una de las etapas de la metodología 5 eses, asimismo la importancia de involucrar a líderes, operarios y directivos en el desarrollo de estas actividades, esto con el fin de comprometer a todo el personal de la planta de producción en el desarrollo en la implementación.

Inicialmente se realizó una reunión con el director de producción con el fin de tratar el tema de la implementación de la metodología 5 eses, una vez aprobada por el director, se socializó con los auxiliares de HSEQ, calidad y producción con el fin de involucrarlos en el desarrollo de las

actividades, se usó un medio visual para presentarles la información obtenida del diagnóstico y las recomendaciones pertinentes junto con las actividades a realizar en cada área de la planta, ellos a su vez aportaron ideas para un mejor desarrollo del programa.

### **Etapas 3. Divulgación de la metodología 5 eses**

Para esta etapa el objetivo fue lograr que el personal de planta conociera acerca de la metodología 5 eses, como objetivos, conceptos, etapas a desarrollar con sus diferentes actividades, beneficios y sobre todo la importancia de mantener sus lugares de trabajo limpios y ordenados, para ello se realizaron charlas con los operarios principalmente en las áreas con mayores problemas de orden y aseo, se llevó a cabo capacitaciones, distribuidas en 3 sesiones de 35 minutos, durante 3 días para los tres turnos, de esta manera se capacitó a todos los operarios de la planta de producción pertenecientes a las distintas áreas y subprocesos, asimismo, asistieron los auxiliares de HSEQ, producción, calidad y seguridad y salud en el trabajo, allí se les presentó mediante diapositivas la información pertinente con ayuda de fotografías de la planta con algunos ejemplos de antes y después para mostrar la efectividad de la metodología 5 eses una vez implementada, al final de la charla se realizó una evaluación sobre el tema tratado y se resolvieron dudas e inquietudes.

### **Etapas 4. Implementación de la metodología 5 eses**

Una vez se hizo la divulgación de la metodología 5S y las acciones a realizar para la implementación se inició la puesta en marcha del programa como se describe a continuación:

**Implementación de Seiri: Clasificar:** Esta primera etapa consiste en eliminar todos los elementos innecesarios y clasificar lo útil, para ello se realizó una primera clasificación de los objetos ubicados cerca de las máquinas y puestos de trabajo. Cada máquina tiene una caja destinada para guardar repuestos y herramientas, sin embargo, dentro de ellas se identificaron piezas y herramientas dañadas por lo que se hizo una identificación de los objetos necesarios, dañados, obsoletos y objetos de más. Los objetos necesarios se organizaron, los dañados y obsoletos se separaron y se llevaron a la zona de mantenimiento para repararlos o definitivamente descartarlos y los objetos de más se transfirieron a otros puestos de trabajo que carecían de estos. Con esta primera fase de 5 eses se logró dar un mejor aspecto de las áreas tratadas.

**Implementación de Seiton: Ordenar.** En esta etapa se acondicionaron los medios para guardar y localizar los objetos más fácilmente, este paso también tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos, en esta etapa se tuvo en cuenta el criterio de frecuencia de uso de herramientas, por ejemplo, las herramientas que se usan a cada momento se acomodaron en tableros cerca a la máquina correspondiente y se identificaron cada una de las herramientas con su respectivo nombre, de tal manera que los operarios no realicen búsquedas o recorridos innecesarios para alcanzarlas, además se solicitaron herramientas que hacían falta en los puestos de trabajo que eran de uso frecuente durante la jornada laboral, por otro lado, las que se usan varias veces al día y varias veces a la semana se ubicaron en la caja de herramientas de cada máquina, los objetos que se utilizan algunas veces al mes se ubicaron en la caja de herramientas que maneja el supervisor del área y finalmente las que poco se usan se les dio un lugar en el área de mantenimiento.

**Implementación de Seiso: Limpiar.** En esta etapa se debe motivar al empleado a mantener su puesto de trabajo limpio y ordenado además de eliminar polvo, suciedad y evitar desorden de los elementos, para ello se realizó una jornada de limpieza y orden en donde se convocó a todo el personal de la planta con el fin de limpiar máquinas, luminarias, pisos, techos, paredes, estibas, rodillos, por otro lado se desinfectaron y desengrasaron piezas, rodillos de impresoras, herramientas, superficies de máquinas y mesas de trabajo entre otras, esta primer jornada duró aproximadamente 4 horas, en donde se logró eliminar gran parte de la suciedad de la planta, además a lo largo de la implementación de esta ‘ese’, como una segunda fase de limpieza, se realizó un recorrido por cada uno de las áreas y subprocesos con el fin de eliminar todo tipo de suciedad y fuentes de contaminación.



*Figura 8.* Jornada de limpieza metodología 5 eses

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

**Implementación de Seiketsu: Estandarizar.** En esta etapa se elaboró estándares de limpieza, para ello se mostraron fotografías del antes y después de las diferentes zonas de la planta de producción una vez aplicadas las 3 primeras etapas de la metodología 5S, además se realizaron visitas periódicas para la inspección de cada área mostrándoles la importancia de mantener los puestos de trabajo limpios y ordenados logrando de esta manera la realización de acciones de

autocontrol permanente por parte de todo el personal. Para esta etapa también se hicieron auditorías mensuales (ver apéndice 18) para cada subproceso y las diferentes bodegas.

El auxiliar de HSEQ fue el encargado de crear procedimientos para la desinfección de máquinas, herramientas y utensilios, procedimiento que debía realizarse diariamente al comenzar y al terminar la jornada de trabajo (Ver apéndice 19), los procedimientos fueron socializados durante la jornada de capacitación de la metodología 5 eses, con esto se logró crear un estándar de limpieza que los operarios de la planta deben aplicar sin excepción.

**Implementación de Shitsuke: Disciplina.** En esta etapa se intentó influenciar al personal en el mantenimiento del orden, aseo y limpieza logrados durante el proceso de implantación de la metodología, inculcándoles hábitos para que los puestos de trabajo y diferentes áreas de la empresa se mantuvieran en buen estado, para ello fue importante involucrar a la dirección en el seguimiento del programa una vez se finalice el proyecto.

#### **Etapas 5. Evaluación y seguimiento.**

Una vez finalizada la implementación de las etapas correspondientes de la metodología 5 eses, se realizó el seguimiento durante los 3 meses siguientes y se compararon los datos obtenidos como se puede observar en el Apéndice 18. Auditoría 5 ESES.

Tabla 22.

Auditoría metodología 5 eses del mes de Junio a Agosto de 2018

MES	Selección (SEIRI)	Organización (SEITON)	Limpieza (SEISO)	Estandarización (SEIKETSU)	Disciplina (SHITSUKE)	TOTAL
<b>Junio</b>	50%	52,38%	42,86%	62,50%	42,86%	50,45%
<b>Julio</b>	51,85%	66,67%	61,90%	70,83%	57,14%	61,40%
<b>Agosto</b>	74,07%	80,95%	76,19%	83,33%	80,95%	78,95%

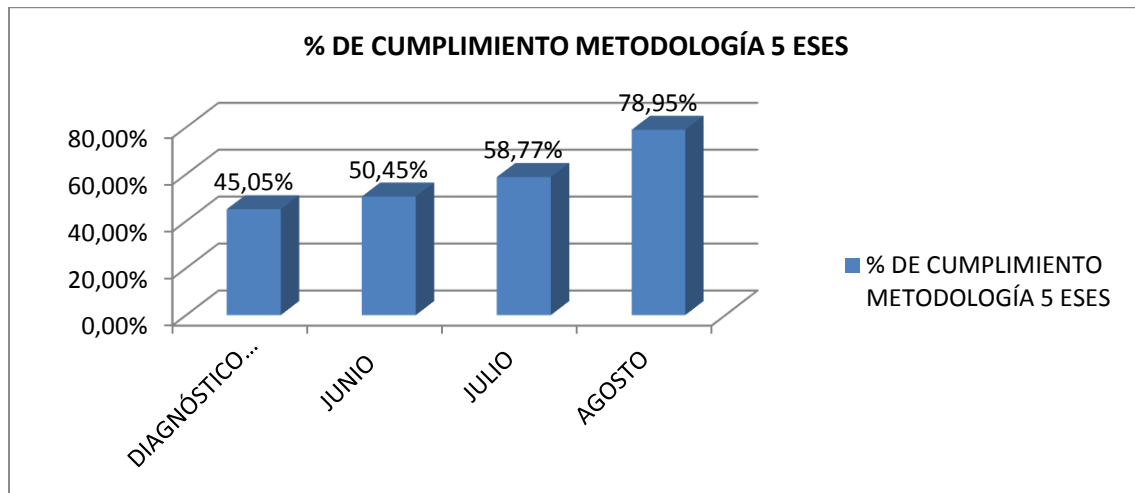


Figura 9. Control de cumplimiento de la metodología 5 eses

Con el seguimiento realizado durante los tres meses se pudo observar varios aspectos que se describen a continuación:

- Falta de disciplina y compromiso por parte de algunos operarios para realizar las actividades de limpieza, entre ellas las jornadas de limpieza correspondiente a la tercera etapa Seiso (limpiar).
- Se observó desmotivación del personal para mantener la limpieza en el área de impresión, tanto de herramientas como de máquinas, debido al difícil manejo de insumos como tintas.
- Falta de disciplina para mantener las herramientas ubicadas en los tableros correspondientes en las diferentes áreas.

El director de producción fue informado de las situaciones anteriormente nombradas y será el encargado de tomar acción al respecto.

Algunos beneficios que se obtuvieron durante el proceso de implementación fueron los siguientes:

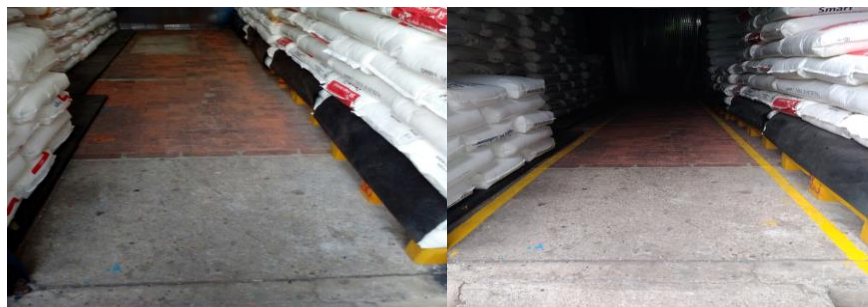
- Pisos de toda la planta de producción limpios y pintados



*Figura 10.* Planta de producción antes y después de aplicar pintura epoxica

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Se lograron obtener algunas mejoras locativas como señalización de bodegas de materia prima



*Figura 11.* Antes y después de la señalización de bodegas de materia prima

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Se reemplazaron mesas de trabajo y cajones de madera por mesas y superficies en aluminio



*Figura 12.* Antes y después de las mesas ubicadas en máquina Indemo subproceso de Impresión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Las estibas de madera utilizadas como base para ubicar producto en proceso y producto terminado se reemplazaron por estibas plásticas que facilitan su limpieza.



*Figura 13.* Antes y después cambio de estibas de madera por estibas plásticas

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Se eliminaron piezas, tornillos y piezas dañadas de las cajas de herramientas



*Figura 14.* Cajas de herramientas antes y después

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Orden de herramientas con mayor frecuencia de uso y su ubicación en el respectivo tablero



*Figura 15.* Antes y después herramientas subproceso de impresión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Elementos de aseo con su respectivo color según el área para evitar la pérdida de elementos en la planta



Figura 16. Elementos de aseo por áreas con su respectiva identificación con color

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Estantería pintada y cubierta con lámina de acrílico en el subproceso de sellado y extrusión



Figura 17. Antes y después de estantería

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Renovación de letreros de estantería de tintas en bodega de tintas y alcohol



*Figura 18.* Antes y después de renovación de identificación de tintas

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Máquinas extrusoras en perfecto estado de orden aseo y limpieza



*Figura 19.* Antes y después de las máquinas extrusoras (aseo y pintura)

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Piñones ubicados en nueva estructura, beneficios: eliminación de estante, liberación de espacio para zona de montaje, mayor orden de piñones



*Figura 20.* Adecuación de estructura para ubicar piñones y eliminación del estante

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Área de montaje de fotopolímeros máquina Indemo despejada, adecuación de báscula y de paredes



*Figura 21.* Antes y después de zona de montaje de fotopolímeros

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Base para descargar rollos impresos de máquina Indemo



*Figura 22.* Base área de impresión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

## 7.2 Implementación del plan para eliminación de despilfarros

### Metodología

#### Etapa 1: Diagnóstico

Para el diagnóstico de despilfarros se hicieron recorridos a través de la planta y se diligenció la lista de chequeo (Ver Apéndice 20), de esta manera se logró identificar los tipos de despilfarros para formular las correspondientes propuestas de mejora.

#### Etapa 2: Capacitación a los operarios

Se hizo necesario socializar con los operarios sobre los tipos de despilfarros, de esta forma se concientizó sobre la importancia de reducirlos y de cómo estos afectan la productividad de la empresa, así mismo se dieron a conocer las causas más comunes y algunas formas de mitigarlos.

### **Etapas 3: Implementación de mejoras**

Una vez identificados los despilfarros presentes en la planta se implementaron las mejoras.

#### **Máquina**

Se aplicó la metodología SMED en el área de impresión, con la cual se logró reducir los tiempos de alistamiento de las impresoras flexo gráficas (ver numeral 6.2 Implementación SMED).

#### **Material**

A continuación, se muestra la variación que tuvo la participación del retal en la producción por kilos en cada una de las áreas de producción.

Tabla 23.

*Retal producido en las áreas de producción, en un periodo de tiempo de 5 meses*

<b>Subproceso</b>	<b>Producción en kilos</b>	<b>Retal</b>	<b>P</b>
<b>Impresión</b>	282.854,00	3964	1,40%
<b>Extrusión</b>	606.559,60	12919	2,13%
<b>Sellado</b>	444.983,80	9274,9	2,08%
<b>Refilado</b>	127.616,10	617,1	0,48%

Nota. P: Participación de la producción mensual, Kilogramos material procesado y Kilogramos de desperdicio en las áreas de producción en la empresa Carlixplast S.A.S, del 1 de diciembre de 2017 al 30 de abril de 2018.

Tabla 24.

*Retal producido en las áreas de producción, en un periodo de tiempo de 5 meses*

<b>Subproceso</b>	<b>Producción en kilos</b>	<b>Retal</b>	<b>P</b>	<b>Variación</b>
<b>impresión</b>	309936,7	4597,1	1,48%	-0,08%
<b>extrusión</b>	652531,3	14256,6	2,18%	-0,05%
<b>sellado</b>	449113,1	8354,7	1,86%	0,22%
<b>refilado</b>	137878,3	472,6	0,34%	0,14%

Nota. P: Participación de la producción mensual, Kilogramos material procesado, Kg de desperdicios en las áreas de producción en la empresa Carlixplast S.A.S, del 1 de mayo al 30 de septiembre de 2018., porcentaje de participación del retal y la variación de un periodo a otro.

Se puede evidenciar que en el área de sellado y refilado la variación es positiva, lo cual indica que se disminuyó la cantidad de retal con respecto a la producción en el periodo anterior, por otro lado, en impresión y extrusión estos niveles aumentaron, por tanto, hace falta mayor control y compromiso por parte de los operarios de estas áreas.

### **Mano de obra**

- Se instalaron tableros donde se ubicaron las herramientas de uso frecuente, con el fin de reducir la distancia recorrida para trasladarlas hasta las máquinas, así como los tiempos empleados en la búsqueda de estas; para cada máquina se asignó un juego de herramientas con el fin de evitar esperas e interrumpir el proceso de alistamiento.
- Se asignaron cajas de herramientas en donde se ubicaron los elementos más necesarios, esto con el fin de reducir el tiempo de búsqueda de las mismas.

- Se diseñó una estructura para el almacenamiento de los piñones de la impresora Uteco, de esta forma facilitar su búsqueda y su identificación, reduciendo así los tiempos empleados en esta tarea.
- Se adecuó una zona de cargue de producto terminado, la cual facilita el despacho del mismo y reduce la distancia y el tiempo empleados en el cargue de este producto al vehículo.
- Se adecuó un área de embalaje para los subprocesos de extrusión y refilado reduciendo así el desplazamiento y el tiempo usado por los operarios para la búsqueda del material de embalaje que son de 12,3 metros y 4,8 metros respectivamente empleando un tiempo de 40 y 16 segundos por cada viaje que debían realizar hasta la zona donde se encontraba el material de embalaje.



*Figura 23.* Área de embalaje subproceso de refilado y extrusión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Se instalaron estibas de plástico en el área de sellado para el material que se va a procesar, así los operarios pueden apilar de 3 a 4 rollos evitando desplazamientos cada vez que van a trasladar el rollo desde la respectiva bodega hasta la máquina para ser procesado.

- Se adecuó una nueva bodega de materia prima con lo cual se redujo la distancia y el tiempo empleado por los operarios en el traslado de esta a la respectiva máquina.



*Figura 24.* Bodega de materia prima ubicada junto al subproceso de extrusión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S.

- Se asignaron ayudas mecánicas como carros de plataforma elevadora y apiladores manuales para el área de impresión y sellado facilitando el traslado de los rollos de las máquinas a la respectiva bodega además de esto, son usadas como soporte a la hora de embalar los rollos de producto terminado.

### **Método**

Se diseñaron formatos para el control de inventarios para cada tipo de materia prima, con los cuales se llevará un mejor control. (Ver apéndice 21).

### **Dirección**

Se han venido desarrollando políticas para la programación de producción y entrega de pedidos, las cuales han logrado reducir algunas situaciones que generaban retrasos y sobrecostos en la producción. (Ver numeral 5.8 Creación de políticas).

### **Seguridad**

- Asignación de ayudas mecánicas para el área de impresión y sellado, con el fin de reducir la probabilidad de que presenten enfermedades laborales asociadas al riesgo ergonómico, así mismo controlar posibles lesiones que puedan presentarse por la manipulación de los rollos.
- Se cambiaron las lámparas convencionales por lámparas de seguridad a lo largo de la planta para minimizar el riesgo de accidentes, pues estas tienen un elemento de protección que impide que sus fragmentos entren en contacto con productos y operarios si se llegasen a romper.
- Se demarcaron las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación; se hizo la señalización de seguridad de acuerdo a la evaluación de riesgos debido a la importancia de mantener informados a los trabajadores sobre los peligros y riesgos a los cuales están expuestos.



*Figura 25.* Planta de producción con demarcación de áreas

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

### **7.3 Creación de políticas para entrega de pedidos de la empresa Carlixplast S.A.S**

#### **Metodología**

#### **Fase 1. Obtener información cuantitativa a cerca de las causas de suspensión de pedidos**

Durante la primera fase del proyecto se realizó un diagnóstico que permitió conocer las principales causas de suspensión de pedidos en el subproceso de impresión (ver tabla 14) para ello se revisaron planillas de producción en donde se encontró la información suficiente para afirmar que la principal causa era el cambio por ‘urgencias’ con una recurrencia durante el año 2017 de un 21% lo que equivale a una frecuencia de 19 veces durante el año y con mayor reincidencia en el mes de diciembre.

#### **Fase 2. Conocer la programación de la producción del subproceso de impresión**

Gracias al anterior diagnóstico y con la ayuda de reuniones con el director de producción quien se encarga directamente de la programación del subproceso de impresión, se definió que el

problema radicaba en los plazos de entrega de pedidos, por ello ve la necesidad de modificar e incluir nuevas variables dentro de la guía de tiempos de entrega de pedidos modificada por última vez el 10 de mayo del año 2011 (ver figura 37 ) y de esta manera brindar tiempos reales y justos tanto para la producción de empaques flexibles, como para la entrega del producto a sus clientes.

**GUÍA DE TIEMPOS PARA ENTREGA DE PEDIDOS** CARLIXPLAST

PRODUCTO	TIEMPO ESTIMADO DE ENTREGA			
	SIN IMPRESIÓN	CON IMPRESIÓN		
		Actual	Nuevo con diseño	Nuevo sin diseño
Rollo Polietileno AD / BD	4	9	15	25
Rollo PPM / PPB / CAST	8	15	20	30
Bolsa Polietileno AD / BD	6	11	18	30
Bolsa PPM	8	15	20	30
Bolsa PPB / CAST	12	18	23	30

- Para bolsas con Screen, agregar 8 días.
- Para bolsas con manijas flexibles, rígida y cordón agregar 10 días.
- Para bolsas con sellado traslape y de fondo, agregar 8 días.
- Para bolsas y rollos laminados, agregar 8 días.

Figura 26. Guía de tiempos para entrega de pedidos versión 2011

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

### Fase 3. Creación de políticas de entrega de pedidos

Para dar cumplimiento a esta fase se creó una lista de especificaciones que se incluyeron dentro de las nuevas políticas y en la nueva guía de tiempos para entrega de pedidos (ver Apéndice 22). Con estos nuevos plazos se lograría dar un mayor cumplimiento en las entregas ya que los tiempos se modifican teniendo en cuenta variables importantes como tipo de materia prima, diseño de la impresión, tipo de impresión, color del material, disponibilidad de materia prima entre otros aspectos claves que hacen que el tiempo de fabricación varíe. Una vez establecido el documento

con las políticas se presentó al ingeniero Carlos Javier Calixto, director de producción para realizar las debidas correcciones.

#### **Fase 4. Evaluación**

Con el fin de poder evaluar la nueva guía de tiempos de entrega de pedidos, el director de producción facilitó la información del análisis con base en la comparación de los nuevos tiempos estimados mencionada en la Tabla 2 del Apéndice 22, que se refiere al proceso productivo y la guía antigua de tiempos de la Figura 26 que se refiere al proceso comercial (Ver apéndice 23. Hoja: total vendedores). Para ello se tuvo en cuenta información histórica del nivel de cumplimiento en las entregas de pedidos de cada uno de los vendedores de acuerdo al tipo de pedido ya sea productos con impresión nueva, actual o sin impresión, desde el mes de noviembre de 2016 hasta el mes de septiembre de 2018.

A continuación, se obtuvieron los gráficos resultantes de la comparación anteriormente mencionada:

- Para pedidos con impresión nueva

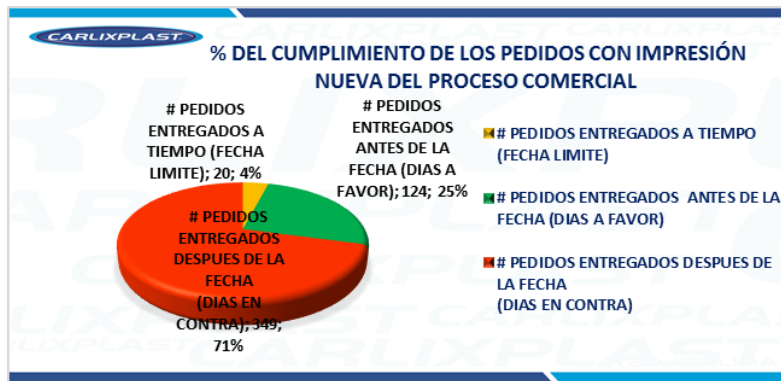


Figura 27. Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso comercial con impresión nueva (noviembre de 2016- septiembre de 2018).

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

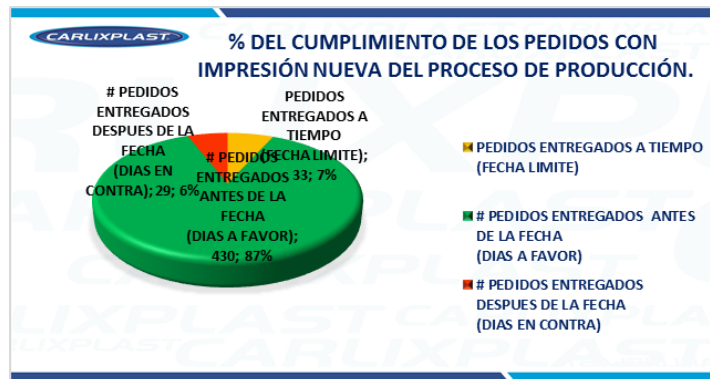


Figura 28. Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso de producción con impresión nueva (noviembre de 2016- septiembre de 2018).

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S.

Se puede observar en este primer paralelo que con la guía de tiempos de entrega del proceso comercial o actual el 71% de los pedidos con impresión nueva se entregaron después de la fecha estipulada, por otro lado con la guía de tiempos del proceso de producción se esperaría un 87% de los pedidos entregados antes de la fecha, evidentemente la guía que se maneja actualmente es ineficiente, con tiempos muy reducidos para la producción del producto, esto a su vez provoca gran descontento al cliente quien espera puntualidad en la entrega de su pedido.

- Pedidos con impresión actual

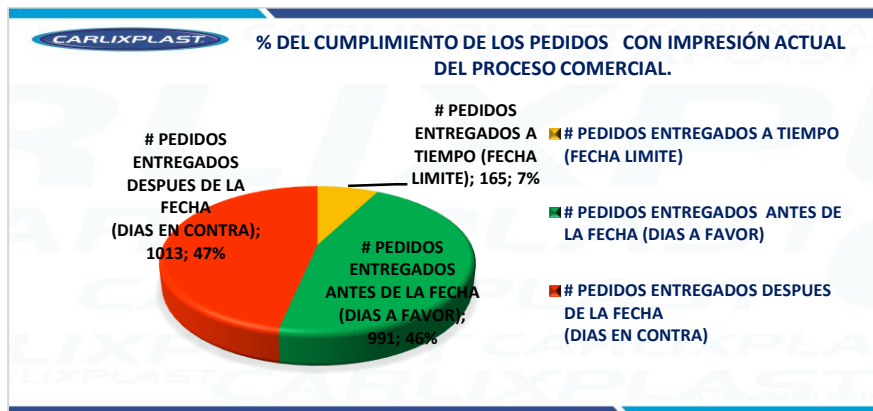


Figura 29. Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso comercial con impresión actual (noviembre de 2016- septiembre de 2018)

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

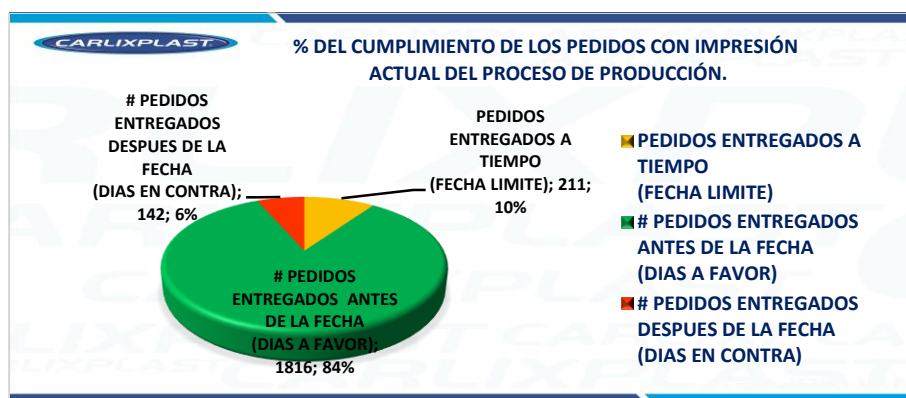


Figura 30. Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso de producción con impresión actual (noviembre de 2016- septiembre de 2018)

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S.

En este caso, el 47% de los pedidos con impresión actual o que ya tienen definido su diseño, se entregaron después de la fecha acordada con el cliente, con la nueva guía se esperaría que el 84% de los pedidos sean entregados antes de la fecha y un 10% de los pedidos se entregarían en

la fecha límite, en total sería un 94% de los pedidos entregados a tiempo, una cifra bastante significativa que va de la mano con la satisfacción del cliente.

- Pedidos Sin impresión

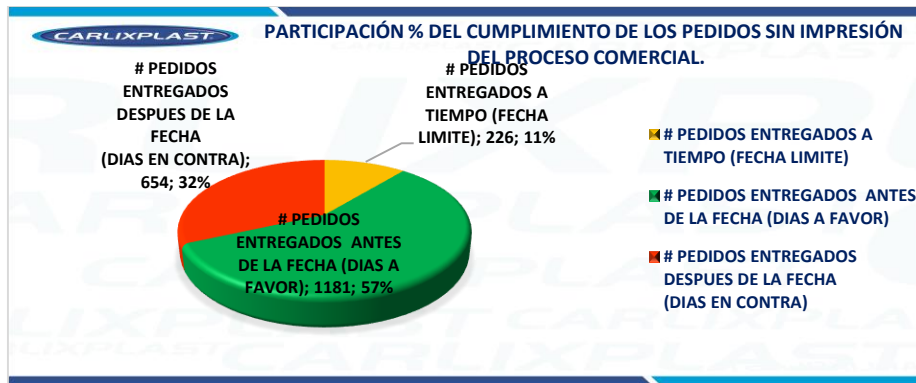


Figura 31. Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso comercial sin impresión (noviembre de 2016- septiembre de 2018).

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

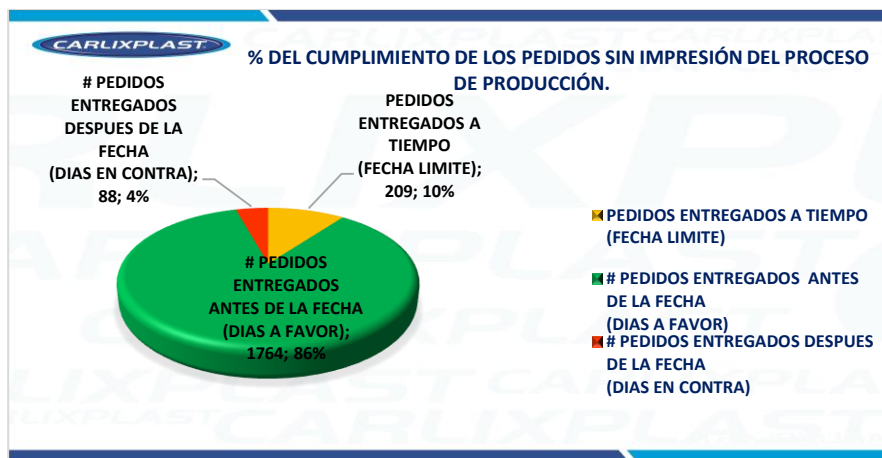


Figura 32. Porcentaje de cumplimiento de entrega de pedidos proceso de producción sin impresión (noviembre de 2016- septiembre de 2018).

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

Para el tipo de producto que no lleva impresión, la guía de tiempos actual tampoco proporciona los plazos necesarios para brindar un buen nivel de cumplimiento de entrega de pedidos, debido a que solo el 57% de los pedidos fueron entregados antes de la fecha estipulada durante el lapso de tiempo analizado, por otro lado, con la nueva guía de tiempos se tendría un 86% de los pedidos entregados antes de la fecha estipulada.

Para la socialización de la nueva guía de tiempos de entrega de pedidos y de las políticas creadas con base en esta, el director de producción necesita ampliar el horizonte de estudio por lo menos un año más, esta propuesta será presentada por él ante la gerencia de la empresa para que ellos den el aval para su posterior implementación y socialización con todas las dependencias involucradas, convirtiéndose en una propuesta que se implementará a mediano plazo.

## **7.4 Implementación de SMED**

### **Metodología**

Inicialmente para realizar el diagnóstico del proceso de alistamiento de las máquinas impresoras se observaron las operaciones realizadas durante la preparación y montaje de cada una Indemo, Hemingstone y Uteco. Estas operaciones son realizadas por dos operarios en las máquinas Hemingstone y Uteco y por un operario en la máquina Indemo, un operario extra se encarga de la limpieza de fotopolímeros, herramientas y partes de las máquinas que lo requieran.

El alistamiento agrupa un conjunto de operaciones que requieren un gran esfuerzo físico, junto a la búsqueda de material, piezas y herramientas son algunas de las causas que más dificultan y

ralentizan el trabajo. Gracias a la observación directa y a las charlas con operarios y supervisores se pudo detectar algunas situaciones que se describen a continuación:

- Se realizaban recorridos innecesarios para la búsqueda de materiales y herramientas debido a que no se efectuaba ningún tipo de alistamiento previo
- Se atravesaban pedidos que interrumpían el proceso de alistamiento
- En varias oportunidades no se encontraron los fotopolímeros en bodega por lo cual debía detenerse el montaje.
- La desactualización de la información de los formatos de control de fotopolímeros llevaba a confusiones durante el montaje.
- Cada operario tiene su propia forma de trabajo, los órdenes para realizar las actividades varían de uno a otro.

Para la iniciar con la implementación de la metodología SMED, primero se capacitó al personal del subproceso de impresión, se aplicaron 3 sesiones cada una de 45 minutos en donde se abarcó todo el tema correspondiente a la herramienta y sus ventajas sobre la productividad y eficiencia del proceso productivo, durante la reunión se aceptaron sugerencias del personal para el buen desarrollo de la implementación del SMED. Se realizó una identificación de las actividades que se ejecutan durante el proceso de alistamiento (ver apéndice 24) teniendo en cuenta los diagramas de flujo del proceso de alistamiento (Ver apéndice 9) y el manual de procedimientos del subproceso de impresión (ver apéndice 25).

### **Fase 1. Separar las operaciones internas y externas**

En esta fase se diferencian las actividades de preparación cuando la máquina está parada (preparación interna) y aquellas que se realizan cuando la máquina está en funcionamiento (preparación externa), esto con el fin de que ninguna actividad externa se realice cuando la máquina esté parada y viceversa. Para esta primera fase se realizó la lista de actividades del proceso de alistamiento con el fin de identificar las actividades internas y externas (ver apéndice 24), con la observación directa y videos de las operaciones se pudo realizar el estudio de tiempos que arrojó información sobre la duración de cada una de las actividades internas y externas (ver Apéndice 15 estudio de tiempos).

Se pudo observar que una vez terminada la impresión de un producto, se detenía la máquina y se empezaba desde cero con el alistamiento del siguiente pedido, por tal motivo se puede afirmar que los operarios no realizaban ningún alistamiento previo de materiales, insumos o herramientas, sin embargo, esporádicamente si realizaban montaje de fotopolímeros del siguiente pedido durante el rodamiento del anterior.

## **Fase 2. Convertir operaciones internas en externas**

En esta fase no sólo se busca que el personal realice las actividades previamente, sino que se debe analizar más a fondo el propósito y la función de cada operación. Debido a que el 80% de las operaciones que se realizan durante el alistamiento de las máquinas impresoras son de tipo internas, se realiza un análisis de cada una de ellas con el fin de identificar cuáles de ellas pueden externalizarse sin que afecten el proceso productivo.

A continuación, se muestra la Tabla 29 con la lista de las actividades de alistamiento de cada una de las máquinas impresoras, donde se realizó una separación en actividades internas y externas y un análisis en donde se especificó cómo puede ser la actividad externalizada.

Tabla 25

*Separación y análisis de las actividades del proceso de alistamiento de máquina*

*HEMINGSTONE*

Tipo de operación	Elemento No.	Máquina Hemingstone	Clasificación de actividad		ANÁLISIS
			INT	EXT	
Verificación	1	Recepción y revisión de orden de pedido, programa de producción y tarjeta de impresión		X	-
Búsqueda y transporte	2	Revisar material disponible en bodega de acuerdo al programa de producción	X		Externalizable. El operario auxiliar verifica el material en bodega de producto en proceso mientras el operario líder queda pendiente de la producción de la máquina impresora.
Búsqueda y transporte	3	Traer material de la bodega a la máquina	X		Externalizable. El operario auxiliar trae el material de bodega de producto en proceso antes de finalizar el último rollo de un pedido para no obstaculizar el paso.
Búsqueda y transporte	4	Buscar el fotorolímico en libro de clasificación	X		Externalizable. El operario auxiliar busca el fotorolímico en el libro ubicado cerca de bodega de tintas y alcohol
Búsqueda y transporte	5	Buscar, traer y verificar arte del fotorolímico	X		Externalizable. El operario auxiliar busca y transporta el fotorolímico y lo ubica junto a la zona de montaje de fotorolímicos

*Continuación de la tabla 25. Separación y análisis de las actividades del proceso de alistamiento de máquina HEMINGSTONE*

<b>Búsqueda y transporte</b>	6	Buscar y traer a la máquina cono y rollo con retal	X	Externalizable. Operario auxiliar busca y trae con anterioridad cono y colilla y lo ubica junto a la máquina
<b>Búsqueda y transporte</b>	7	Buscar y traer tintas según la programación del pedido	X	Externalizable. Traer junto a la máquina antes de terminar un pedido, las tintas correspondientes al siguiente pedido y ubicar cerca de los contenedores de tintas u ollas.
<b>Búsqueda y transporte</b>	8	Preparar tintas	X	Externalizable. Preparar tintas con anterioridad
<b>Limpieza</b>	9	Limpiar mangas porta fopolímeros	X	Externalizable. El operario puede limpiar las mangas porta fopolímeros siempre y cuando no se estén usando en el pedido que se está produciendo.
<b>Limpieza</b>	10	Limpiar batidores (ollas, contenedores y rodillo anilox)	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Limpieza</b>	11	Limpiar raclas	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Montaje</b>	12	Conectar máquina a contenedores de tinta	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Montaje</b>	13	Montar fopolímero en la manga correspondiente	X	Externalizable. El operario con anterioridad deberá montar el fopolímero en la manga correspondiente, y ubicarla cerca de la máquina
<b>Montaje</b>	14	Ubicar núcleo en las mangas correspondientes	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Montaje</b>	15	Desmontar mangas del pedido anterior	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Montaje</b>	16	Montar mangas con los fopolímeros ya ubicados (puente grúa)	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Montaje</b>	17	Montar cono y colilla	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo

Continuación de la tabla 25. Separación y análisis de las actividades del proceso de alistamiento de máquina HEMINGSTONE

<b>Precisión</b>	18	Enhebrar	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Precisión</b>	19	Prensar color por color (ajustar batidores y graduar paso de tinta)	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Precisión</b>	20	Cuadrar registro de colores	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Precisión</b>	21	Medir viscosidad de tinta		X -
<b>verificación</b>	22	Rodar la máquina hasta la primera impresión 'ok' (aprobar impresión)		X -
<b>Montaje</b>	23	Retirar el embalaje del nuevo rollo		X No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>Montaje</b>	24	Montar rollo y cono para la impresión	X	No Externalizable. Influye en el proceso productivo
<b>verificación</b>	25	Empezar impresión, verificar y realizar ajustes(graduar velocidad)		X -

Según el análisis en la anterior tabla, el 45% de las actividades internas pueden externalizarse sólo preparando materiales, insumos y piezas con anticipación. La separación y análisis de las actividades de alistamiento de las máquinas Uteco e Indemo se realiza en el Apéndice 26.

Debido a que las operaciones de alistamiento de las tres máquinas son similares y el número de elemento corresponde a la misma operación dentro de las tablas anteriores, se realizará un análisis general:

Según la separación de las actividades internas y externas del proceso de alistamiento los elementos identificados como externos son:

- Elemento 1: Se definió como una operación de verificación, allí se revisan formatos que contienen la información necesaria para el correcto montaje del pedido. Es una actividad que realizan mientras la máquina impresora está en funcionamiento.
- Elemento 21: Medir Viscosidad de tinta se definió como actividad externa debido a que es una operación que los operarios realizan durante el rodamiento del pedido con la ayuda de una copa que tiene un orificio posterior y un cronómetro, la operación consiste en sacar tinta de los contenedores y medir el tiempo que demora la copa en vaciarse a través del orificio, de esta manera se determina si la tinta se encuentra en el punto correcto de viscosidad.
- Elemento 22: Este es un elemento que no necesita que la máquina esté detenida, simplemente retiran el embalaje del nuevo rollo a imprimir y se deja junto a la máquina para su posterior montaje.
- Elemento 25: es una actividad de verificación y se realiza al empezar la impresión allí se ponen en los rollos los banderines correspondientes para la señalización del material en cuanto a defectos o errores en la impresión.

**Elementos a simplificar:**

- Elemento 23 y 24: Actividades de montaje en donde se retira el embalaje del material nuevo y se monta el rollo en la máquina correspondiente, estas operaciones pueden simplificarse con la implementación de una ayuda mecánica (elevador ver figura) que permite que un solo operario pueda ejecutar ambas operaciones sin realizar esfuerzos físicos innecesarios.

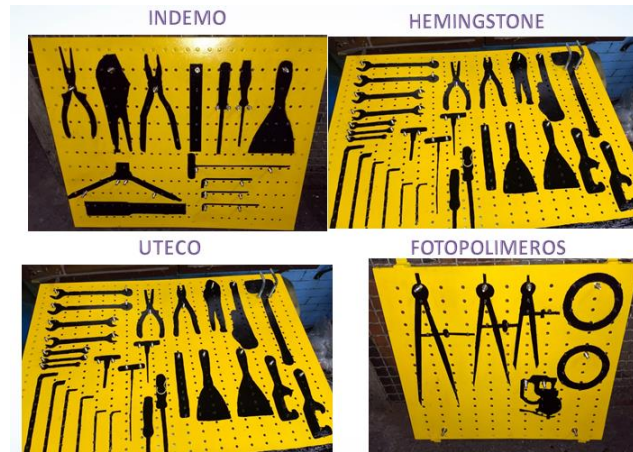
- Elementos a externalizar:
- Elementos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8: Son operaciones de búsqueda y transporte de material, insumos y elementos necesarios para el montaje, que pueden externalizarse realizando un alistamiento previo de estos y dejándolos cerca a la máquina.
- Elemento 9: actividad de limpieza que puede realizarse si las mangas en las que se monta el fotopolímero no está siendo usado para producir un pedido.
- Elemento 13: Actividad de montaje que se puede realizar con anterioridad antes de que termine el pedido en curso, exceptuando cuando son pedidos de empaques de colchones debido a que son rollos con grandes dimensiones que no puede manipular un solo operario, por lo que ambos deben permanecer en la máquina.

En el apéndice 24 se definen las actividades internas y externas que se ejecutarán durante el proceso de alistamiento de cada una de las máquinas impresoras, esto con el fin de comparar los tiempos tipo obtenidos en el diagnóstico y los nuevos tiempos después de la implementación de la metodología SMED.

### **Fase 3. Organizar las operaciones externas**

El objetivo de esta fase es realizar una correcta disposición de herramientas, elementos y materiales que sirvan de soporte para la realización de las operaciones externas anteriormente identificadas. Para el buen desarrollo de esta fase se implementaron algunas mejoras que se describen a continuación:

- El operario auxiliar deberá realizar todas las operaciones de transporte y búsqueda de material, insumos y elementos necesarios para el montaje.
- Se ubicaron tableros con las herramientas de mayor uso cerca a cada una de las máquinas impresoras con el fin de eliminar operaciones de búsqueda y recorridos innecesarios.



*Figura 33.* Tableros de herramientas ubicados en el subproceso de impresión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

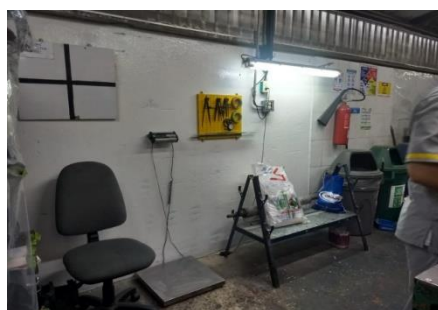
- Se realiza una lista de herramientas necesarias para cada máquina (Ver tabla30) y se incurre en su compra con el fin de que cada una de las máquinas cuente con los implementos necesarios para el montaje correspondiente así se evitan recorridos innecesarios hacia otras máquinas.

Tabla 26.

*Herramientas faltantes en las máquinas del subproceso de impresión*

MÁQUINA	INDEMO	UTECO	HEMINGSTONE
<b>HERRAMIENTAS FALTANTES</b>	Hombre solo	Hombre solo	Pinzas
	Alicate	Llave en T 2, 2.5, 3	Alicate
	Pinzas	Llave en L 8mm	Hombre solo
	Destornillador de pala	Espátula	Llave de tubo
	Destornillador de estrella		Llave en T 6mm
			Llave en L 5 mm
			Destornillador de pala
			Destornillador de estrella

- Se sugirió nuevo lugar para la báscula de pesaje de tintas de esta manera se evita la inclinación inadecuada para esta operación, por otro lado, e incurrió en la adecuación de una silla más ergonómica y un tablero de herramientas para el montaje de fotopolímeros.



*Figura 34. Zona de montaje de fotopolímeros con su respectivo tablero de herramientas y silla*

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

- Se realizó la compra de ayudas mecánicas como los elevadores que permiten retirar de las máquinas el material impreso y llevarlo hasta la bodega sin mayor esfuerzo físico.



*Figura 35.* Ayuda mecánica para área de impresión y extrusión

Nota. Tomado de Carlixplast S.A.S

#### **Fase 4. Reducir el tiempo de las operaciones internas**

En esta fase el objetivo consiste en estandarizar las operaciones del proceso, con el fin de reducir al mínimo los procesos de ajuste, para ello se socializó el nuevo orden de ejecución de las operaciones internas para que los operarios tengan un solo método de trabajo. Al realizar las operaciones externas con anterioridad, los dos operarios estuvieron disponibles junto a la máquina para ejecutar en conjunto todas las operaciones internas (Hemingstone y Uteco), y se obtuvo como resultado una mayor rapidez y menor esfuerzo físico durante el montaje.

En el Apéndice 27 se realizó el estudio de tiempos correspondiente al nuevo proceso de alistamiento conformado únicamente por actividades internas y se comparó el proceso de preparación de máquinas antes y después de la implementación del SMED. A continuación, se muestra los resultados del estudio de tiempo antes y después de la implementación de SMED:

Tabla 27.

*Tiempos tipo de alistamiento de máquinas impresoras*

<b>TIEMPOS DE ALISTAMIENTO DE MÁQUINAS</b>						
<b>Tintas</b>	<b>Uteco</b>	<b>Uteco</b>	<b>Hemingstone</b>	<b>Hemingstone</b>	<b>Indemo</b>	<b>Indemo</b>
	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
<b>1</b>	02:29:20	01:13:57	02:29:01	01:40:14	01:47:35	00:44:55
<b>2</b>	02:58:37	01:44:13	03:07:58	02:17:50	02:15:28	01:11:42
<b>3</b>	03:39:06	02:14:10	03:41:51	02:24:21	02:38:33	01:28:22
<b>4</b>	03:53:36	02:16:53	04:08:18	02:35:31	02:45:43	01:43:19
<b>5</b>	04:04:48	02:30:15	04:33:48	02:59:45		
<b>6</b>	04:49:19	02:55:49	04:47:15	03:09:12		

Nota. Tabla con resumen de tiempos tipo de las máquinas impresoras del subproceso de impresión, dados en el formato de hh: mm: ss. Antes y después de aplicar la metodología SMED

Se puede observar en la tabla que los tiempos de alistamiento de cada una de las máquinas se redujeron significativamente, lo que demuestra que la metodología SMED tuvo éxito y que contribuyó al aumento de la eficiencia y productividad del proceso.

### **7.5 Implementación de la propuesta para la actualización de los formatos de control de fotopolímeros**

#### **Fase 1. Identificar falencias**

Se revisan los formatos actuales ubicados en la bodega de tintas y alcohol del subproceso de impresión, para ello se seleccionan algunos y se logran identificar las siguientes situaciones:

- Los formatos contienen información confusa y redundante

- La estructura de los formatos no permite la modificación de una sola referencia de producto, debido a esto si se quiere eliminar o modificar información de alguna de ellas debe descartarse toda la hoja
- Se identifica falta de espacio para consignar toda la información suficiente

Debido a todos estos aspectos, el ingeniero de producción Carlos Calixto sugiere la actualización de los formatos de tal manera que la información quede más organizada y clara.

### **Fase 2. Estructurar los nuevos formatos y realizar correcciones**

Con el fin de crear los nuevos formatos, se realizaron reuniones con el director de producción y supervisor de impresión, junto a ellos se identificó la información más significativa que debería contener y se definió su nueva estructura. Una vez definidas todas estas variables se creó un formato preliminar y se realizaron las pruebas pertinentes.

### **Fase 3. Socialización de formatos**

Se le presentó el formato preliminar a cada uno de los operarios del subproceso de impresión esto con el fin de que ellos tuvieran conocimiento acerca de las nuevas modificaciones realizadas, se socializaron, se hicieron las respectivas correcciones y se enviaron al director de producción para su aprobación.

### **Fase 4. Realizar pruebas**

Una vez aprobados los formatos por la dirección se realizaron pruebas con la información de los formatos actuales, de ahí se captó la información de determinados clientes con el fin de diligenciar los formatos (ver apéndice 28) y se realizaron los respectivos ajustes.

### **Fase 5. Creación de la herramienta ofimática**

Se hace necesario crear una base de datos digital, que permita a los operarios acceder de manera fácil y rápida a la información de cada uno de sus clientes. La información requerida para la herramienta será diligenciada paulatinamente por los mismos operarios, por ello su implementación será a mediano plazo.

### **7.6 Herramienta Ofimática para el control de fotopolímeros**

Como se observó anteriormente los operarios del subproceso de impresión manejan formatos de control de fotopolímeros de manera física, evidentemente se hace tediosa la manipulación de numerosos formatos buscando información de las distintas referencias de productos de clientes, se pierde tiempo buscando la información correspondiente al cliente en el archivo carpeta por carpeta, por estas razones se propuso la creación de una herramienta ofimática que permita digitalizar toda la información especificada de los formatos actualizados y que esta quede en una base de datos fácil de usar, confiable y segura. Las ventajas de esta herramienta sería el fácil acceso a la información a través de un computador ubicado en el área que podrá ser manipulado por cada uno de los operarios.

La base de datos se fundamenta en un modelo relacional SQL SERVER con una interfaz gráfica en ACCESS, el primero es un sistema utilizado para manipular y recuperar datos, crear tablas y definir relaciones entre ellas.

- Diseño de la herramienta. Para el diseño se utilizó la misma estructura de los formatos de control de fotopolímeros (ver apéndice 28) de allí se obtuvieron las variables que deberían ir en la herramienta. La interfaz gráfica en Access se compone de una ventana principal, en donde se realiza ingreso para crear un maestro de clientes, una de referencias, una de cireles que contiene toda la información de los fotopolímeros que se utilizan para imprimir productos que requieren impresión y una consulta de clientes- referencia.
- Desarrollo de la herramienta. La herramienta contiene información organizada de la siguiente manera:

La interfaz gráfica en Access se compone de las siguientes pantallas o ventanas:



Figura 36. Panel principal. Nota. Tomado de herramienta ofimática Carlixplast S.A.S

**El maestro de clientes.** Contiene información como nombre del cliente, nombre de impresión, sector económico, vendedor y actividad económica.

Figura 37. Maestro de Cliente. Nota. Tomado de Herramienta Ofimática Carlixplast S.A.S

**El maestro de referencia.** Contiene, código del producto, referencia del producto, tipo de materia prima, presentación del material, color, ubicación, dimensiones del material, ancho, largo y fuelles.

Figura 38. Maestro de producto. Nota. Tomado de Herramienta Ofimática Carlixplast S.A.S

**El maestro de cireles.** Contiene código de fotopolímero, proveedor, porcentaje de propiedad, dimensiones del fotopolímero, lineatura, repeticiones, tintas, caras impresas, calibre de rodillo, es decir toda la información acerca del conjunto de fotopolímeros del cliente y finalmente una pantalla donde se puede consultar cada uno de los clientes con sus respectivas referencias de

productos. La herramienta se proporciona a la empresa Carlixplast con el fin de que ellos puedan integrarla al software que se está implementando actualmente, por ello su desarrollo en el subproceso de impresión se realizará a mediano plazo.

Fecha:	Codigo Cirel:	Descripcion Cirel:	Codigo Cliente:	Nombre Impresion:	Legenda:						
05/10/2018	01	NO LA SE	13716883								
Codigo Proveedor:	Nombre Proveedor:	% Cliente:	% CXP:	Codigo Producto:	Referencia:	Medida Producto:					
01	NO LA SE	52	52	05001							
Ancho:	F. Izq:	F. Der:	Largo:	F. B:	F. F:	F. S:	Calibre:	Medida Calibre:	Tipo Materia Prima:	Presentacion Material Extrusion:	Color Material:
Sellado:	Tipo Presentacion:	Ubicacion:	Destino:	Maquina I	Maquina U	Maquina H	Cara	Dorso	Calibre Fotopolimero:	Unidad Calibre	
	NO LA SE	NO LA	NO LA SE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	22,1	515	
Lineatura Fotopolimero:	Rodillo Maquina:	Cantidad Repeticiones:	Ancho:	Largo:	Unidad Area:	Poliamida	Nitroflex	Laminacion			
22,1	22,1	22	22	22	PULG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 39. Maestro de cireles. Nota. Tomado de Herramienta Ofimática Carlixplast S.A.S

Ver herramienta ofimática (Apéndice 29). Para ejecutar el programa se deben instalar los programas SQL SERVER y ACCESS.

## 8. Sistema de Indicadores

Se diseñó un sistema de indicadores con el fin de dar seguimiento a las mejoras implementadas y ver el cumplimiento de los objetivos que se trazaron al iniciar el proyecto, a continuación, se muestra el desempeño antes y después de la implementación.

**8.1 Metodología 5' S**

Se pudo observar que con la implementación de la metodología 5 eses se logró obtener varios cambios que fueron percibidos tanto por los operarios de la planta de producción como por los directivos, además se evidenció una mejora progresiva desde que se empezó el proceso de implementación en el mes de mayo de 2018. Para obtener información cuantitativa del nivel de cumplimiento se realizó seguimiento al programa en los meses siguientes por cada área y subproceso como se hizo en el diagnóstico inicial, los resultados se comparan con el resultado del mes de febrero de 2018 como se muestran continuación.

- Bodegas

Tabla 28.

*Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en bodegas*

<b>ETAPA</b>	<b>% Nivel de cumplimiento Febrero 2018</b>	<b>% Nivel de cumplimiento Agosto 2018</b>
<b>SEIRI</b>	55,56	80,95
<b>SEITON</b>	57,14	77,78
<b>SEISO</b>	47,62	80,95
<b>SEIKETSU</b>	25	70,83
<b>SHITSUKE</b>	33,33	76,19
<b>Total</b>	43,86	77,14

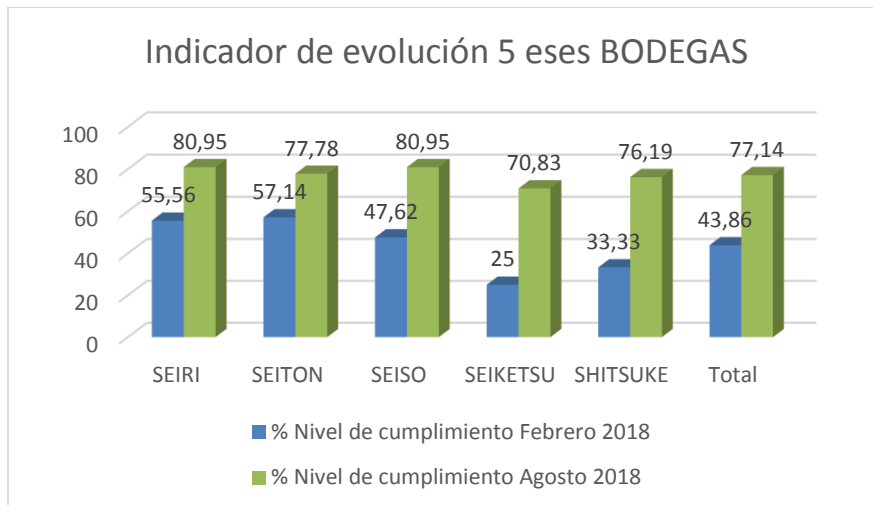


Figura 40. Indicador de evolución 5 eses en Bodegas Carlixplast S.A.S

Se evidenció una mejora en cada una de las etapas, lo que equivale en total a un 33,31% de mejora en el nivel de cumplimiento de la metodología, debido a mejoras como señalizaciones, orden de los elementos de aseo, mantenimiento de los pisos, clasificación del material allí depositado como insumos, producto en proceso y producto terminado.

- Sellado

Tabla 29.

*Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de sellado*

ETAPA	% Nivel de cumplimiento Febrero 2018	% Nivel de cumplimiento Agosto 2018
SEIRI	55,56	85,19
SEITON	57,14	90,48
SEISO	47,62	80,95
SEIKETSU	25	75
SHITSUKE	33,33	76,19
<b>Total</b>	<b>43,86</b>	<b>81,58</b>

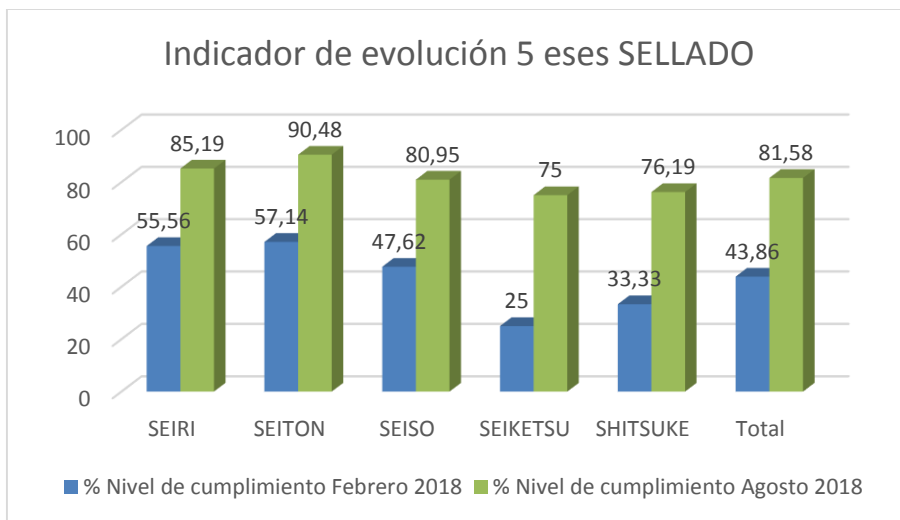


Figura 41 .Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Sellado Carlixplast S.A.S

En el área de sellado el nivel de cumplimiento aumentó drásticamente pasando de un 43,86% a un 81,58%, cifras que se deben gracias al compromiso tanto de operarios como al trabajo del auxiliar de HSEQ, quien se encargó de proporcionar cajas de herramientas a cada una de las máquinas con su respectivo inventario, creación de procedimientos de limpieza y desinfección (ver apéndice 19 ) sin olvidar las capacitaciones al personal para mantener el área en perfectas condiciones, mantenimiento de pisos y de estantes allí ubicados.

- Impresión

Tabla 30.

*Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de impresión*

ETAPA	% Nivel de cumplimiento Febrero 2018	% Nivel de cumplimiento Agosto 2018
SEIRI	51,85	85,19
SEITON	47,62	76,19
SEISO	47,62	76,19
SEIKETSU	37,5	58,33
SHITSUKE	33,33	83,33
<b>Total</b>	<b>44,14</b>	<b>75,68</b>

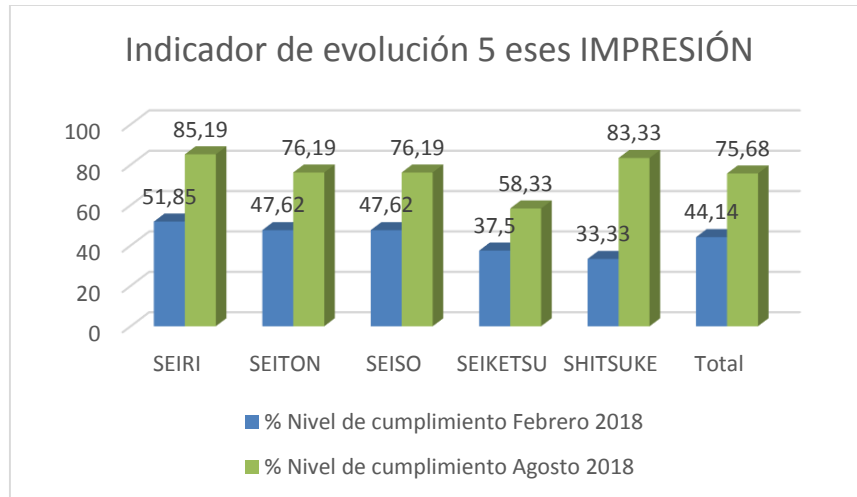


Figura 42. Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Impresión Carlixplast S.A.S

En el área de impresión el trabajo fue aún más arduo, ya que es un subproceso que utiliza insumos como tintas que dificultan en gran medida la limpieza de máquinas, herramientas, pisos y paredes, sin embargo, el resultado se pudo evidenciar en las cifras de la anterior tabla, un 44,14% frente a un 75,68% en el nivel de cumplimiento de la metodología 5 eses. En este subproceso se realizó mantenimiento de pisos y paredes, limpieza de las máquinas, se eliminaron estantes y muebles en malas condiciones y se cambiaron por nuevas estructuras y mesas en aluminio que permitirán una mejor limpieza, se adecuaron tableros para las herramientas, todas estas mejoras contribuyeron en gran medida para obtener este resultado.

- EXTRUSIÓN

Tabla 31.

*Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de extrusión*

ETAPA	% Nivel de cumplimiento Febrero 2018	% Nivel de cumplimiento Agosto 2018
<b>SEIRI</b>	40,74	81,48
<b>SEITON</b>	38,1	57,14
<b>SEISO</b>	42,86	80,95
<b>SEIKETSU</b>	29,17	83,33
<b>SHITSUKE</b>	28,57	80,95
<b>Total</b>	35,96	77,19

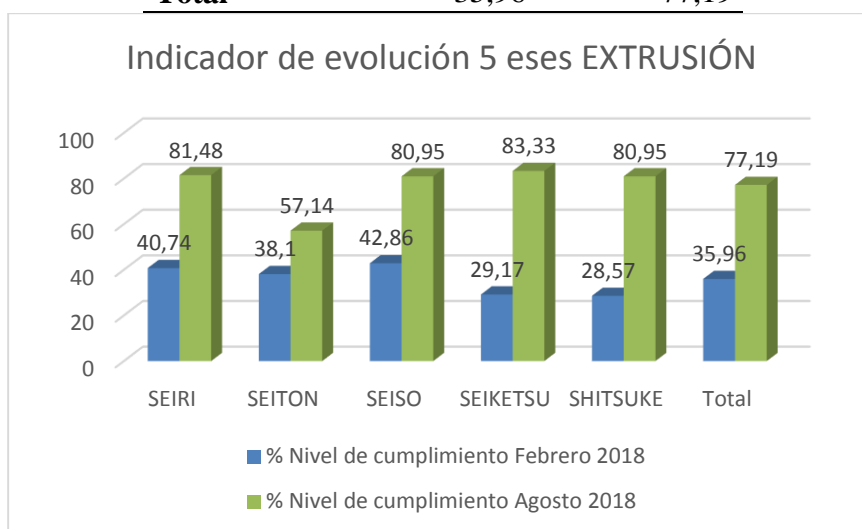


Figura 43. Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Extrusión Carlixplast S.A.S

Evidentemente el resultado es significativo, las mejoras se dieron principalmente en el aseo y orden del área, las máquinas extrusoras fueron pintadas, se eliminó polvo y suciedad que afectaban el área y visiblemente se pudo percibir un ambiente más sano y agradable para los trabajadores, fue tal el éxito que los operarios actualmente trabajan juntos para mantener el área en perfectas condiciones de orden y aseo.

- Refilado y peletizado

Tabla 32.

Nivel de cumplimiento de metodología 5 eses en subproceso de refilado y peletizado

ETAPA	% Nivel de cumplimiento Febrero 2018	% Nivel de cumplimiento Agosto 2018
<b>SEIRI</b>	48,15	81,48
<b>SEITON</b>	38,1	80,95
<b>SEISO</b>	47,62	80,95
<b>SEIKETSU</b>	37,5	79,17
<b>SHITSUKE</b>	28,57	80,95
<b>Total</b>	40,35	80,7

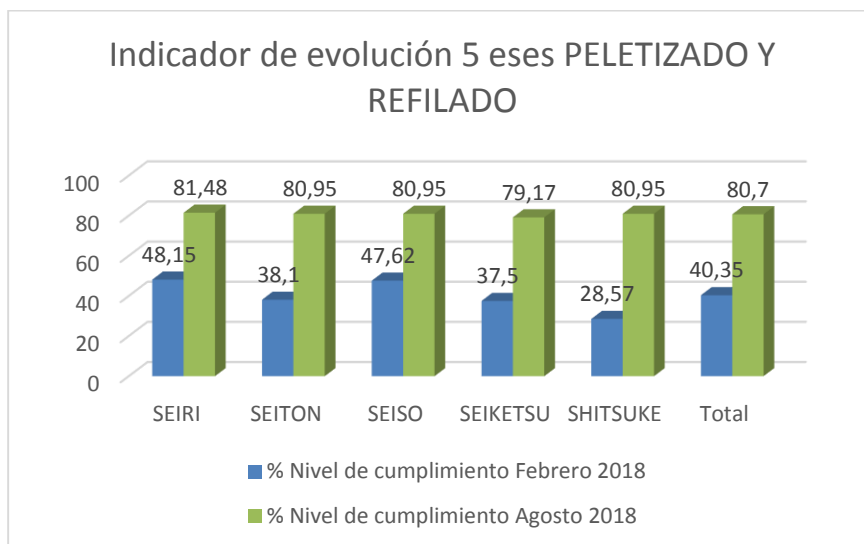


Figura 44. Indicador de evolución 5 eses en subproceso de Peletizado y Refilado Carlixplast S.A.S

En esta área el nivel de cumplimiento aumentó casi al doble, lo que demuestra un gran compromiso por parte de los operarios quienes procuran que el orden y el aseo sea realice sin excusa alguna, las herramientas tienen su lugar definido y la nueva zona de embalaje facilita en gran medida las tareas diarias.

8.2 SMED

Aplicando la metodología SMED se logró mejorar los tiempos de alistamientos de cada una de las máquinas impresoras, como se muestra en las siguientes gráficas.

Tabla 33.

Indicador disminución de tiempo de alistamiento máquina Uteco

Máquina Uteco			
Tintas	Antes	Después	% Mejora
1	02:29:20	01:13:57	50,48%
2	02:58:37	01:44:13	41,65%
3	03:39:06	02:14:10	38,77%
4	03:53:36	02:16:53	41,40%
5	04:04:48	02:30:15	38,62%
6	04:49:19	02:55:49	39,23%

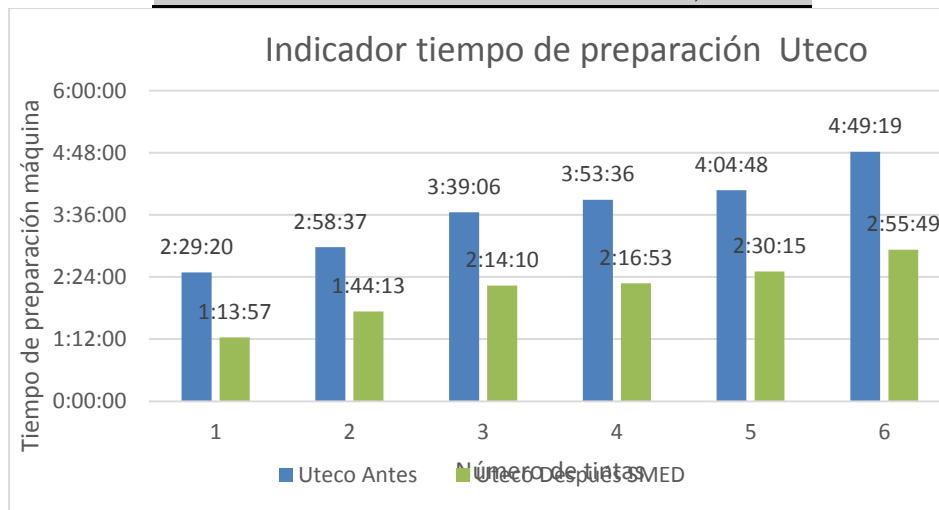


Figura 45. Indicador de disminución de tiempos de preparación máquina Uteco

Tabla 34.

*Indicador disminución de tiempo de alistamiento máquina Hemingstone*

<b>Máquina Hemingstone</b>			
<b>Tintas</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>% Mejora</b>
<b>1</b>	02:29:01	01:40:14	32,74%
<b>2</b>	03:07:58	02:17:50	26,67%
<b>3</b>	03:41:51	02:24:21	34,94%
<b>4</b>	04:08:18	02:35:31	37,37%
<b>5</b>	04:33:48	02:59:45	34,35%
<b>6</b>	04:47:15	03:09:12	34,13%

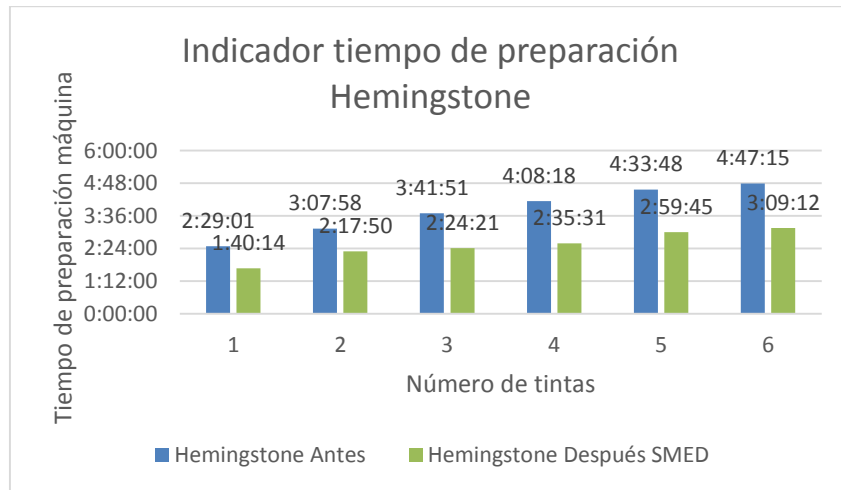


Figura 46. Indicador de disminución de tiempos de preparación máquina Hemingstone

Tabla 35.

*Indicador disminución de tiempo de alistamiento máquina Indemo*

<b>Máquina Indemo</b>			
<b>Tintas</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>% Mejora</b>
<b>1</b>	01:47:35	00:44:55	58%
<b>2</b>	02:15:28	01:11:42	47%
<b>3</b>	02:38:33	01:28:22	44%
<b>4</b>	02:45:43	01:43:19	38%

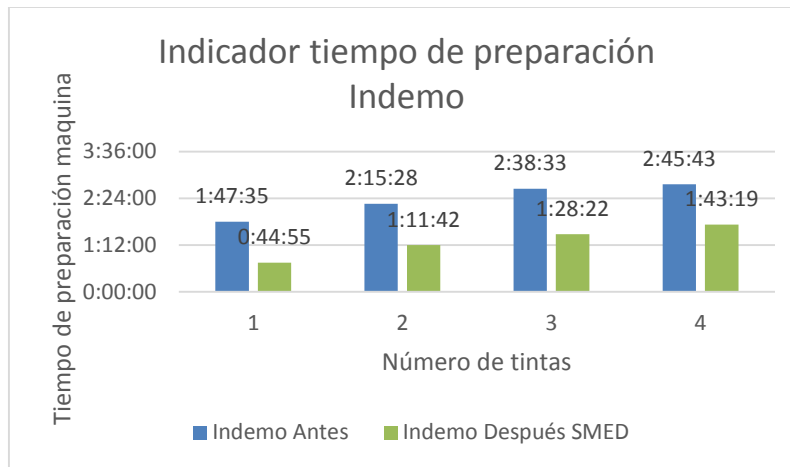


Figura 47. Indicador tiempo de preparación máquina Indemo

### 8.3 Urgencias en el subproceso de impresión

Gracias al estudio de tiempos del proceso de alistamiento y teniendo en cuenta que las máquinas se detienen para el cambio cada vez que hay una urgencia, el director de producción toma cartas en el asunto y establece que las urgencias no se permiten sino en casos extremos, de esta manera la programación de la producción será respetada ya que se pierde tiempo productivo de las máquinas y afecta los beneficios alcanzados con el SMED, gracias a ello se logró disminuir las urgencias en lo que lleva corrido del año 2018 principalmente en los meses de enero, marzo, abril y julio como se evidencia en la siguiente gráfica.

Tabla 36.

Indicador de disminución de suspensión pedidos por urgencias año 2017-2018

Frecuencia por mes													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Ene- Dic 2017
<b>Cambio por urgencias 2017</b>	1	2	0	1	1	0	3	4	3	2	5	7	<b>29</b>
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Ene- Ago 2018
<b>Cambio por urgencias 2018</b>	0	1	0	0	1	1	0	2					<b>5</b>

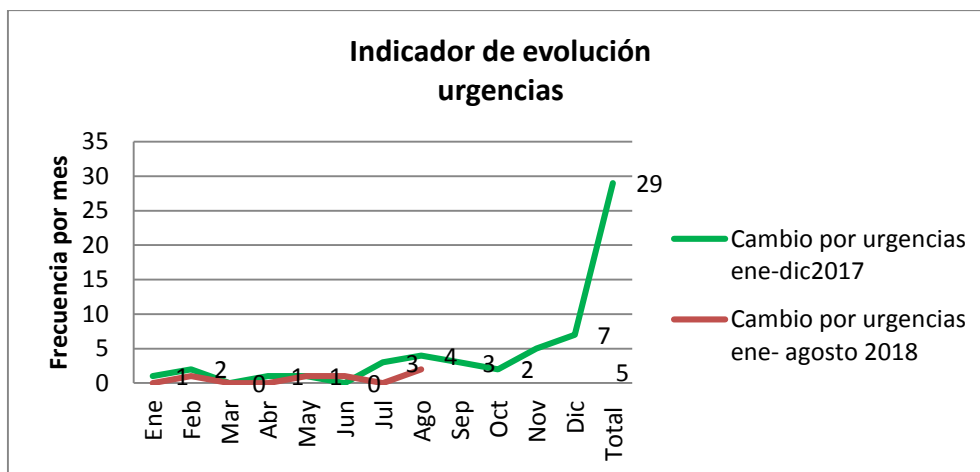


Figura 48. Indicador de evolución

- **Indicador de productividad**

Con la reducción de tiempos de alistamiento de máquinas impresoras, se logra aumentar la productividad del subproceso de impresión pues el tiempo empleado para la preparación de las máquinas se disminuye y permite producir una cantidad mayor de pedidos a la semana, para medirla se tuvo en cuenta que el tiempo disponible son 24 horas diarias, 7 días a la semana, el

tiempo real equivale a 22,5 horas al día que equivalen a 157, 5 horas a la semana eliminando los descansos y hora de almuerzo.

Tabla 37.

*Indicador de productividad para el subproceso de impresión*

Característica	Descripción
Nombre	Productividad
Objetivo	Verificar el rendimiento a partir del recurso tiempo
Fórmula	$\left( \frac{\text{Tiempo real}(hr)}{\text{Tiempo disponible}(hr)} * \frac{\text{cantidad de pedidos producidos}}{\text{Cantidad de pedidos planificados}} \right) * 100$
Unidades de medida	de Numero Porcentual
Fuente	Director de producción

Tabla 38.

*Pedidos planificados y producidos en máquinas impresoras en los meses Mayo y Agosto*

Indemo				
Fecha		Pedidos planificados por semana	Pedidos producidos por semana	Productividad
<b>Semana 4 mes Mayo</b>	21		15	$\left( \frac{156.5}{168} * \frac{15}{21} \right) * 100 = 66\%$
<b>Semana 1 mes Agosto SMED</b>	22		17	$\left( \frac{156.5}{168} * \frac{17}{22} \right) * 100 = 71\%$
Uteco				
Fecha		Pedidos planificados por semana	Pedidos producidos por semana	Productividad
<b>Semana 4 mes Mayo</b>	28		16	$\left( \frac{156.5}{168} * \frac{16}{28} \right) * 100 = 53\%$
<b>Semana 1 mes Agosto SMED</b>	23		21	$\left( \frac{156.5}{168} * \frac{21}{23} \right) * 100 = 83\%$
Hemingstone				
Fecha		Pedidos planificados por semana	Pedidos producidos por semana	Productividad

Continuación de la tabla 38. Pedidos planificados y producidos en máquinas impresoras en los meses Mayo y Agosto

<b>Semana 4</b>	<b>mes 30</b>	<b>25</b>	$\left(\frac{156.5}{168} * \frac{25}{30}\right) * 100 =$ <b>78%</b>
<b>Mayo</b>			
<b>Semana 1</b>	<b>mes 29</b>	<b>26</b>	$\left(\frac{156,5}{168} * \frac{26}{29}\right) * 100$ <b>= 84%</b>
<b>Agosto SMED</b>			

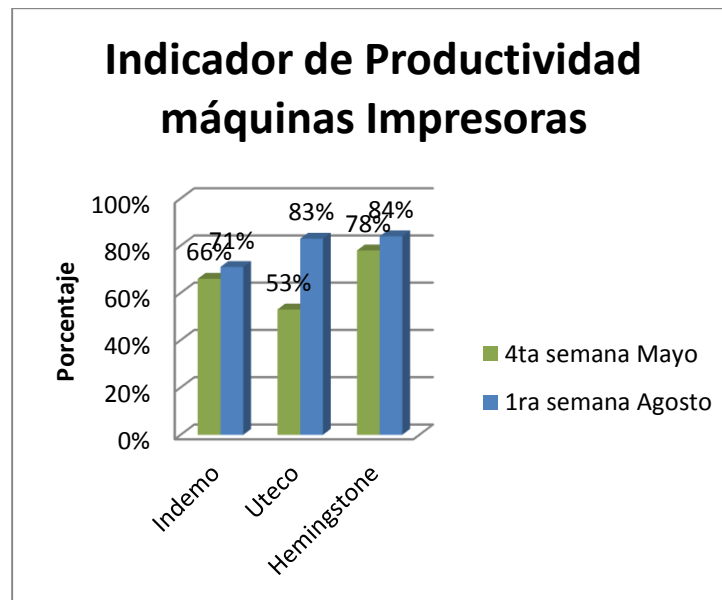


Figura 49. Indicador de productividad de máquinas impresoras

## 9. Conclusiones

- Con la implementación del programa 5S´s se logró obtener una variación positiva en cada uno de los meses que fue evaluado con respecto a los valores obtenidos en el diagnóstico, este programa permitió generar conciencia en los operarios pues al evidenciar el cambio que tuvo la planta, se logró que ellos se comprometieran con mantener sus puestos de trabajo ordenados y limpios, además hubo compromiso por parte de la gerencia para llevar a cabo las respectivas mejoras y obtener los siguientes resultados en cada ese: Selección (74,07%), Organización(80,95), Limpieza (76,19%), estandarización (83,33), disciplina(80,95). Por otro lado, este programa contribuyó con la mitigación de los despilfarros generados por tiempos de búsqueda de elementos propios del proceso o de herramientas y desplazamientos, así como los relacionados con la identificación de peligros presentes en la planta.
- Pese a que se tenía conocimiento de que impresión era el cuello de botella del proceso de la empresa, no se habían desarrollado estrategias que permitieran gestionar dicho proceso. Aplicando la metodología SMED se obtuvo una disminución significativa de los tiempos de alistamiento de las impresoras flexo gráficas, reduciéndolos en algunos casos hasta un 50%.
- Al tener establecidas unas políticas de producción, se tiene más control sobre el proceso pues se evitan situaciones que generan pérdidas de tiempo, mayor número de actividades de preparación en las máquinas, mayor cantidad de retal todo esto genera sobrecostos a proceso.

- El diseño de la herramienta ofimática está enfocado a facilitar la búsqueda de las fichas de los clientes, gestionando la información relacionada con los fotopolímeros y las especificaciones que tiene cada una de sus referencias, de esta forma se puede acceder a esta de manera eficiente.

### **9. Recomendaciones**

- Con el fin de que la empresa tenga una buena ventaja competitiva sobre las demás, deberá integrar aún más sus procesos, de esta manera se mejorará el rendimiento de la producción y los productos que ofrece, tendrá que planificar y controlar aún más el trabajo, gestionar proveedores, medir y analizar si se están alcanzando los objetivos y asegurar la calidad evaluándola constantemente mediante los estándares previamente establecidos.
- Para que el orden y aseo de la planta se mantengan se recomienda que se continúe implementando la metodología 5S´s ya que esta contribuye a la verificación de las buenas prácticas de fabricación con las cuales está comprometida la empresa.
- Se recomienda instalar una báscula para el área de impresión con esto se reducirá significativamente el tiempo empleado en el desplazamiento hasta la ubicación actual.
- Con el fin de seguir reduciendo el tiempo de búsqueda de información de fotopolímeros se recomienda implementar la herramienta ofimática con el fin de digitalizar toda la información y hacer más eficiente el proceso de impresión.

- Se recomienda la adecuación de la bodega de fotopolímeros, instalando estantes que tengan más divisiones y designarle un solo espacio para cada cliente así será más fácil la búsqueda; se hace necesario cambiar las carpetas en las cuales se encuentran las fichas de cada cliente pues estas se encuentran en mal estado.
- Se hace necesario tener mayor control por parte de los líderes de cada área de producción.
- Respetar las políticas de programación de producción, así como las de entrega de pedidos de esta forma se evitará realizar actividades de preparación innecesarias así mismo el desgaste por parte de los operarios.
- Se hace necesario desarrollar un plan de mantenimiento para las máquinas de cada área de producción de esta forma evitar paradas de máquinas repentinas las cuales ocasionan retrasos e incumplimientos en la entrega de pedidos a los clientes.
- Se recomienda hacer revisión periódica de la bodega de fotopolímeros para identificar aquellos que no están en uso y hacer su respectivo proceso para darlos de baja, de esta forma liberar espacio.

### Referencias Bibliográficas

- Alvarado Pillajo, J. A., & Rivera Ayala, N. R. (2017). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de cajas de cartón de la empresa CARBOLSAS LTDA.* . Bucaramanga: (Proyecto de grado) Universidad Industrial de Santander.
- Carlixplast S.A. S. (s.f.). *Informacion Corporativa.* Obtenido de <http://www.carlixplast.com/corporativo.php>
- Diego-Mas, J. A. (2015). *Análisis de riesgos mediante la Lista de Comprobación Ergonómica. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia.* Obtenido de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lce/lce-ayuda.php>
- Espinosa Guerra, G. P. (2016). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos en las áreas de pesada menor y premezclas en ITALCOL Girón .* Bucaramanga: (Proyecto de grado) Universidad Industrial de Santander.
- Ingenieria industrial online. (s.f.). *Metodología de las 5S.* Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>
- Oriz Pimiento, N. R. (2014). *Técnicas básicas para el análisis y mejoramiento de la productividad en procesos de manufactura. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.* Obtenido de <https://es.calameo.com/read/004173607614b5629b280>
- R., A. S., S., G., & S., M. (s.f.). *Estudio de tiempos y movimientos.* Obtenido de <https://ingenieriadeltrabajo042010.wikispaces.com/file/view/M%C3%A9todos+de+Gráficos+para+el+Estudio+del+Trabajo.pdf>
- Salazar López, B. (s.f.). *Técnica SMED - Cambio de matriz en un solo dígito de minuto.* Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/t%C3%A9cnica-smed-cambio-de-matriz-en-un-solo-minuto/>

Silva, C. (s.f.). *Ingeniería Industrial Benjamin W Nielbel*. Obtenido de <https://www.academia.edu/20379229/137977550-Ingenieria-Industrial-Benjamin-W-Nielbel>

Solano Hernández, E. (2014). *Mejoramiento y estandarización de las operaciones de preparación en las líneas de extrusión e1 y e6 de EXTRUCOL S.A. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga*. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/153855.pdf>

Unión Europea. (6 de Marzo de 2012). *Árbol de Problemas en Ecoinnovación en procesos industriales*. Obtenido de [http://www.eoi.es/wiki/index.php/%C3%81rbol\\_de\\_Problemas\\_en\\_Ecoinnovaci%C3%B3n\\_en\\_procesos\\_industriales](http://www.eoi.es/wiki/index.php/%C3%81rbol_de_Problemas_en_Ecoinnovaci%C3%B3n_en_procesos_industriales)