UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCESOS DE CONVERSIÓN EN UNA PLANTA DE MANUFACTURA DE EMPAQUES FLEXIBLES MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA"

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Veinte (20) puntos

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Alirio Villanueva	Nombre: Sebastián Rikis	Nombre: DIEGO CAGAFA

REALIZADO POR Luis Miguel Da Corte
Daniela Maingon

PROFESOR GUIA Ing. Alirio Villanueva.

FECHA 11 de Octubre de 2008

INDICE GENERAL

SINOPSIS I

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I: MARCO INTRODUCTORIO 2

1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA 2
1.1.1 HISTORIA 2
1.1.2 MISIÓN 3
1.1.3 VISIÓN 3
1.1.4 ORGANIGRAMA 4

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4

1.3 OBJETIVOS 5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL 5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5

1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES 5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 6

2.1 CONCEPTOS: 6
2.1.1 TIEMPO DE PARADAS (TP) 6
2.1.2 *TIEMPO DE PRODUCCIÓN* 7

2.2. HERRAMIENTAS: 7
2.2.1 GENERALES: 7
2.2.2 MANUFACTURA ESBELTA: 8
2.2.2.1 ¿Qué es la manufactura esbelta? 8
2.2.2.2 Mapa de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping) 9
2.2.2.3 Takt Time 9
2.2.2.4 5`S 10
2.2.2.5 SMED 11
2.2.2.6 Kanban 11
2.2.2.7 Poka Yoke 12
2.2.3 HERRAMIENTAS ECONÓMICAS 13
2.2.3.1 Inversión Inicial: 13
2.2.3.2 Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR): 13
2.2.3.3 Flujo de caja: 14

2.2.3.4 Valor Presente Neto (VPN): 14
2.2.3.5 Tasa interna de retorno: 14
2.2.3.6 Depreciación: 14

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 15

3.1 METODOLOGÍA GENERAL DE MANUFACTURA ESBELTA 15

3.2 METODOLOGÍA EMPLEADA 15

CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL Y ANÁLISIS GENERAL 18

4.1 LEVANTAMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL: 18
4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES: 18
4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE CONVERSIÓN: 20
4.1.2.1 Montaje: 20
4.1.2.2 Impresión: 21
4.1.2.2 Laminación: 23
4.1.2.2 Corte: 24

4.2 METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS: 25
4.2.1 IDENTIFICAR "RUTA DEL MATERIAL" 26
4.2.2 CADENA DE VALOR 27
4.2.3 TAKT TIME 28
4.2.4 SMED 29
4.2.5 KANBAN 29
4.2.6 5'S 30
4.2.7 POKA YOKE 30
4.2.8 ESTUDIO DE LAS FALLAS 30

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 32

5.1 MONTAJE: 32
5.1.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR 32
5.1.1.1 Montaje: 33
5.1.1.2 Preimpresión: 35
5.1.2 METODOLOGÍA SMED: 37
5.1.3 ESTUDIO DE FALLAS: 39

5.2 IMPRESIÓN 40
5.2.1 IMPRESORA FP-1808: 40
5.2.1.1 Mapa de la cadena de valor 40
5.2.1.1.1. Limpieza y Preparación de FP-1808: 41

5.2.1.1.2 Proceso de Impresión de la impresora FP-1808: 45
5.2.1.2 Metodología SMED: 47
5.2.2 IMPRESORA FS-1500: 53
5.2.2.1 Mapa de la cadena de valor 53
5.2.2.1.1 Limpieza y Preparación de FS-1500: 54
5.2.2.1.2 Proceso de Impresión: 58
5.2.2.2 Metodología SMED: 60
5.2.3 ESTUDIO DE FALLAS DE LAS IMPRESORAS FP-1808 Y FS-1500. 67

5.3 LAMINACIÓN: 74
5.3.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR: 75
5.3.1.1 Preparación de la Laminadora SLC 76
5.3.2 METODOLOGÍA SMED 81
5.3.3 Estudio de fallas 87

5.4 CORTE 91
5.4.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR 91
5.4.1.1 Preparación del Proceso de Corte 92
5.4.1.1 Proceso de Corte 95
5.4.2 ESTUDIO DE FALLAS 96

CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS 5'S, SMED Y PLAN GENERAL DEL ESTUDIO DE FALLAS. 98

6.1 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SMED Y 5'S EN EL ÁREA DE CONVERSIÓN 98
6.1.1 FORMACIÓN DEL "COMITÉ DE MEJORAS" 98
6.1.2 Lanzamiento del Proyecto 99
6.1.3 Metodología de implementación de SMED 99
6.1.2 Metodología de implementación de 5'S 101

6.2 PLAN GENERAL DE ESTUDIO DE FALLAS 107

CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO 108

7.1 ELEMENTOS DEL ESTUDIO 108
7.1.1 INVERSIÓN INICIAL 108
7.1.2 INGRESOS 109
7.1.3 DEPRECIACIÓN 110
7.1.4 TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR) 111
7.2.1 ESCENARIO PESIMISTA: 111
7.2.1.1 Ingresos del escenario pesimista: 112
7.2.1.2 Tasa Mínima atractiva de retorno del escenario pesimista: 112
7.2.1.3 Flujo de caja del escenario pesimista: 113
7.2.1.5 Tasa Interna de Retorno del escenario pesimista: 113

7.2.2 ESCENARIO OPTIIMISTA: 113
7.2.2.2 Tasa Mínima atractiva de retorno del escenario optimista: 114
7.2.2.3 Flujo de caja del escenario optimista: 115
7.2.2.4 Valor Presente Neto del escenario optimista: 115
7.2.2.5 Tasa Interna de Retorno del escenario optimista: 115

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 117

8.1 CONCLUSIONES 117

8.2 RECOMENDACIONES 119

BIBLIOGRAFÍA 121

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CARACTRÍSTICAS INPRESORA 1.FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 21
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS IMPRESORA 2.FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 22
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS IMPRESORA 3.FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 22
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS LAMINADORA 1. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 23
TABLA 5 CARACTERÍSTICAS LAMINADORA 2. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 24
TABLA 6 CARACTERÍSTICAS CORTADORA 1.FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 24
TABLA 7 CARACTERÍSTICAS CORTADORA COM-11,COM-12,COM-13. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 25
TABLA 8 DIAGRAMA MULTIPRODUCTO. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 26
TABLA 9 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LA FALLA Y VALOR NUMÉRICO ASIGNADO. FUENTE: PROPIA. 31
TABLA 10 TIEMPO PROMEDIO DE LAS ACTIVIDADES DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA 33
TABLA 11 ACTIVIDADES DE PREIMPRESIÓN Y TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA 36
TABLA 12 ACTIVIDADES A MODIFICAR Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA 38
TABLA 13 ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA IMPRESORA FP-1808 Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 41
TABLA 14 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FP-1808 Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 45
TABLA 15 ACTIVIDADES A MODIFICAR Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA 50
TABLA 16 ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA IMPRESORA FS-1500 Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 54
TABLA 17 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FS-1500 Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 58
TABLA 18 ACTIVIDADES A MODIFICAR Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE *IMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA.* 64
TABLA 19 CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SOLUCIÓN PROPUESTA PARA CADA UNA DE LAS FALLAS DE LA IMPRESORA FP-1808 Y LA IMPRESORA FS-1500. FUENTE: PROPIA. 70

TABLA 20 ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA LAMINADORA SLC Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 76
TABLA 21 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE LAMINACIÓN DE LA LAMINADORA SLC Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 79
TABLA 22 ACTIVIDADES A MODIFICAR Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE LAMINACIÓN. FUENTE: PROPIA 84
TABLA 23 CAUSAS, CONSECUENCIAS Y SOLUCIÓN PROPUESTA PARA CADA UNA DE LAS FALLAS DE LA LAMINADORA SLC. FUENTE: PROPIA. 88
TABLA 24 ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE CORTE Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 92
TABLA 25 : ACTIVIDADES DEL PROCESO DE CORTE Y SU TIEMPO PROMEDIO. FUENTE: PROPIA. 95
TABLA 26 CAUSA, CONSECUENCIA Y SOLUCIÓN PROPUESTA PARA CADA UNA DE LAS FALLAS DEL ÁREA DE CORTE. FUENTE: PROPIA 97
TABLA 27 RESUMEN DE LA INVERSIÓN EN IMPRESIÓN Y LAMINACIÓN. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. Y COMEXI GROUP. 109
TABLA 28 TIEMPO ADICIONAL DE PRODUCCIÓN ANUAL POR MÁQUINA. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 110
TABLA 29 DEPRECIACIÓN ANUAL CORRESPONDIENTE A TODOS LOS EQUIPOS DE CADA MÁQUINA. FUENTE: PROPIA. 110
TABLA 30 INFLACIÓN DE LOS PRÓXIMOS AÑOS. FUENTE: VENECONOMÍA. 111
TABLA 31 GANANCIA POR HORA POR MÁQUINA AFECTADA POR LA INFLACIÓN RESPECTIVA Y EL *INGRESO ANUAL POR MÁQUINA Y TOTAL. FUENTE: VENECONOMÍA, PAVEMA GRÁFICA, C.A.* 112
TABLA 32 FLUJO DE CAJA DEL ESCENARIO PESIMISTA. FUENTE: PROPIA. 113
TABLA 33 INFLACIÓN DE LOS PRÓXIMOS AÑOS. FUENTE: VENECONOMÍA. 114
TABLA 34 GANANCIA POR HORA POR MÁQUINA AFECTADA POR LA INFLACIÓN RESPECTIVA Y EL INGRESO ANUAL POR MÁQUINA Y TOTAL. FUENTE: VENECONOMÍA, PAVEMA GRÁFICA, C.A. 114
TABLA 35 FLUJO DE CAJA DEL ESCENARIO OPTIMISTA. FUENTE: PROPIA. 115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: ORGANIGRAMA. FUENTE: PAVEMA GRÁFICA C.A. 4
ILUSTRACIÓN 2 METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO. FUENTE: PROPIA 17
ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS PROCESOS DE CONVERSIÓN: FUENTE: PROPIA 19
ILUSTRACIÓN 4 MAPA DE CADENA DE VALOR PARA EL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA. 32
ILUSTRACIÓN 5 ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA.... 34
ILUSTRACIÓN 6 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA 35
ILUSTRACIÓN 7 ACTIVIDADES DE DESMONTAJE DEL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA 35
ILUSTRACIÓN 8 ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE PREIMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA....36
ILUSTRACIÓN 9 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE PREIMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA 37
ILUSTRACIÓN 10 ACTIVIDADES DE DESMONTAJE DEL PROCESO DE PREIMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA....37
ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA GANTT DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA. 37
ILUSTRACIÓN 12 DIAGRAMA GANTT MEJORAS SIN INVERSIÓN DEL PROCESO DE MONTAJE. FUENTE: PROPIA. 38
ILUSTRACIÓN 13 DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE LAS FALLAS EN MONTAJE. 39
ILUSTRACIÓN 14 MAPA DE CADENA DE VALOR PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA. 40
ILUSTRACIÓN 15 ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA 44
ILUSTRACIÓN 16 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FP-1808. FUENTE: PROPIA. 46
ILUSTRACIÓN 17 DIAGRAMA GANTT DE LA SITUACIÓN ACTUAL. FUENTE: PROPIA 48
ILUSTRACIÓN 18 DIAGRAMA GANTT DE APLICAR MEJORAS SIN INVERSIÓN. FUENTE: PROPIA....49
ILUSTRACIÓN 19 DIAGRAMA GANTT DE APLICAR MEJORAS CON INVERSIÓN. FUENTE: PROPIA....51
ILUSTRACIÓN 20 MAPA DE CADENA DE VALOR PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN. FUENTE: PROPIA. 53
ILUSTRACIÓN 21 ACTIVIDADES DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FS-1500. FUENTE: PROPIA 57
ILUSTRACIÓN 22 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FS-1500. FUENTE: PROPIA 59
ILUSTRACIÓN 23 DIAGRAMA GANTT DE LA SITUACIÓN ACTUAL. FUENTE: PROPIA 61
ILUSTRACIÓN 24 DIAGRAMA GANTT DE APLICAR MEJORAS SIN INVERSIÓN. FUENTE: PROPIA. 62
ILUSTRACIÓN 25 DIAGRAMA GANTT DE APLICAR MEJORAS CON INVERSIÓN. FUENTE: PROPIA. 64
ILUSTRACIÓN 26 DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE IMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FP-1808.FUENTE: PROPIA 66
ILUSTRACIÓN 27 DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE LMPRESIÓN DE LA IMPRESORA FS-1500.FUENTE: PROPIA 67
ILUSTRACIÓN 28 MAPA DE CADENA DE VALOR PARA EL PROCESO DE LAMINACIÓN. FUENTE: PROPIA. ..73
ILUSTRACIÓN 29 ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL PROCESO DE LAMINACIÓN DE LA LAMINADORA SLC. FUENTE: PROPIA 76
ILUSTRACIÓN 30 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE IMPRESIÓN DE LA LAMINADORA SLC. FUENTE: PROPIA 78

ILUSTRACIÓN 31 DIAGRAMA GANTT DE LA SITUACIÓN ACTUAL. FUENTE: PROPIA 80
ILUSTRACIÓN 32 DIAGRAMA GANTT DE LAS MEJORAS SIN INVERSIÓN. FUENTE: PROPIA 81
ILUSTRACIÓN 33 DIAGRAMA GANTT DE LAS MEJORAS CON INVERSIÓN. FUENTE: PROPIA 83
ILUSTRACIÓN 34 DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE LAMINACIÓN. FUENTE: PROPIA. 85
ILUSTRACIÓN 35 MAPA DE CADENA DE VALOR PARA EL PROCESO DE CORTE. FUENTE: PROPIA. 89
ILUSTRACIÓN 36 ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DE ARRANQUE DEL PROCESO DE CORTE. FUENTE: PROPIA 92
ILUSTRACIÓN 37 ACTIVIDADES DEL PROCESO DE CORTE. FUENTE: PROPIA 93
ILUSTRACIÓN 38 DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE CORTE. FUENTE: PROPIA. 94

SINOPSIS

La manufactura esbelta es una filosofía de producción donde se conceptualiza el proceso productivo desde la materia prima o la orden de compra hasta el producto terminado para satisfacer al cliente. Su propósito principal es eliminar a través de actividades de mejora continua los desperdicios dentro de la compañía. La manufactura esbelta fue concebida en el Sistema De Producción Toyota (SPT), el cual se implementó a través de catorce (14) principios englobados en cuatro categorías: filosofía a largo plazo, el proceso correcto debe producir los resultados correctos, agregar valor a la organización por medio del desarrollo de su gente y de sus socios y por último, resolver problemas de raíz e impulsar continuamente el aprendizaje de la organización. Algunos de los beneficios que genera son, reducción de los costos de producción, reducción del tiempo de entrega, mejor Calidad, mayor eficiencia de equipo, y disminución de los desperdicios.

El presente Trabajo Especial de Grado se llevó a cabo en la planta de fabricación y conversión de empaques flexibles de la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. con la finalidad de mejorar los procesos del área de conversión de la misma como son montaje, impresión, laminación y corte por medio de la aplicación de algunas herramientas de manufactura esbelta como son el Mapa de la cadena de valor, SMED, 5 "S", Kanban, Pokayoke y Takt Time.

La metodología utilizada consistió en realizar un levantamiento y análisis de la situación actual del área de conversión mediante el uso de herramientas generales de la ingeniería industrial como son el diagrama causa-efecto y la carta Gantt, así como herramientas de la manufactura esbelta, por ejemplo: el mapa de la cadena de valor; para luego determinar qué herramientas de manufactura esbelta se debían aplicar. La aplicabilidad de las herramientas se determinó en base al levantamiento de la situación actual realizado y los intereses de la alta gerencia, las herramientas a aplicar son el resultado de la convergencia de estos dos aspectos.

Una vez conocidas las herramientas de manufactura esbelta a aplicar se procedió a crear planes integrales para la implementación de cada una de ellas y entre sí, con el fin de ofrecer a la empresa soluciones reales a sus problemas. Estos planes tienen como objetivo además de reflejarse en más tiempo disponible para la producción, elevar la moral de los trabajadores por medio de capacitaciones periódicas donde propongan soluciones a los problemas ya que ellos son los que mejor conocen el trabajo que realizan y cuáles serían las posibles mejoras.

Finalmente se determinó la viabilidad económica de los planes de implementación de las herramientas de manufactura esbelta desarrolladas mediante un estudio económico en un período de tres (3) años donde se generaron dos (2) escenarios uno pesimista cuyas condiciones se derivan de que no ocurra ningún cambio político importante en el país y el escenario optimista en el cual sí ocurriría un cambio en la política del país. Los planes diseñados para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta se evaluaron en función del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) para cada uno de los escenarios.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo especial de grado se presenta un estudio de aplicabilidad de herramientas de manufactura esbelta en el área de conversión de una empresa del sector plástico, PAVEMA GRÁFICA C.A.. El objetivo principal es diseñar planes para implementar las herramientas de manufactura esbelta que se consideren necesarias para mejorar tanto las condiciones de trabajo como la productividad.

PAVEMA GRÁFICA C.A, es una PYME del sector plástico que se dedica a la impresión flexográfica de empaques y productos flexibles sencillos y laminados, así como también, a la fabricación de películas plásticas procesadas por extrusión o coextrusión de resinas poliolefínicas. Esta empresa cuenta con una larga trayectoria y liderazgo en el mercado; conocida por su alta capacidad de respuesta en calidad, oportunidad y precio en sus productos, en la cual se pueden llevar a cabo proyectos de inversión a corto y mediano plazo debido a su habilidad para mantener su actual clientela, captar nuevos clientes y ampliar los volúmenes de ventas.

Este trabajo se enfoca principalmente a identificar las oportunidades de mejora de cada uno de los procesos, estudiando detalladamente la situación actual para generar soluciones que se adapten a cada uno de los procesos así como a la diversidad de productos que se manejan.

Utilizando información suministrada por la empresa y levantada en planta se crearon planes de implementación de las herramientas de manufactura esbelta, los cuales fueron diseñados con el fin de brindarle a la empresa una solución viable económicamente e integral a sus problemas.

CAPÍTULO I: MARCO INTRODUCTORIO

1.1 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

1.1.1 HISTORIA

PAVEMA GRÁFICA C.A comenzó sus actividades en el año 1972. En su inicio se dedicó a la impresión flexográfica de empaques y productos flexibles sencillos, laminados, así como también, de empaques de papel con impresión flexográfica en policromía.

Actualmente, cuenta con el proceso de fabricación, donde se elaboran películas plásticas procesadas por extrusión o coextrusión de resinas poliolefínicas. Su planta se encuentra en el conglomerado Industrial Manuel Olivares Betancourt ubicado en la Zona Industrial San Vicente II, calle G, galpón F-4, Maracay, Estado Aragua y su *oficina principal está ubicada en Av. Circunvalación del Sol, Centro Profesional Santa* Paula, Torre A, piso 3 oficina 312, Urbanización Santa Paula, Caracas.

La capacidad instalada de la planta es de 300 toneladas mensuales, tanto para el proceso de fabricación como para el proceso de conversión de empaques flexibles. Con un área total de 8.200m^2, de los cuales 5.500m^2 son de construcción.

La empresa cuenta con un equipo de amplia experiencia en el proceso de conversión de empaques flexibles, utilizando la impresión flexográfica y la laminación. Este equipo de trabajo está conformado aproximadamente por 180 personas, entre empleados y nómina diaria.

PAVEMA GRÁFICA C.A con la finalidad de adaptarse a la nueva realidad económica de Venezuela, ha venido incorporando modernos equipos de impresión de alta resolución, laminación de avanzada tecnología, coextrusión de tecnología de punta que le permiten mayor productividad y por ende mejor calidad y servicio a sus clientes. Ésta y muchas razones más le han permitido obtener reconocimientos como el GRAN PRIX CYREL donde en el año 1998 obtuvo primer lugar a nivel nacional en la categoría *Envases Flexibles en Línea, segundo premio a nivel nacional en la categoría Envases*

Flexibles en Cuatricromía y el tercer lugar a nivel latinoamericano por mejor impresión en cuatricromía. Para el año 2000 segundo lugar a nivel nacional en la categoría Envases Flexibles en Línea.

La empresa elabora una amplia gama de empaques, aproximadamente unos 200 destinados fundamentalmente a la industria de alimentos. Esta variedad responde a cada cliente y a su vez, a cada uno de sus productos y procesos de empaque, pues estas características condicionan el tipo de empaque a realizar.

Los clientes nacionales que atiende PAVEMA GRÁFICA C.A. son unas 40 empresas manufactureras, ubicadas en los sectores de alimentos y bebidas, farmacia, aseo personal, publicidad, entre otras; mientras que la producción de exportación va dirigida específicamente al sector de alimentos y bebidas. Hoy en día cuenta aproximadamente con un 14% del mercado nacional de empaques flexibles y satisface las necesidades de sus principales clientes entre los cuales se encuentran Cargill de Venezuela, Nabisco, Frito Lay, Puig y Bimbo.

1.1.2 MISIÓN

Fabricar empaques flexibles de calidad para satisfacer las expectativas y necesidades de nuestros clientes, accionistas y trabajadores, mediante un modelo de gestión, basado en valores, con el uso de tecnología de avanzada, que garantice competitividad, confianza, rentabilidad y desarrollo de nuestros recursos humanos y de la organización, en armonía con el entorno ambiental, social y cultural.

1.1.3 VISIÓN

Ser una empresa líder en la fabricación de empaques flexibles en Venezuela y extender la producción al exterior. Fortalecer la orientación a la excelencia, confiabilidad, calidad y servicio al cliente. Lograr una organización planificada, sistematizada, eficiente, moderna y rentable. Desarrollar recurso humano y procurar su identificación y compromiso con los valores de la empresa y mantener la armonía con el medio ambiente y el entorno social y cultural.

1.1.4 ORGANIGRAMA

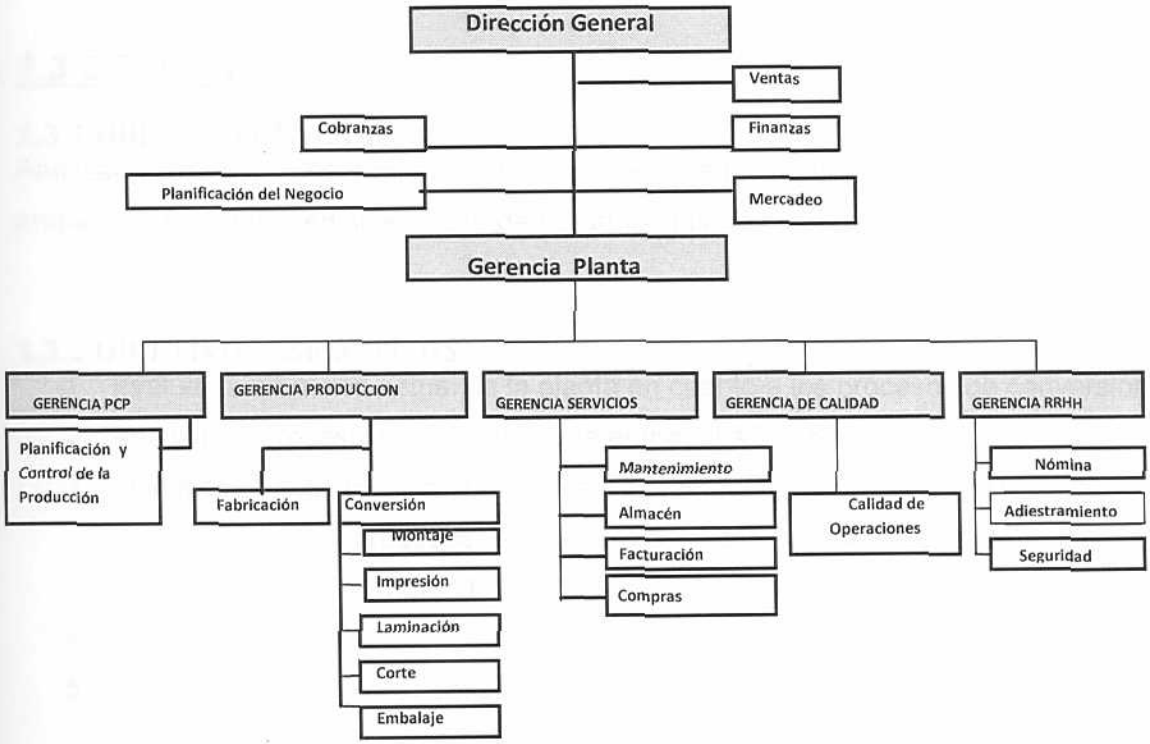


Ilustración 1: Organigrama. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PAVEMA GRÁFICA C.A., hace dos años comenzó un proceso de cambio organizacional, debido a que el área de manufactura presentó un descontrol cuyas consecuencias fueron devoluciones y quejas por parte de sus mejores clientes, generándose desconfianza en la empresa. Como solución la empresa procedió a una reestructuración desde la alta gerencia hasta la base de la organización. Esta reestructuración tuvo como objetivo mejorar los procesos productivos y generar confianza en los clientes. La alta gerencia de la empresa considera que un plan de manufactura esbelta es necesario para culminar exitosamente dicha reestructuración,

debido a que este establecerá una nueva filosofía y cultura en todo su esquema organizacional y se recuperará la confianza de los clientes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y mejorar los procesos de conversión en una planta de manufactura de empaques flexibles mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar la situación actual de la planta en cuanto a los procesos de conversión.
2. Analizar el proceso de conversión de empaques flexibles.
3. Identificar y aplicar las herramientas de manufactura esbelta que se consideren necesarias a los procesos de conversión: Mapa de la cadena de valor, Takt time, 5'S, SMED, Kanban, Poka Yoke.
4. Proponer mejoras.
5. Evaluar el impacto económico de las mejoras propuestas.

1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES

El estudio se desarrolló en un espacio de 12 semanas; por razones de tiempo sólo contempló la evaluación y el desarrollo de recomendaciones de mejora a ser implementadas por la empresa.

No abarcó la implementación de las recomendaciones, ni la evaluación de los resultados posteriores a su aplicación, por lo tanto su aplicación depende de la gerencia.

En el Trabajo Especial de Grado no es presentada aquella información que la empresa considere confidencial.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS:

2.1.1 TIEMPO DE PARADAS (TP)

Es el tiempo en el que se encuentran ejecutando trabajos sobre las maquinarias, donde no se está generando valor agregado. Este tiempo se debe a diferentes causas lo cual genera las siguientes categorías:

- **Tiempo de Preparación (Tp):** tiempo transcurrido entre una orden de producción y otra, se ejecutan las actividades necesarias para la realización de todos los cambios en la maquinaria para adaptarla al nuevo trabajo que se va a procesar en la misma. La maquinaria no se encuentra prendida, y no se está produciendo.

- **Paradas de Producción (PP):** es el tiempo en que la maquinaria debería estar produciendo pero esta parada durante el proceso de producción. Estas paradas se generan por diferentes razones algunas son: defectos en la materia prima, falla en la maquinaria por mal manejo de la misma, descalibración de alguna de las piezas, procesos de verificación necesarios, falla en la programación de *producción, entre otros.*

- **Paradas por Mantenimiento (PM):** Son las paradas que se generan por defectos de la maquinaria en sí, ya sea por problemas en las partes mecánicas, eléctricas o electrónicas de la misma. Se incluye el tiempo de mantenimiento correctivo así como preventivo.

- **Otras Paradas:** Es el tiempo donde la maquinaria no se encuentra produciendo, por problemas que no son atribuibles a ninguna de las categorías anteriores. Entre ellas se encuentran: paradas por falta de materia prima, falta

de personal, fallas de la energía eléctrica, adiestramiento de personal, entre otros.

2.1.2 *TIEMPO DE PRODUCCIÓN:*

Es el tiempo que dedica la maquinaria a producir directamente es decir, que la máquina se encuentra corriendo a una velocidad y se encuentra generando valor agregado. El tiempo que se debería destinar a la producción pero la máquina está parada por alguna razón genera una pérdida de dinero.

2.2. HERRAMIENTAS:

2.2.1 GENERALES:

- **Diagrama de Gantt o Carta Gantt:** herramienta que permite mostrar el tiempo previsto de realización de las diferentes tareas o actividades a lo largo de un *tiempo total definido. Además permite identificar las relaciones o* interdependencias (prelaciones) entre cada una de las actividades, así como observar las que se realizan simultáneamente y los recursos utilizados para la realización de cada una de ellas.

- **Diagrama Causa-Efecto:** técnica gráfica que permite ordenar todas las causas que pueden contribuir a un determinado efecto, por lo que permite generar un conocimiento general de un problema. Además ayuda a determinar las causas raíz de cada problema de manera estructurada.

- **Diagrama de Proceso:** herramienta que permite definir las etapas de un proceso de producción, además de mostrar toda la secuencia cronológica de las operaciones.

- **Diagrama Multiproducto:** herramienta que permite generar una visión completa de todos los procesos correspondientes a diversos productos, especialmente cuando los productos son muy diversos pero pasan por procesos similares.

2.2.2 MANUFACTURA ESBELTA:

2.2.2.1 ¿Qué es la manufactura esbelta?

Filosofía de producción donde se conceptualiza el proceso productivo desde la materia prima o la orden de compra hasta el producto terminado para satisfacer el cliente. Su propósito principal es eliminar a través de actividades de mejora continua los desperdicios dentro de la compañía. Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

La manufactura esbelta fue concebida en el Sistema De Producción Toyota (SPT), el cual se implementó a través de 14 principios englobados en cuatro categorías: filosofía a largo plazo, el proceso correcto debe producir los resultados correctos, agregar valor a la organización por medio del desarrollo de su gente y de sus socios y por último, resolver problemas de raíz e impulsar continuamente el aprendizaje de la organización.

Toyota ha identificado siete tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura, como son: sobreproducción, espera, transporte innecesario, procesamiento incorrecto, inventarios, movimientos innecesarios, productos defectuosos o retrabajados.

Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de los costos de producción.
- Reducción del tiempo de entrega.
- Mejor Calidad.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Disminución de los desperdicios.

2.2.2.2 Mapa de la Cadena de Valor (Value Stream Mapping)

La cadena de valor está formada por la serie de acciones específicas requeridas para convertir materia prima en producto terminado. Esta es útil para conocer qué actividades son las que realmente generan valor en el producto, cuáles no agregan valor pero son necesarias y cuáles son innecesarias.

El mapa de cadena de valor es fundamental para iniciar un plan de manufactura esbelta, ya que éste refleja las actividades que producen valor, dónde se originan los desperdicios y toda la información necesaria para identificar las oportunidades de mejora en cada una de las actividades. Además permite calcular la eficiencia del proceso productivo a través de la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ de\ Proceso}{Tiempo\ de\ entrega\ de\ Producción} \times 100 = \frac{T}{t1 \times N + T + t2} \times 100 \quad \textbf{(1)}$$

Donde:

t1: tiempo que se tarda el operario en realizar el cambio de una bobina.

t2: tiempo de preparación.

N: número de veces que el operario realiza cambio de bobinas.

T: tiempo de procesamiento de una orden de producción.

2.2.2.3 Takt Time

Takt Time se refiere al ritmo de producción, el cual se determina con información de la demanda es decir, lo marca el cliente. El takt time define el ritmo demandado por el cliente, al cual la compañía debería producir el producto para satisfacer al mismo. El objetivo de esta herramienta es sincronizar el ritmo de producción con el ritmo de ventas.

Para calcular el takt time se debe conocer el tiempo de producción disponible, (descontando los descansos, reuniones, otros) y la cantidad de unidades requeridas en ese tiempo. Se utilizara la siguiente fórmula:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ Total\ requerida} \quad (2)$$

El resultado del cálculo del takt time indica a qué ritmo el cliente está comprando el producto, ese será el ritmo al cual se debe manejar el producto y sus componentes. Es muy importante tener en cuenta que si el volumen varia también lo hará el takt time, este siempre debe ser ajustado a la demanda para lograr la sincronización entre ventas y producción.

2.2.2.4 5`S

Se trata del programa fundamental para la mejora de la productividad y del ambiente laboral. El mismo se originó en Japón bajo la orientación de W. Eduard Deming hace más de cuarenta años y está incluido dentro de lo que se conoce como "proceso de mejora continuo"; este se denomina 5´S por la aplicación de cinco(5) conceptos utilizados en la gestión empresarial japonesa:

- Seiri (Seleccionar y descartar- Clasificar)
- Seiton (Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar- Ordenar)
- Seiso (Un ambiente de trabajo adecuado- Limpieza)
- Seiketsu (Establecer un estándar y mantenerlo- Estandarización y bienestar)
- Shitsuke (Continuar y repetir el ciclo con estándares superiores- Autodisciplina)

El objetivo es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo, lo cual se alcanza al mejorar las condiciones, seguridad, clima laboral, motivación del personal y la eficiencia; en consecuencia, la calidad, la productividad y competitividad de la organización aumentaran.

Algunos indicadores de un aumento de la calidad que repercuten positivamente en la satisfacción del cliente son: reducción del número de errores, disminución del tiempo de entrega, mejoramiento del uso de equipos, tiempo y materiales

2.2.2.5 SMED

Es el acrónimo de Single Minute Exchange of Die: cambio de herramientas en pocos minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase *single minute* (expresar los minutos en un solo dígito). Se entiende por cambio el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria.

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), una de las piedras angulares del proceso de fabricación Toyota y fue desarrollado para acortar los tiempos de preparación de las máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño.

El objetivo es disminuir el tiempo dedicado al ajuste, con el fin de conseguir cambios de útiles rápidos o incluso ajustes instantáneos. Entre los beneficios del SMED se encuentra procesar productos de alta calidad, reducir los costos, tiempo de entrega y ser más competitivos.

2.2.2.6 Kanban

Herramienta que permite controlar la información y regular el manejo de los materiales entre los procesos de producción.

Se denomina "Kanban" a las tarjetas que se adhieren a los contenedores que almacenan ciertos lotes estándar de material o producto semiterminado. Estas tarjetas actúan como una señal para indicar qué cantidad se requiere de dicho material, así el inventario sólo tendrá lo requerido en cantidades exactas.

Los objetivos principales de esta herramienta son:

- Prevenir la sobreproducción y sobretransportación de los materiales entre los procesos de producción.

- Ofrecer las instrucciones específicas entre los procesos, basadas en los principios de surtido de materiales. Esto se logra mediante el control del tiempo y materiales en el trasporte.
- Establecer una herramienta para el mejoramiento continuo. Cada kanban representa un contenedor de inventario en el proceso. A medida que transcurra el tiempo, la reducción planeada de los kanbans en el sistema será directamente igual a la reducción de los inventarios y proporcional a la disminución del tiempo de entrega a los clientes.

Existen dos tipos de Kanban, de producción y de retiro. La principal diferencia entre los dos tipos de kanban es que el primero es una señal para hacer algo y el segundo es una señal de que algo necesita ser removido del inventario (señal de surtir).

2.2.2.7 Poka Yoke

Técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años 1960´s, que significa "a prueba de errores". La idea principal es crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. La finalidad del Poka-yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Un dispositivo Poka-yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador lo note y corrija a tiempo.

Si bien se puede pensar que un defecto y un error son lo mismo, no es así. Los defectos son los resultados y los errores son las causas de los mismos.

Un defecto existe en dos estados: está a punto de ocurrir o ya ha ocurrido. El sistema Poka-Yoke emplea tres funciones básicas contra los defectos: parada, control y aviso. El reconocimiento de que un defecto está a punto de ocurrir se denomina "predicción", y reconocer que un defecto ha ocurrido ya se denomina "detección". Los efectos de un sistema poka-yoke en la reducción de defectos varían dependiendo del tipo de inspección o mecanismos de detección.

2.2.3 HERRAMIENTAS ECONÓMICAS

2.2.3.1 Inversión Inicial:

Comprende la adquisición de activos como equipos, herramientas, entre otros a excepción del capital de trabajo.

2.2.3.2 Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR):

Representa la tasa mínima de ganancia deseada por la empresa sobre la inversión a realizar. Su cálculo se basa en dos variables fundamentales como son:

Tasa de Inflación Promedio: como su nombre lo indica representa la tasa de inflación promedio en el período de estudio. Esta se debe calcular cuando la inflación varía en *cada período en los cuales se quiere capitalizar la inversión inicial.*

$$VP \times (1+i)^n = VF \qquad (3)$$

Donde:

VP: valor presente del dinero

i: Tasa de Inflación promedio

n: número de períodos en los cuales se quiere capitalizar la inversión.

VF: valor futuro del dinero, el cual se calcula del valor presente del dinero y la inflación específica de cada período, de la siguiente forma:

$$VF = VP \times (1+i_1) \times (1+i_2) \times (1+i_3) \times \ldots \times (1+i_n) \qquad (4)$$

Donde

i_n : inflación específica para cada período.

La segunda variable fundamental es el premio al riesgo, el cual es determinado por la empresa y representa el porcentaje de ganancia sobre la inflación que desea la empresa para dicha inversión.

Finalmente la TMAR se calcula:

$$TMAR = i + PM + i \times PM \qquad (5)$$

Donde:

i: Tasa de Inflación promedio.

PM: premio al riesgo.

2.2.3.3 Flujo de caja:

Constituye uno de los elementos más importantes del estudio de viabilidad de un proyecto ya que sobre él se generarán los resultados del mismo. Refleja las entradas y salidas de dinero de la empresa, así como el momento en el que se realizan. En este caso se realizará un flujo de caja específico para la inversión a realizar.

2.2.3.4 Valor Presente Neto (VPN):

Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite evaluar la rentabilidad de la inversión en función de una Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) y se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = -I + \sum_{i:1}^{n} \frac{fc_n}{(1+TMAR)^n} \qquad \textbf{(6)}$$

Donde:

I: Inversión inicial.

fc_n: flujo de caja

n: número de períodos en los cuales se quiere capitalizar la inversión.

2.2.3.5 Tasa interna de retorno:

De su análisis se obtiene la tasa a la cual se recupera la inversión total inicial y es un elemento fundamental para determinar la viabilidad del proyecto. Se calcula de la siguiente forma:

$$0 = -I + \sum_{i:1}^{n} \frac{fc_n}{(1+TIR)^n} \qquad \textbf{(7)}$$

Donde:

TIR: tasa interna de retorno.

2.2.3.6 Depreciación:

Es la reducción del valor monetario de un activo. Existen diferentes métodos para calcularla, pero en el presente trabajo especial de grado se utilizó el método de la línea recta el cual establece que el activo se utiliza de forma constante y con la misma intensidad durante toda su vida útil. Se calcula de la siguiente forma:

$$Depreciación = \frac{Valor\ del\ activo\ a\ depreciar}{Vida\ útil\ del\ activo} \qquad \textbf{(8)}$$

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Este capítulo describe la metodología empleada para encontrar las oportunidades de mejora en los procesos de conversión (montaje, impresión, laminación y corte) de la planta de empaques flexibles.

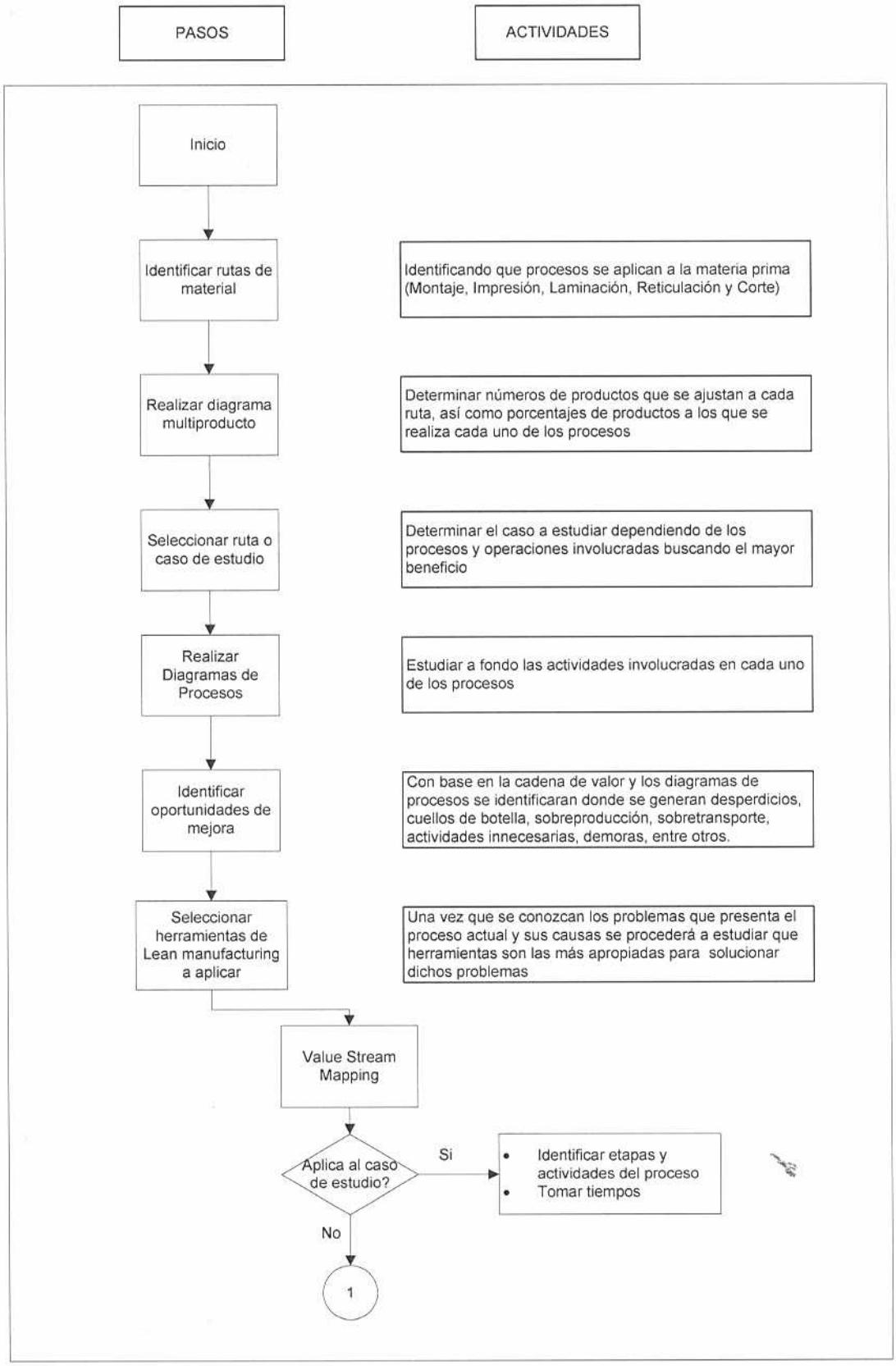
3.1 METODOLOGÍA GENERAL DE MANUFACTURA ESBELTA

Para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual:
    a. el mapa de cadena de valor para identificar todas las actividades o procesos involucrados en la elaboración del producto .El mapa de la cadena de valor sirve de guía para identificar los cuellos de botella presentes en el proceso, donde se generan los desperdicios, entre otros; identificándose así las oportunidades de mejora.
    b. Evaluar las líneas de producción utilizando mapas de procesos, entrevistas al personal involucrado, tomando observaciones, entre otros; lo cual también representa un medio para identificar las posibles áreas de mejora.
2. Una vez identificadas las herramientas a aplicar se procederá a crear planes de implementación de las mismas.

3.2 METODOLOGÍA EMPLEADA

A continuación se presenta un esquema que indica la metodología aplicada desde la selección del caso de estudio hasta el desarrollo y resultados:


PASOS
ACTIVIDADES
Inicio
Identificar rutas de material
Identificando que procesos se aplican a la materia prima (Montaje, Impresión, Laminación, Reticulación y Corte)
Realizar diagrama multiproducto
Determinar números de productos que se ajustan a cada ruta, así como porcentajes de productos a los que se realiza cada uno de los procesos
Seleccionar ruta o caso de estudio
Determinar el caso a estudiar dependiendo de los procesos y operaciones involucradas buscando el mayor beneficio
Realizar Diagramas de Procesos
Estudiar a fondo las actividades involucradas en cada uno de los procesos
Identificar oportunidades de mejora
Con base en la cadena de valor y los diagramas de procesos se identificaran donde se generan desperdicios, cuellos de botella, sobreproducción, sobretransporte, actividades innecesarias, demoras, entre otros.
Seleccionar herramientas de Lean manufacturing a aplicar
Una vez que se conozcan los problemas que presenta el proceso actual y sus causas se procederá a estudiar que herramientas son las más apropiadas para solucionar dichos problemas
Value Stream Mapping
Aplica al caso de estudio?
Si
• Identificar etapas y actividades del proceso
• Tomar tiempos
No
1

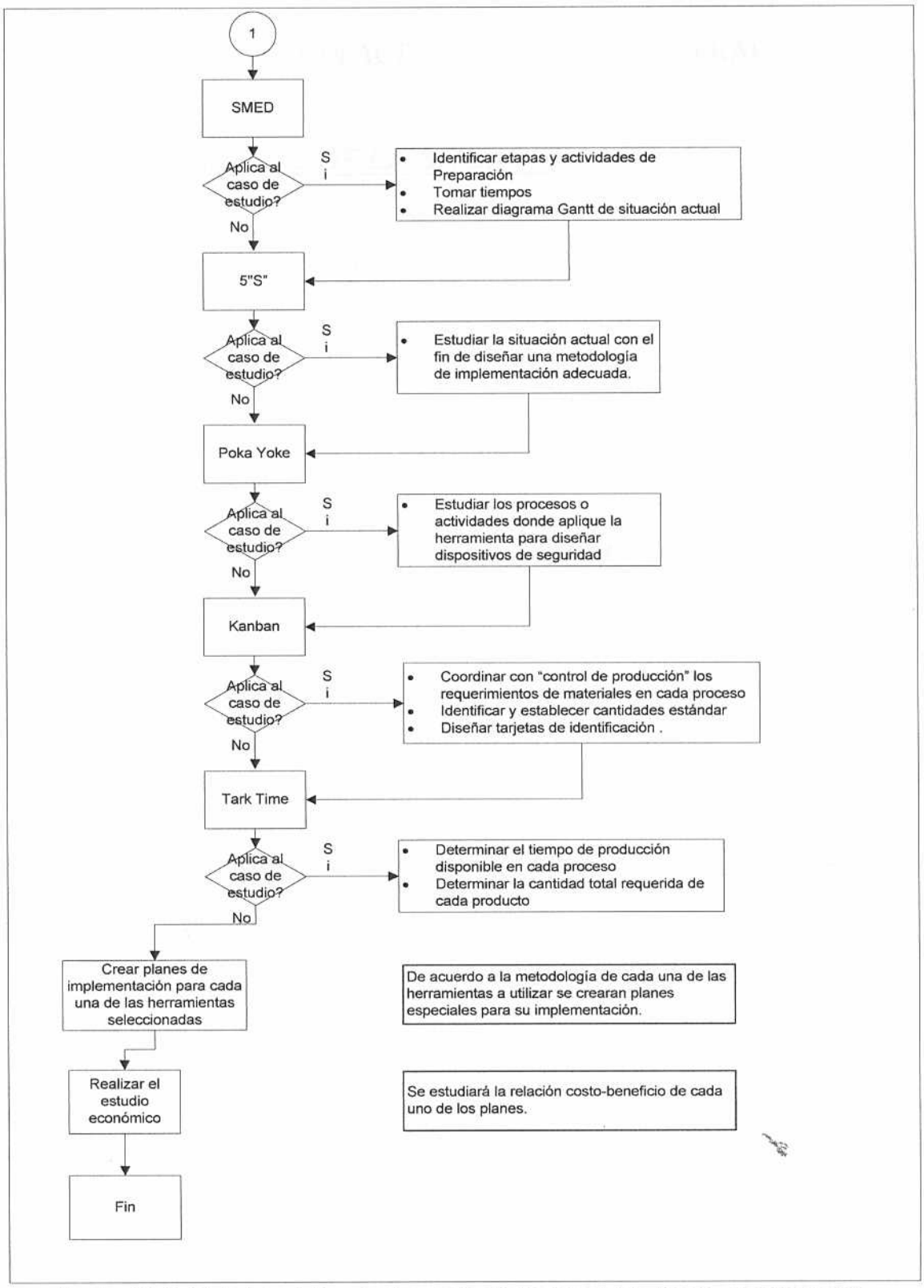


Ilustración 2 Metodología Empleada en el trabajo Especial de Grado. Fuente: Propia

CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL Y ANÁLISIS GENERAL

4.1 LEVANTAMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL:

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES:

La planta está instalada en 8 galpones con una superficie cubierta de 50.069,73 mts^2, con espacio exterior suficiente para la circulación de camiones que entregan materias primas y recogen productos terminados. En el *Anexo 1 (layout actual de la planta)* se muestra el diagrama general de la planta con la disposición de la maquinaria y equipos, así como los accesos para recepción de material y despacho de producto terminado.

El área productiva a ser analizada en este Trabajo Especial de Grado es únicamente la de conversión de empaques flexibles de la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. Esta área comprende cuatro procesos básicos que son: montaje, impresión, laminación, y corte. A continuación se da una breve descripción de cada uno de los procesos:

- **Montaje**: se realiza una preimpresión para verificar que el proceso de impresión se lleve a cabo correctamente, este proceso es fundamental.
- **Impresión**: es el proceso donde se estampa el diseño que el cliente desea en bobinas de polietileno.
- **Laminación**: el proceso tiene como fin adherir otra capa de polipropileno o polietileno al empaque.
- **Corte**: su objetivo es cortar las bobinas impresas y/o laminadas en bobinas más pequeñas, así como acomodar y empacar las bobinas en paletas para su traslado a las instalaciones del cliente.

A continuación se da una breve descripción del proceso productivo de la planta de empaques flexibles Pavema Gráfica C.A, específicamente en el área de conversión de materia prima:

El proceso de conversión se inicia con la selección de materias primas, según el empaque que se va a fabricar. El sustrato (material virgen en bobinas), las tintas,

solventes y adhesivos se mantienen en el almacén de materia prima. Luego las bobinas y materias primas, junto con las planchas fotopolímeras, previamente preparadas en montaje se transportan al área impresión. Estas últimas son colocadas de forma correcta en las impresoras y se procede a imprimir el material, estampando el diseño que el cliente desee en el sustrato. Luego las bobinas impresas son trasladadas en paletas al almacén temporal donde se pesan y etiquetan, para luego ser transportadas al área laminación. En el área de laminación se le agrega una capa adicional a la bobina impresa, para que sea más resistente, la tinta no entre en contacto con los alimentos y además le agrega resistencia a la corrosión, rajaduras y luz solar. Luego del proceso de laminación las bobinas laminadas son transportadas al almacén de producto en proceso, donde se dejan en reposo un tiempo determinado para el secado del pegamento de la laminación, proceso que se llama reticulación. Una vez seco el adhesivo se traslada la bobina al área de corte. En el área de corte se recibe el material que viene de impresión y de laminación para ser cortado en el tamaño que especifica cada cliente y luego se procede a embalarlos para ser enviados al almacén de producto terminado.

De forma esquemática, se presenta a continuación el diagrama de flujo para el proceso de conversión de empaques flexibles:

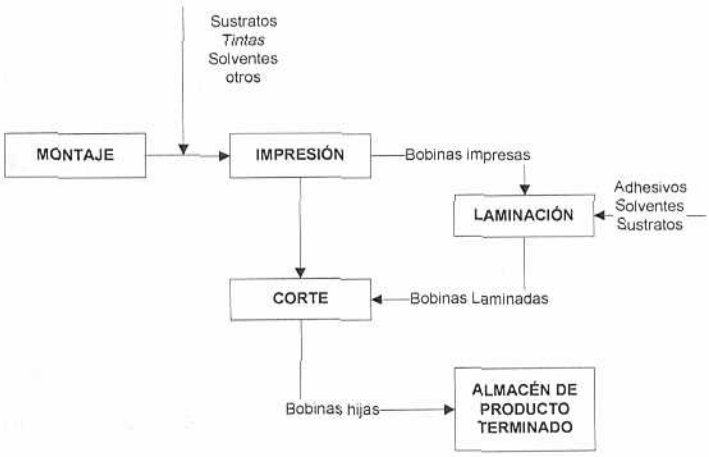


Ilustración 3 Diagrama de flujo de los procesos de conversión: Fuente: Propia

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE CONVERSIÓN:

La empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. posee un histórico detallado de la utilización de cada una de las máquinas de enero a mayo de 2008. Se hizo uso de estos datos para levantar la situación actual antes de pasar al estudio detallado de cada área. Durante el funcionamiento de las máquinas se presentan diferentes estados de uso, los cuales son los siguientes:

- Tiempo de producción
- Paradas de producción
- Tiempo de preparación
- Paradas por mantenimiento
- Paradas de fuerza mayor

Los datos utilizados para el levantamiento de la situación actual se encuentran en el *Anexo 2 (Tiempo de producción y paradas por máquina período Enero-Mayo 2008)* Estos datos se expresan en unidades de tiempo, y de su sumatoria resulta el tiempo real de uso de las maquinarias, por medio de estos datos la empresa genera la Tabla de porcentaje del tiempo de producción por máquina y sus paradas los cuales se presentan en el *Anexo 3 (Porcentaje de tiempo de producción y paradas por máquina período Enero-Mayo 2008)*, más adelante serán estudiadas individualmente por proceso y parada.

A continuación se presentan cada una de las áreas de estudio, identificando sus funciones, maquinaria y paradas:

4.1.2.1 Montaje:

En el área de montaje se realizan diferentes procesos, el primero es el de *montaje* en sí, que consiste en fijar la plancha fotopolímera enviada por el cliente a un cilindro o manga el cual será utilizado para estampar el diseño sobre el sustrato. El segundo proceso que se realiza en montaje es el de *preimpresión*, el cual consiste en realizar una preimpresión como su nombre lo indica con la ayuda de una máquina montadora de espejos, para asegurar que el montaje se haya realizado correctamente. En esta área la empresa no levanta estadísticas ni lleva datos de las paradas.

Las maquinarias presentes en esta área son:

- Montadora Micropunto
- Montadora de espejos

4.1.2.2 Impresión:

En el área de impresión hay tres (3) impresoras, las cuales son responsables de estampar correctamente el diseño sobre el sustrato. La velocidad de la máquina depende de diversas variables como son la viscosidad de la tinta, sustrato o bobina virgen, aceleración de la tinta, número de colores y otros. Todas estas variables cambian de un producto a otro haciendo que la velocidad de procesamiento sea casi única para cada producto.

A continuación se da una breve descripción de cada una de las impresoras:

- **Impresora 1 (FP-1808):**

Tabla 1 Características impresora 1.Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Comexi
MODELO	FP-GL-1808
AÑO DE COMPRA	2002
VEL. NOMINAL	350 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	5,19 m
LONGITUD	15,0 m
ANCHO	6,3 m

Esta máquina se utiliza para impresiones con un máximo de ocho colores, sobre distintos tipos de materiales bien sea polipropileno, polietileno o papel.

En el Anexo 2 y 3 se encuentran el tiempo y porcentaje de producción y paradas de enero a mayo de 2008 siendo las de mayor importancia en primer lugar las paradas de producción con el 23%, el segundo lugar es para el tiempo de preparación que es de aproximadamente el 13% y el tercer lugar es para las paradas de mantenimiento con aproximadamente el 10%.

- ***Impresora 2 (FS-1500)***

Tabla 2 Características impresora 2.Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Comexi
MODELO	FS-1500
AÑO DE COMPRA	1997
VEL. NOMINAL	300 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	4,45 m
LONGITUD	14,845 m
ANCHO	2,63 m

Esta máquina se utiliza para impresiones con un máximo de seis (6) colores, sobre distintos tipos de materiales bien sea polipropileno, polietileno o papel.

En el Anexo 2 y 3 se encuentran el tiempo y porcentaje de producción y paradas de enero a mayo de 2008 siendo las de mayor importancia en primer lugar las paradas de producción con el 15%, el segundo lugar es para el tiempo de preparación que es de aproximadamente el 8%, el tercer lugar es para las paradas de mantenimiento con aproximadamente el 5%.

- **Impresora (PUIGMAL)**

Tabla 3 Características impresora 3.Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Comexi
MODELO	Puigmal VT 6/120
AÑO DE COMPRA	1990
VEL. NOMINAL	300 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	3,35 m.
LONGITUD	10,05 m.
ANCHO	3,01 m.

Esta máquina se utiliza para impresiones de un (1) color, sobre distintos tipos de materiales bien sea polipropileno, polietileno y papel. No se considera en el estudio ya que sólo ha trabajado 171 horas en lo que va de año, además durante todo el tiempo en que se realizó el estudio no se le vio trabajando.

4.1.2.2 Laminación:

El proceso de laminación consiste en agregar una capa extra de polietileno o polipropileno a la bobina impresa, esto se realiza con el fin de darle mayor resistencia, evitar que la tinta entre en contacto con los alimentos, entre otros.

Al igual que en las impresoras la velocidad depende de diferentes factores como son el sustrato, tratamiento de corona, composición adhesivo-solvente y la cantidad que se vaya a procesar.

Actualmente el área de laminación cuenta con dos laminadoras:

- **Laminadora 1 (SLC):**

Tabla 4 Características laminadora 1. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Comexi
MODELO	SLC -120
AÑO DE COMPRA	1997
VEL. NOMINAL	300 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	5,30 m
LONGITUD	9,20 m
ANCHO	3,40 m

Esta máquina se utiliza para el laminado de materiales, tales como: polietileno, polipropileno y poliéster.

En el Anexo 2 y 3 se encuentran el tiempo y porcentaje de producción y paradas de enero a mayo de 2008 siendo las de mayor importancia en primer lugar las paradas de producción con el 17%, el segundo lugar es para las paradas de mantenimiento con el 16%, el tercer lugar es para el tiempo de preparación con aproximadamente el 10%.

- **Laminadora 2 (Schiavi):**

Tabla 5 Características laminadora 2. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Schiavi
MODELO	Eco Convert Junior
AÑO DE COMPRA	1998
VEL. NOMINAL	300 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	2,60 m
LONGITUD	5,40 m
ANCHO	2,50 m

Esta máquina se utiliza para el laminado de materiales, tales como: polietileno, polipropileno y poliéster. Esta máquina no se encuentra en funcionamiento actualmente, este año sólo ha trabajado siete (7) horas por lo que no se consideró en el estudio.

4.1.2.2 Corte:

En esta área se toman las bobinas provenientes de laminación o impresión y se cortan al tamaño requerido por el cliente, luego se embalan y se envían al almacén de producto terminado.

Existen 5 Cortadoras, a continuación se describen brevemente:

- **Cortadora 1 (KMEC)**

Tabla 6 Características cortadora 1.Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Kmec
MODELO	MRB-2RV/130
AÑO DE COMPRA	2002
VEL. NOMINAL	400 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	2,10 metros
LONGITUD	5,58 metros
ANCHO	4,10 metros

Esta máquina se puede utilizar para cortar papel, polietileno y polipropileno.

En el Anexo 2 y 3 se encuentran el tiempo y porcentaje de producción y paradas de enero a mayo de 2008 siendo las de mayor importancia en primer lugar las paradas de producción con el 26%, el segundo lugar es para el tiempo de preparación que es de aproximadamente el 3%, el tercer lugar es para las paradas de mantenimiento con aproximadamente el 2%.

- **Cortadoras (COM-11, COM-12, COM-13):**

PAVEMA GRÁFICA C.A. cuenta con tres cortadoras con las siguientes características:

Tabla 7 Características cortadora COM-11,COM-12,COM-13. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

MARCA	Comexi
MODELO	KSC- 120
AÑO DE COMPRA	1997
VEL. NOMINAL	300 m/min.

DIMENSIONES DE LA MAQUINARIA	
ALTURA	2,00 m
LONGITUD	2,30 m
ANCHO	2,72 m

Estas máquinas se pueden utilizar para cortes de materiales como polietileno, polipropileno o papel.

En el Anexo 2 y 3 se encuentran el tiempo y porcentaje de producción y paradas de enero a mayo de 2008 de cada una, siendo para dos de ellas el tiempo de paradas de producción es el mayor, seguido de los tiempos de preparación y finalmente por las paradas de mantenimiento, pero en una de ellas primero están las paradas de mantenimiento con un 50% y luego las de producción para finalizar con el tiempo de preparación.

4.2 METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS:

A continuación se presenta cada uno de los pasos aplicados en el Trabajo Especial de Grado:

4.2.1 IDENTIFICAR "RUTA DEL MATERIAL"

Las "Rutas de Material" están formadas por los diferentes procesos por los que pasa la materia prima. Los procesos aplicados a la materia prima definen el producto final solicitado por el cliente.

Identificar la "Ruta del Material" constituye el primer paso para el uso de herramientas de manufactura esbelta ya que por medio de ellas se desarrolló la Cadena de Valor, lo cual constituyó la base para la identificación de oportunidades de mejora.

Los diferentes procesos que constituyen la "Ruta del Material" son: Montaje, Impresión, Laminación y corte, dando como resultado cuatro (4) rutas, las cuales son:

- Ruta 1: montaje, impresión, doble laminación y corte. (*Ver Anexo 4: Ruta 1*)
- Ruta 2: montaje, impresión, laminación y corte. (*Ver Anexo 5: Ruta 2*)
- Ruta 3: montaje, impresión y corte. (*Ver Anexo 6: Ruta 3*)
- Ruta 4: corte. (*Ver Anexo 7: Ruta 4*)

Una vez identificados cada uno de los productos y a que procesos es sometida la materia prima se desarrolló el siguiente "Diagrama Multiproducto":

Tabla 8 Diagrama Multiproducto. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

Proceso / Producto	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	Total de productos por proceso	Porcentaje por proceso
Montaje	X	X	x		167,00	99,40
Impresión	X	X	x		167,00	99,40
Laminación	x x	X			111,00	66,07142857
Corte	X	X	x	x	168,00	100,00
Productos por ruta	17,00	94,00	56,00	1,00		
Porcentaje de productos por ruta	10,12	55,95238	33,33	0,60		

En el diagrama anterior se presenta el peso de cada uno de los procesos, así como el número de productos que pasan por cada ruta en base al número total de productos de 168.Este diagrama multiproducto es la herramienta que permite identificar la ruta de estudio.

4.2.2 CADENA DE VALOR

Cómo se mencionó en el Capítulo II la cadena de valor es fundamental para el desarrollo de herramientas de manufactura esbelta ya que esta refleja las actividades que agregan valor, dónde se originan los desperdicios y toda la información necesaria para identificar las oportunidades de mejora en cada una de las actividades.

Para la realización de la Cadena de Valor primero se procedió a identificar la "Ruta del Material" a estudiar y luego revisar profundamente cada uno de los procesos.

Inicialmente se pensó estudiar la "Ruta 1" creando procesos referenciales donde se estudiarían varios productos que recorrieran la misma ruta.

Cuando se comenzó a estudiar cada área más específicamente se evidenció que estudiar la "Ruta 1" creando tiempos referenciales para los procesos no generaría resultados en la cadena de valor que reflejaran la realidad. Tampoco era posible realizar un estudio de cada uno de los productos debido a que hay 168 productos, los cuales son muy diferentes entre unos y otros.

A la hora de establecer procesos referenciales se presentaron problemas en las siguientes áreas:

- Impresión: el tiempo de preparación, procesamiento, desmontaje y limpieza son sumamente variables dependiendo de la máquina, el material y el número de colores de la impresión.
- Laminación: las variables que determinan este proceso son el adhesivo, el material a laminar y si al mismo se le aplicará un tratamiento de corona o no.
- Corte: en este proceso las variables determinantes son el tipo de material, la máquina y el número de formas a cortar.

Debido a estos problemas consideramos que al establecer procesos referenciales estos no representarán la realidad, lo cual basaría el estudio en datos inciertos y en consecuencia las soluciones o recomendaciones no estarían ajustadas a la realidad.

En vista de la situación expuesta anteriormente se determinó que la solución al problema era realizar un estudio de los procesos individualmente, considerando los procesos particulares por máquina. Se realizó un mapa de cadena de valor para el proceso en sí y no para el producto, con lo cual consideramos que se ofrecen mejores soluciones, más específicas y adaptadas a la realidad actual de la empresa.

Con el fin de eliminar la influencia de las variables de cada proceso sobre el estudio se definió un tiempo "T", el cual es el tiempo de procesamiento de una orden de producción, este depende de diferentes variables según sea el proceso, las cuales se explicarán más detalladamente en cada uno de los procesos del área de conversión. Una vez realizado el mapa de la cadena de valor por proceso se procedió a estudiar su eficiencia la cual depende de dos variables, el tiempo "T" y la variable "N" que es el número de veces que se deben cambiar las bobinas, la cual depende específicamente de la orden de producción.

4.2.3 TAKT TIME

Esta herramienta no se aplicó debido a que en todas las áreas de conversión ya que como se puede ver en el Anexo 2 y 3 las paradas por fallas de proceso, mantenimiento y tiempos de preparación o cambios de producto representan aproximadamente el 44 % del tiempo disponible para la producción, por lo que inicialmente se deben corregir estas fallas y realizar los cambios apropiadamente antes de empezar a trabajar con un takt time. Además la mayoría de los productos se producen por pedidos de cantidades muy grandes y diferentes de producto a producto por lo cual no se puede determinar un flujo continuo. Adicionalmente algunos de estos pedidos se producen sólo una vez.

4.2.4 SMED

Se utilizó en las áreas de montaje, impresión y laminación ya que al estudiar los procesos se observó que sus tiempos de preparación representan la segunda causa de los tiempos de parada de producción. La metodología que se utilizó fue primero dividir las actividades en externas e internas. Las actividades externas son las que pueden realizarse mientras la máquina está en operación y las internas las que sólo pueden realizarse cuando la máquina esta parada. Una vez identificadas todas las actividades que forman parte actualmente de la preparación de la maquinaria se procedió a elaborar diferentes cartas Gantt, como se explica a continuación:

- **Carta Gantt 1:** En este diagrama se presentó el procedimiento actual para la preparación de las diferentes máquinas, la cual se desarrolló a partir de la observación directa del proceso.
- **Carta Gantt 2:** se utilizó como base la carta Gantt 1 para clasificar las *actividades en internas o externas y luego se procedió a hacer un estudio de* cuáles actividades se pueden ejecutar simultáneamente, cuáles se pueden eliminar y cuáles son las prelaciones correctas de cada una de las actividades.
- **Carta Gantt 3:** basados en la carta Gantt 2 se determinó cuál sería la inversión a realizar y cuál sería su impacto sobre el tiempo de preparación. La inversión a realizar se refiere a herramientas o piezas para las máquinas y sus operarios.

Finalmente se crearon diagramas que muestran cómo los operarios deben hacer las actividades de preparación para lograr el objetivo del SMED.

4.2.5 KANBAN

Esta herramienta no se utilizó en ninguna de las áreas de conversión debido a que la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. posee un sistema de trazabilidad del producto de área a área identificando al mismo con la fecha y hora, el turno, el peso, la cantidad, el proceso previo, el destino y otros. Además el estudio sólo se enfoca en las áreas de producción y no abarca los almacenes. Actualmente los procesos poseen las

especificaciones para cada producto sólo que no se genera un buen resultado debido a fallas en los procesos en sí y no en la relación entre los mismos.

4.2.6 5'S

Esta herramienta se desarrolló para toda el área de conversión, buscando contribuir en la disminución de desperdicios y reprocesos, mejorando a su vez la moral del personal. Para esto se diseñó un plan detallado de implementación de la herramienta en la planta en general y no por área.

4.2.7 POKA YOKE

Esta herramienta no se utilizó en ninguna de las áreas de conversión debido a que la planta ya posee mecanismos de detección de desviación de procedimientos o procesos. Las impresoras, laminadoras y cortadoras poseen un dispositivo llamado "FIFE" el cual asegura la alineación del material durante el proceso, así como el sistema AVT (impresora FP-1808) que permite verificar la impresión de forma constante. Además posee la lista de chequeo o formato que permite hacer la devolución de alguna bobina o insumo en caso de no estar conforme. En el caso de las tintas usadas en impresión y el adhesivo utilizado en la laminación se le realizan pruebas de calidad para evitar los defectos y asegurar la calidad de los procesos. Debido a todo lo anterior se consideró que no era necesario aplicar esta herramienta.

4.2.8 ESTUDIO DE LAS FALLAS

Para todas las áreas se desarrolló un estudio de las fallas para observar cuáles son las que se deben atacar primero, para esto se tomó la data de todos los tiempos de paradas en el período Enero-Julio 2008 y a su vez se determinó la frecuencia de ocurrencia por medio de consultas con operarios y expertos del área; obteniendo así un factor de influencia de la falla en el proceso, el cual relaciona la frecuencia con el

tiempo acumulado por dicha falla en el período Enero-Julio 2008. La frecuencia de ocurrencia de la falla se estableció como alta, media o baja asignándosele un valor numérico con el fin de elaborar los cálculos. En la siguiente tabla se presenta la frecuencia y el valor numérico asignado de la misma:

Tabla 9 Frecuencia de ocurrencia de la falla y valor numérico asignado. Fuente: Propia

Frecuencia	Valor numérico asignado (f)
Alta	3
Media	2
Baja	1

El factor de influencia de la falla en el proceso se calculó con la siguiente fórmula:

$$IF = f \times T \quad \textbf{(3)}$$

Donde:

IF: Factor de influencia de la falla sobre el proceso

f: valor numérico de la frecuencia de ocurrencia de la falla.

T: tiempo acumulado de la falla en el período Enero-Junio 2008.

Este factor permitió conocer qué fallas generan mayores pérdidas, en función del tiempo y la frecuencia con que se presentan con el fin de conocer cuáles deben atacarse primero. Una vez determinado el factor de ocurrencia de la falla se procedió a realizar el diagrama causa efecto de cada área, el cual permite observar de forma clara las principales causas. Finalmente se plantearon soluciones para cada una de las fallas integrándose en un plan de mejora del proceso.

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

En este capítulo se presentan individualmente cada una de los procesos del área de conversión con sus planes y soluciones específicas.

5.1 MONTAJE:

El objetivo de este proceso es realizar el montaje de las planchas fotopolímeras, en los *cilindros o mangas para formar una imagen completa registrada de pre-impresión.*

5.1.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR

Las actividades que comprenden el proceso actualmente se presentan en el siguiente mapa de cadena de valor.

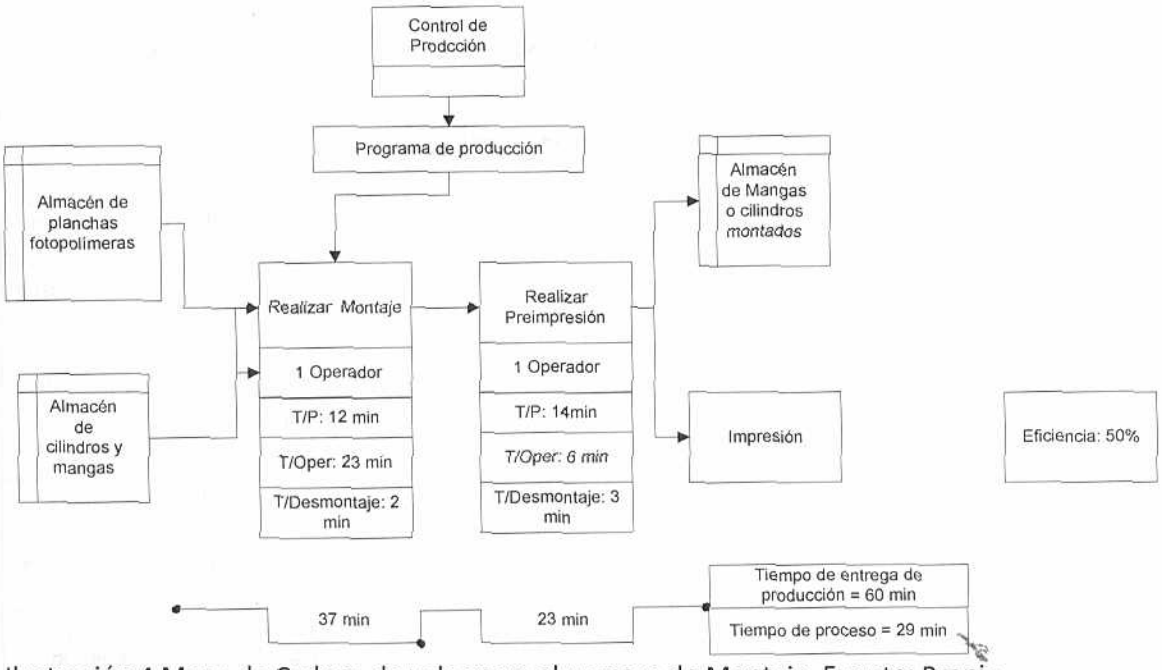


Ilustración 4 Mapa de Cadena de valor para el proceso de Montaje. Fuente: Propia.

El mapa de cadena de valor presentado esta basado en la unidad referencial de un (1) color es decir, cuánto tiempo y qué procesos se llevan a cabo para realizar el montaje y preimpresión de un color. Los valores obtenidos son el resultado de un muestreo

realizado a cada actividad del proceso, los cuales se muestran el *Anexo 8 (Tabla de tiempo por actividades de montaje) y Anexo 9 (Tabla de tiempo por actividad de preimpresión).*

El Mapa de la cadena de valor muestra que existen dos actividades o procesos principales: Montaje y Preimpresión, los cuales se estudian en detalle a continuación:

5.1.1.1 Montaje:

En esta etapa es donde se fijan las planchas fotopolímeras a las mangas o cilindros. Para esto se llevan a cabo diferentes actividades agrupadas como actividades de preparación, proceso y desmontaje.

En la Tabla 10 se muestra cada una de las actividades del proceso y su tiempo promedio de realización así como el tiempo promedio y la desviación estándar de la preparación, proceso y desmontaje. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del Anexo 8 *(Tabla de tiempo por actividades de montaje).*

Tabla 10 Tiempo promedio de las actividades de montaje. Fuente: propia

Proceso: Montaje		
Actividad	**Tiempo Promedio (min)**	
Buscar las planchas fotopolímeras indicadas en la orden de producción	2	**Preparacion: Promedio 12 min. Desv. Estándar: 1,42 min.**
Buscar la manga o cilindro indicado en la orden de producción	2	
Realizar limpieza de las mangas o cilindro portaplancha y plancha fotopolímera.	4	
Montar el cilindro o manga en la máquina montadora micropunto	2	
Fijar cámaras laterales y de ancho de corte.	2	
Identificar densidad de la cinta (doblefaz) a utilizar para el color.	1	
Cortar la cinta basándose en el ancho de impresión indicado en la orden de producción	3	

Continuación Tabla 10: Tiempo promedio de las actividades de montaje. Fuente: propia

Pegar la cinta al cilindro o manga (se debe tener mucho cuidado de no dejar burbujas)	5	**Montaje: Promedio 23 min. Desv. Estándar: 1,85 min**
Colocar la primera plancha sobre el cilindro o manga.	5	
Enfocar y fijar la primera cámara sobre el micropunto de la plancha fotopolímera(izquierdo)	2	
Enfocar y fijar la segunda cámara en el micropunto de la plancha fotopolímera opuesto al primero. (derecho)	1	
Fijar la plancha fotopolímera al cilindro o manga.	1	
Repetir pasos 5 y 6 dependiendo del número de planchas que lleve el cilindro o manga	3	
Verificar la posición de las planchas fijadas.	2	
Retirar el cilindro o manga de la maquina montadora micropunto.	2	**Desmontaje: Promedio 2 min. Desv. Estándar: 0,8 min.**

A continuación se presentan los diagramas de procesos agrupados en actividades de preparación, montaje y desmontaje.

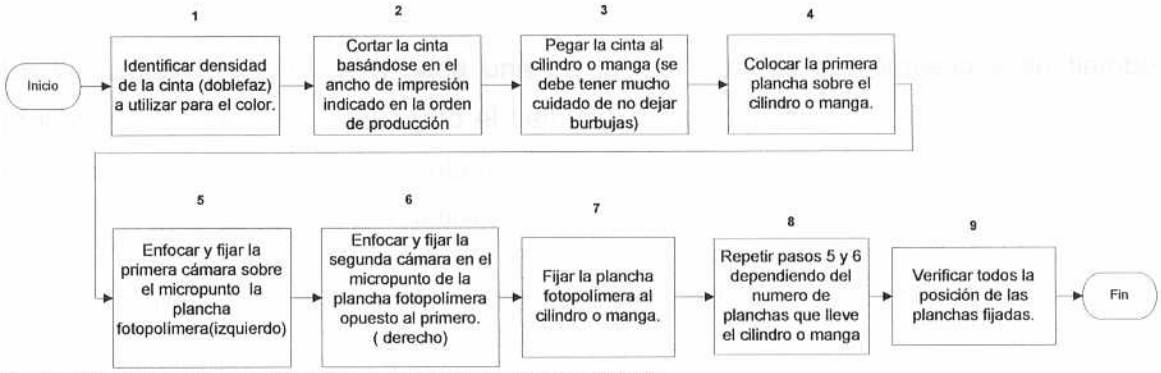


Ilustración 6 Actividades del proceso de montaje. Fuente: Propia

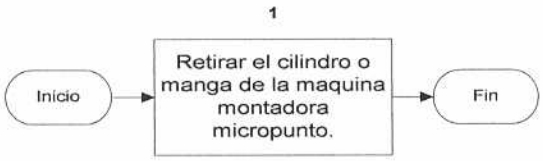


Ilustración 7 Actividades de desmontaje del proceso de montaje. Fuente: Propia

5.1.1.2 Preimpresión:

El proceso de preimpresión es necesario para asegurarse de que las diferentes planchas fotopolímeras de una misma forma se hayan colocado correctamente, al realizar la preimpresión se obtiene una imagen de cómo se verán las planchas en el proceso de impresión.

En la Tabla 11 se muestra cada una de las actividades del proceso y su tiempo promedio de realización así como el tiempo promedio y la desviación estándar de la preparación, proceso y desmontaje. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del Anexo 9 *(Tabla de tiempo por actividades de preimpresión)*.

En la Tabla 11 se muestra cada una de las actividades del proceso y su tiempo promedio de realización así como el tiempo promedio y la desviación estándar de la preparación, proceso y desmontaje. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del Anexo 9 *(Tabla de tiempo por actividades de preimpresión).*

Tabla 11 Actividades de preimpresión y tiempo promedio. Fuente: propia

Proceso: Preimpresión		
Actividad	**Tiempo Promedio (min)**	
Montar el cilindro o manga en la máquina montadora Espejo	2	**Preparación: Promedio: 14 min Des. Estándar: 1,36 min.**
Colocar el papel o plástico donde se realizará la impresión de prueba.	2	
Calibrar hasta obtener la presión adecuada	2	
Buscar tinta de igual color al que se utilizará en impresión	1	
Colocar la tinta sobre la plancha fotopolímera y distribuirla uniformemente.	2	
Bajar el brazo porta espejo	5	
Acercar el cilindro o manga portaplancha al tambor de preimpresión.	2	**Preimpresión: Promedio: 6 min. Des. Estándar: 1,35 min.**
Girar el cilindro o manga portaplancha y realizar preimpresión.	2	
Separar el cilindro o manga portaplancha del tambor de preimpresión.	2	
Desmontar el cilindro o manga de la máquina montadora de Espejo	2	**Desmontaje: Promedio: 3 min. Desv. Estándar: 0,76 min.**
Colocar el cilindro o manga portaplancha en el carro de la impresora correspondiente.	1	

A continuación se presentan los diagramas de procesos agrupados en actividades de preparación, preimpresión y desmontaje.

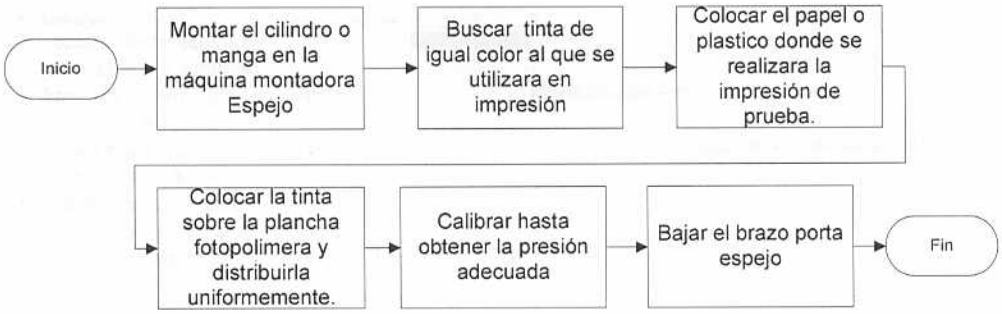


Ilustración 8 Actividades de preparación del proceso de Preimpresión. Fuente: Propia

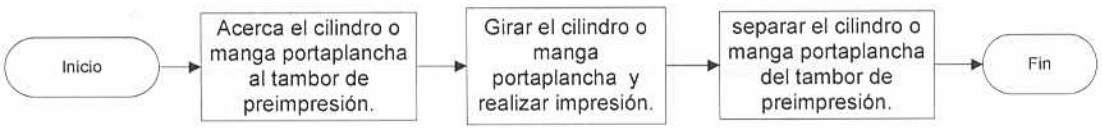


Ilustración 9 Actividades del proceso de Preimpresión. Fuente: Propia

Ilustración 10 Actividades de desmontaje del proceso de Preimpresión. Fuente: Propia

5.1.2 METODOLOGÍA SMED:

A continuación se presenta un Diagrama Gantt de las actividades de preparación del proceso de montaje, con el diagrama Gantt se pone en evidencia que sí es posible una reducción de este tiempo de preparación como se muestra:

Carta Gantt 1: Situación actual

Id	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1	Buscar las planchas fotopolímeras indicadas en la orden de producción	2 mins	
2	Buscar la manga o cilindro indicado en la orden de producción	2 mins	1
3	Realizar limpieza de las mangas o cilindro portaplancha y plancha	4 mins	2
4	Montar el cilindro o manga en la máquina montadora micropunto	2 mins	3
5	Fijar cámaras laterales y de ancho de corte.	2 mins	4

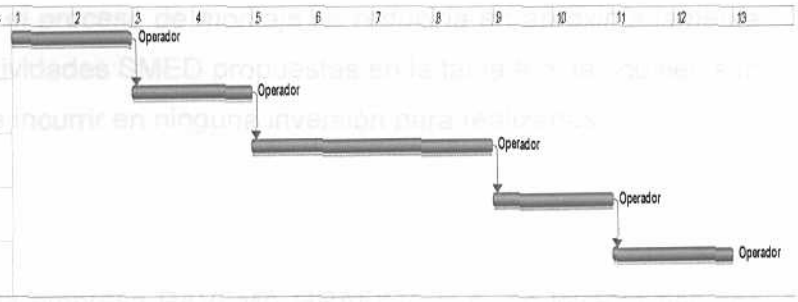


Ilustración 11 Diagrama Gantt de la situación actual del proceso de montaje. Fuente: propia.

Carta Gantt 2: Mejoras sin inversión.

Id	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1	Buscar las planchas fotopolímeras indicadas en la orden de producción	0 mins	
2	*Buscar la manga o cilindro indicado en la* orden de producción	*2 mins*	1
3	Montar el cilindro o manga en la máquina montadora micropunto	2 mins	2
4	Fijar cámaras laterales y de ancho de corte.	2 mins	3

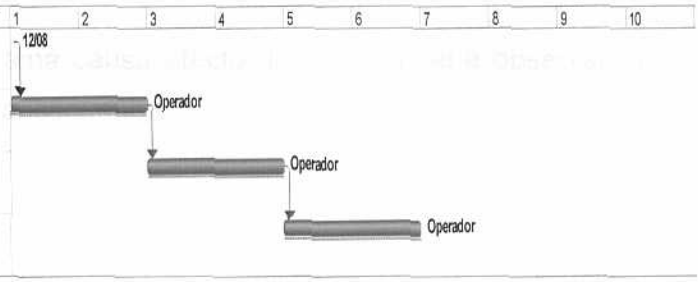


Ilustración 12 Diagrama Gantt mejoras sin inversión del proceso de montaje. Fuente: propia.

Para lograr el diagrama Gantt 2 se dividieron las actividades en externas e internas, obteniéndose la siguiente tabla que representa la reducción en el tiempo de preparación.

Tabla 12 Actividades a modificar y su efecto en el tiempo de preparación del proceso de montaje. Fuente: propia

Actividad	Acción SMED	Tiempo reducido (minutos)
Buscar las planchas fotopolímeras indicadas en la orden de producción	El operador recibe las órdenes de producción del día, para agilizar el proceso de montaje, *éste deberá buscar en el almacén y colocar en* el área de montaje las planchas programadas para ése día.	1,5
Realizar limpieza de las mangas o cilindros portaplancha y plancha fotopolímera.	Las mangas o cilindros portaplancha y planchas fotopolímeras deben ser limpiados correctamente al ser recibidos del área de impresión, de esta manera no se incurrirá en ese tiempo a la hora de realizar el montaje.	4
TOTAL		**5,5**

El Tiempo de preparación en el proceso de montaje se reduciría en aproximadamente un 46% si se aplicaran las actividades SMED propuestas en la tabla # 5, las cuáles son prácticas, fáciles y no se debe incurrir en ninguna inversión para realizarlas.

5.1.3 ESTUDIO DE FALLAS:

Para el proceso de montaje la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. no levanta tiempos de fallas o estadísticas de este proceso, en consecuencia se determinaron las fallas y sus causas por medio de entrevistas con los operadores y el superintendente de conversión.

A continuación se presenta un diagrama causa efecto donde se puede observar las causas principales, específicas y su consecuencia:

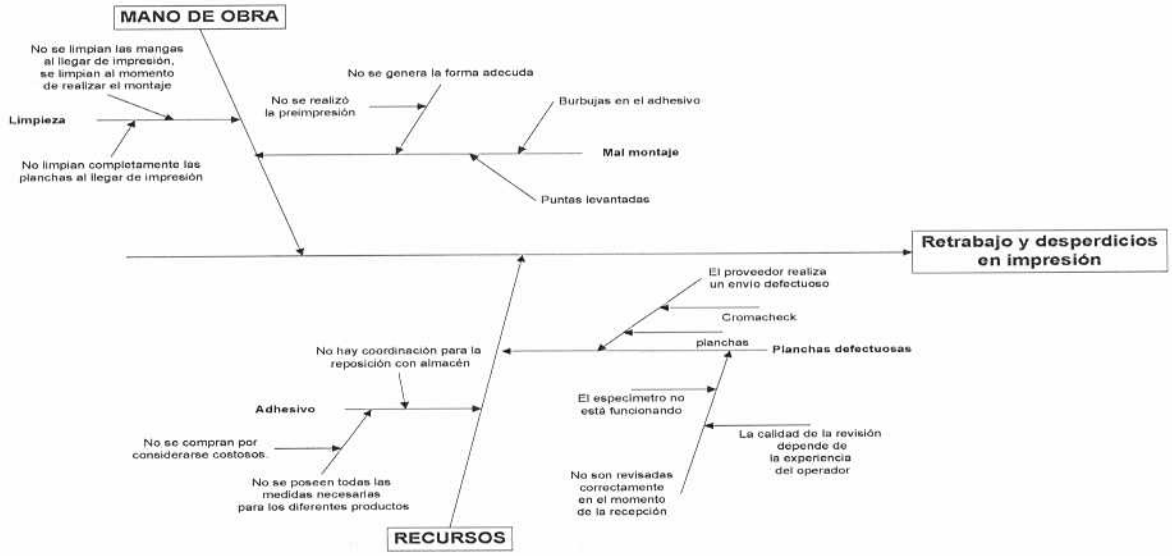


Ilustración 13 Diagrama Causa efecto de las fallas en montaje.

El diagrama causa efecto puso en evidencia que las principales fallas en este proceso son de mano de obra y recursos. La mano de obra porque los operarios no realizan los procesos de forma adecuada como se establece en los manuales de calidad por ejemplo en ocasiones no se realiza la preimpresión. Además no cuentan con todos los recursos necesarios para realizar el montaje correctamente o según las condiciones estándar del producto.

5.2 IMPRESIÓN

En este proceso se estampa el diseño requerido por el cliente en el sustrato o bobina virgen, este varía dependiendo del número de colores, formas y diseño.A continuación se presentan los resultados de aplicar la metodología a cada una de las máquinas:

5.2.1 IMPRESORA FP-1808:

5.2.1.1 Mapa de la cadena de valor

Las actividades que comprenden el proceso actualmente se presentan en el siguiente mapa de cadena de valor.

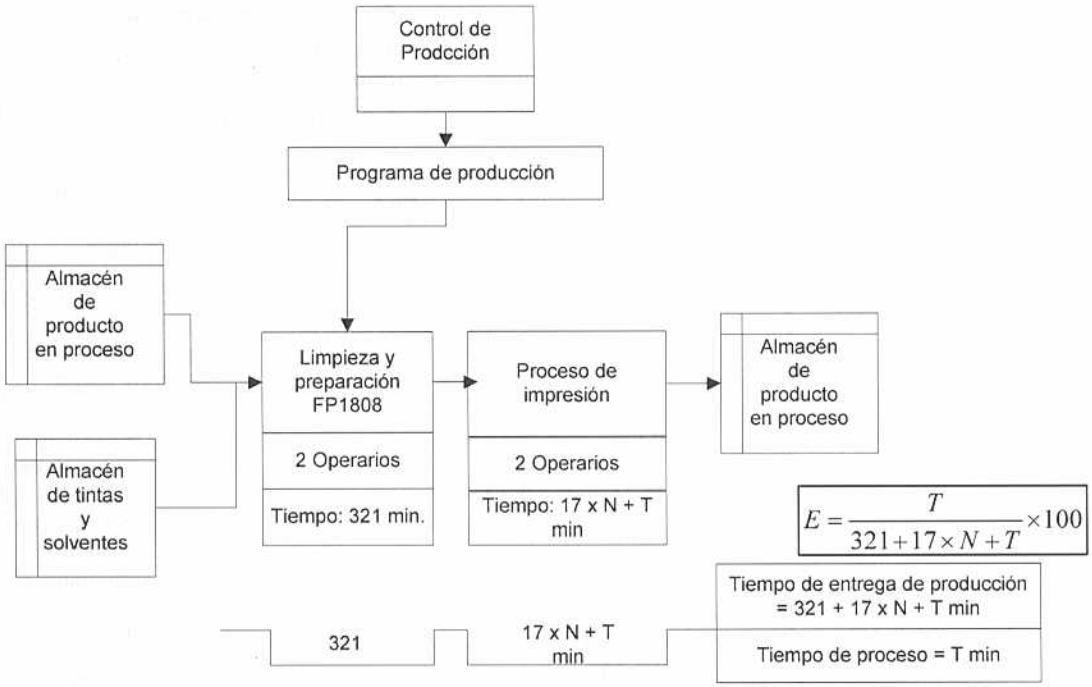


Ilustración 14 Mapa de Cadena de valor para el proceso de Impresión. Fuente: Propia.

El mapa de cadena de valor presentado está basado en el proceso de impresión de un producto de ocho colores. Los valores obtenidos son el resultado de un muestreo realizado a cada actividad del proceso, los cuales se muestran el *Anexo 10 (Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FP-1808.) y Anexo 11 (*Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FP-1808*)*. El tiempo "T" mostrado en la cadena de valor varía según la velocidad de la máquina que viene definida por el sustrato utilizado, el número de colores, la viscosidad, la aceleración de las tintas y de los kilogramos que se vayan a producir según la orden de producción.El

Mapa de la cadena de valor muestra las actividades o procesos principales de Impresión en la máquina FP.1808, estos se estudian en detalle a continuación:

5.2.1.1.1. Limpieza y Preparación de FP-1808:

En la Tabla 13 se muestra cada una de las actividades de limpieza y preparación de la FP-1808, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 10 (Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FP-1808)*.

Tabla 13 Actividades de limpieza y preparación de la impresora FP-1808 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

PROCESO DE IMPRESIÓN		
ACTIVIDAD	**TIEMPO PROMEDIO (minutos)**	
Limpieza y Preparación		
Apagar todos los mecanismos y unidades de la máquina	4,80	**Limpieza y Preparación: 321 minutos**
Limpiar Viscosímetro	27,80	
Separar cámaras porta raclas y quitar tapas laterales	3,67	
Desmontar y montar las camisas o mangas	6,00	
Sacar tintas de los calderines y colocarlas en las cubetas e identificarlas	31,00	
Desmontar rodillos Anilox	10,00	
Limpiar rodillos anilox	57,00	
Montar Rodillos Anilox	10,00	
Desmontar cámara de porta raclas y bandejas de tintas	8,00	
Transportar raclas, mangueras, bandejas, calderines y bombas al taller de limpieza	10,00	
Montar cámara porta raclas y bandejas de tintas	12,30	

Continuación Tabla 13: Actividades de limpieza y preparación de la impresora FP-1808 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Montar bombas de tintas y conectar mangueras a las cámaras porta raclas, bombas y tinteros. Conectar mangueras de viscosímetro automático a las bombas de tintas.	14,00
Ajustar raclas y graduar el rodillo anilox	20,67
Suministrar tintas al calderin y encender las bombas	9,67
Montar bobina de cuadre de máquina	5,00
Realizar pase de material por rodillo guía, tambor central, túnel de secado, calandra de enfriamiento y sección de rebobinador en core	4,00
Limpiar tambor central y rodillos guías	11,00
Encender unidades, programar temperaturas, ajustar velocidades y presiones	29,00
Desmontar bobinas de preparación y montar bobina virgen	5,33
Alinear el material	2,33
Imprimir y ajustar presiones, tonos de colores y registros	21,67

Continuación Tabla 13: Actividades de limpieza y preparación de la impresora FP-1808 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Medir y fijar las viscosidades para cada color	10,33	
Sacar muestra con un mínimo de 10 repeticiones y compararla con la muestra anexa a la carpeta. Firmar muestra impresa.	7,67	

A continuación se presenta el diagrama de proceso de la limpieza y preparación de la impresora FP-1808:

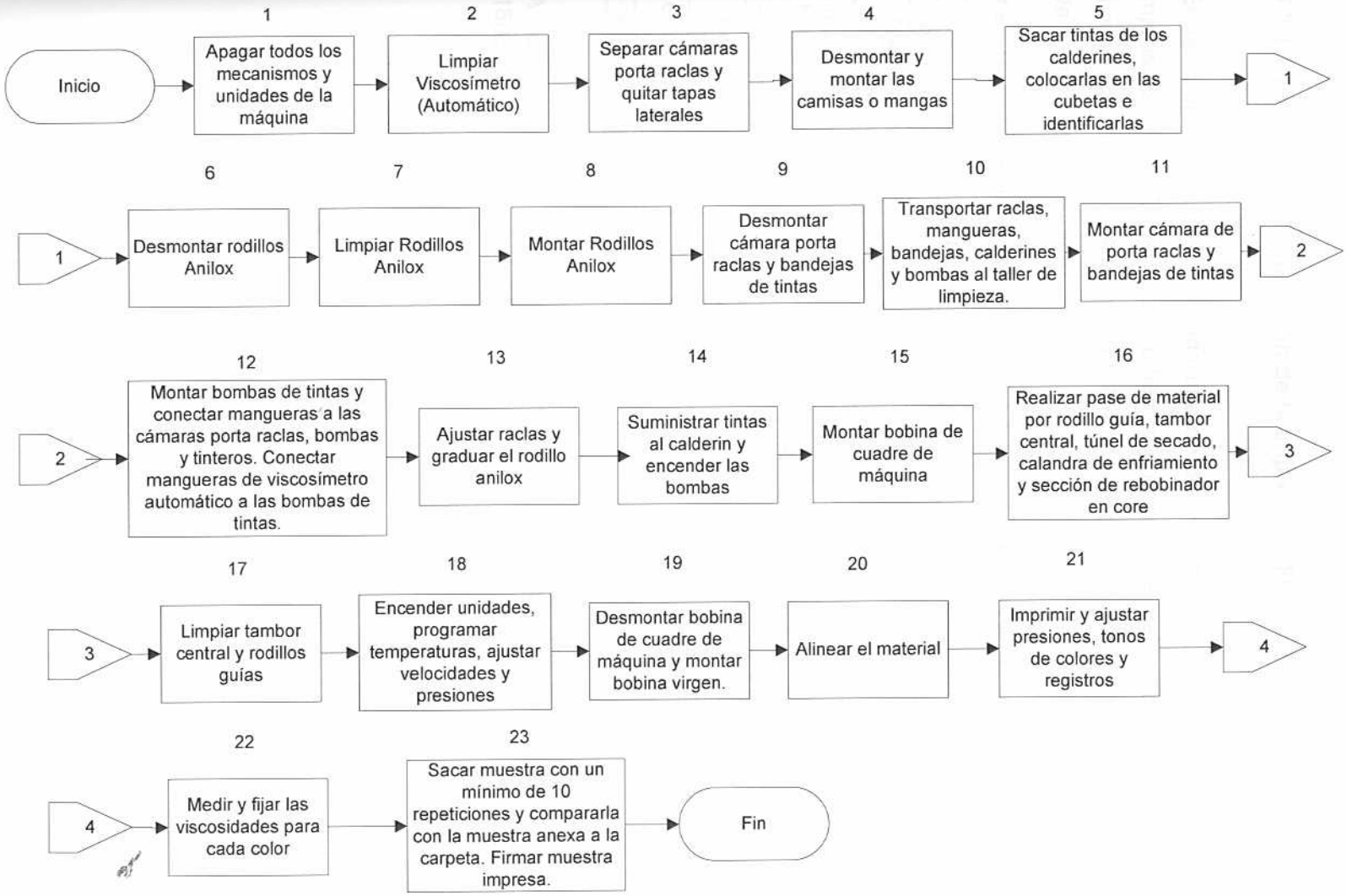


Ilustración 15 Actividades de limpieza y preparación del proceso de impresión. Fuente: Propia

5.2.1.1.2 Proceso de Impresión de la impresora FP-1808:

En la Tabla 14 se muestra cada una de las actividades del proceso de impresión de la impresora FP-1808, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 11 (Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FP-1808).*

Tabla 14 Actividades del proceso de impresión de la impresora FP-1808 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Proceso Productivo		
Parar la máquina	0,63	**Proceso Productivo: 11,93 min.**
Desmontar bobina impresa	3,51	
Pesar e identificar la bobina y colocarla en el almacén de producto en proceso	5,08	
Colocar core en el rebobinador # 1	0,84	
Colocar el material en el core	1,12	
Encender unidades	0,75	

A continuación se presenta el diagrama de proceso de impresión de la impresora FP-1808:

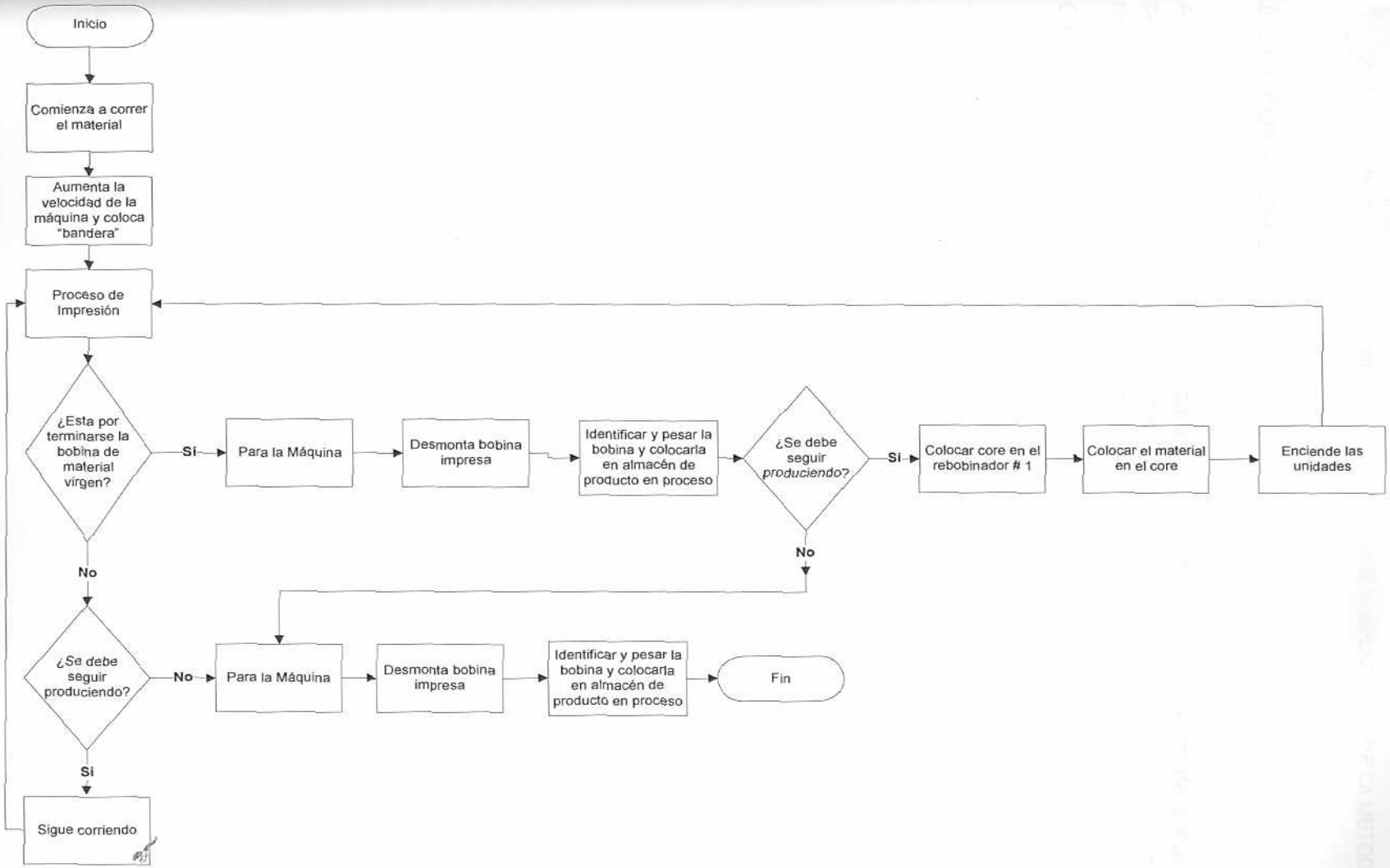


Ilustración 16 Actividades del proceso de impresión de la impresora FP-1808. Fuente: Propia.

5.2.1.2 Metodología SMED:

A continuación se presenta un Diagrama Gantt de las actividades de preparación del proceso de impresión, con el diagrama Gantt se pone en evidencia que sí es posible una reducción de este tiempo como se muestra:

Carta Gantt 1: Situación actual

Para lograr el diagrama Gantt 2 se dividieron las actividades en externas e internas, obteniéndose la siguiente tabla que representa la reducción en el tiempo de preparación.

Tabla 15 Actividades a modificar y su efecto en el tiempo de preparación del proceso de impresión. Fuente: Propia

Referencia	ACTIVIDADES EXTERNAS	TIEMPO (minutos)
2	Limpiar Viscosímetros	14
11	Montar bobina de cuadre de máquina	5
15	Desmontar bobina de preparación y montar bobina virgen	5
TOTAL		**24**

En la tabla mostrada anteriormente el campo referencia indica el número de la actividad en la Carta Gantt 1.

Ilustración 19 Diagrama Gantt de aplicar mejoras con inversión. Fuente: propia

Actualmente la preparación de esta máquina toma aproximadamente cinco (5) horas. Al dividir las actividades de preparación en externas e internas y colocar las prelaciones adecuadas el tiempo de preparación se reduce a cuatro (4) horas aproximadamente, disminuyendo el tiempo en un 14%; es decir que habrá aproximadamente una hora más en tiempo de producción por cada limpieza y preparación.

En el tercer diagrama Gantt se realiza una inversión en la maquinaria que consiste en compra de equipos nuevos o mantenimiento correctivo de diferentes fallas que retrasan el proceso actualmente, se observó que el tiempo de preparación actual se reduce a tres horas y treinta minutos aproximadamente, representando una disminución final del tiempo de preparación de un 30 % aproximadamente. Si se desea disminuir el tiempo de preparación en un 30% se deben realizar las recomendaciones dadas a continuación:

- Realizar el Mantenimiento correctivo a todas las unidades necesarias, especialmente :
    - Doble rebobinador.
    - Calibración de unidad tres.
- Completar los juegos de anilox, con la finalidad de que se puedan cambiar los anilox por unos limpios al momento de la preparación, permitiendo al operador ocuparse de otras actividades disminuyendo así el tiempo de preparación.
- Limpieza de anilox, raclas, calderines, mangueras y otras partes: se presentan dos alternativas para reducir este tiempo al máximo posible así como mantener en buen estado los mismos:
    - Dar toda la responsabilidad de la limpieza de anilox al taller de limpieza, evitando los traslados del operador de impresión al taller, permitiendo así que el mismo pueda realizar otras actividades mientras el operador del taller de limpieza limpia los anilox.
    - Compra del sistema self-cleaning, cuyas ventajas y funcionamiento se pueden ver en el *Anexo 32(Cotización sistema self-cleaning impresora FP-1808)*

Con el fin de que las actividades se realicen correctamente y se obtenga el tiempo de preparación generado en el SMED se crearon diagramas que presentan las actividades que debe realizar cada operador; estos diagramas se pueden ver en el Anexo 12 (Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión) para el caso de SMED sin inversión y en el Anexo 13 (Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión) para el caso de SMED con inversión. También es importante que antes de empezar con las actividades de preparación se hayan ejecutado todas las actividades identificadas como externas durante la corrida anterior.

5.2.2 IMPRESORA FS-1500:

5.2.2.1 Mapa de la cadena de valor

Las actividades que comprenden el proceso actualmente se presentan en el siguiente mapa de cadena de valor.

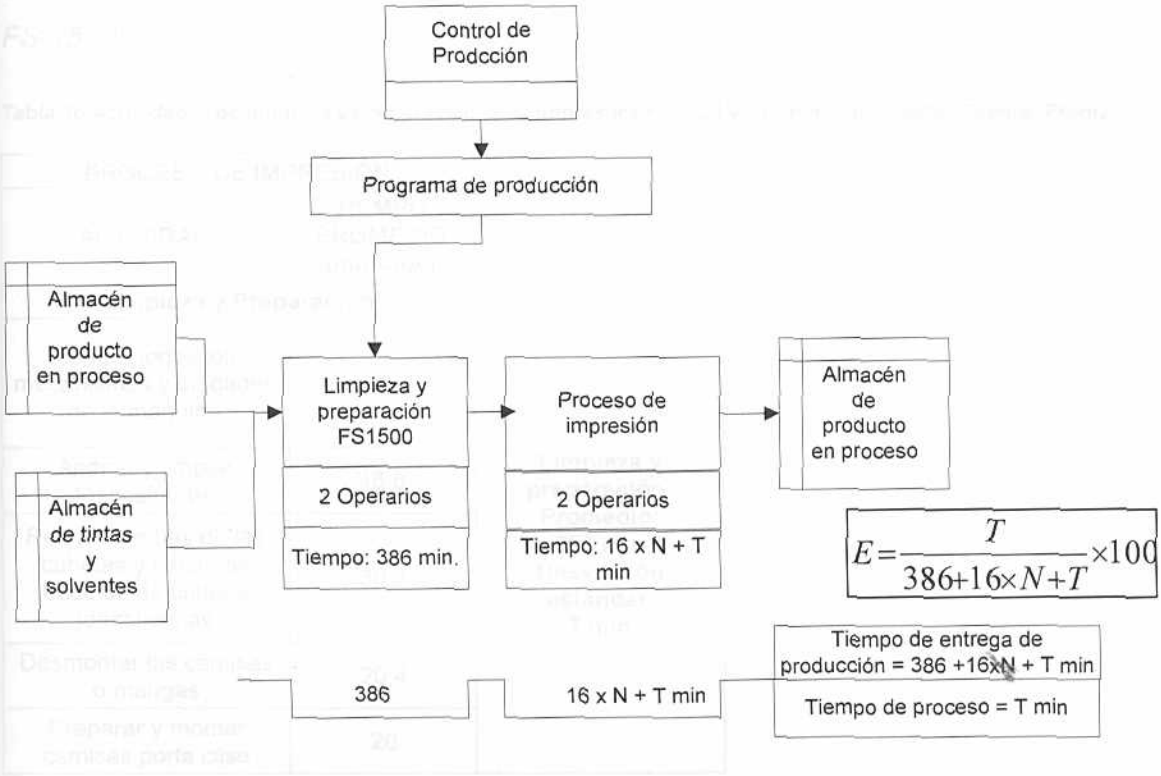


Ilustración 20 Mapa de Cadena de valor para el proceso de Impresión. Fuente: Propia.

El mapa de cadena de valor presentado está basado en el proceso de impresión de un producto de seis colores. Los valores obtenidos son el resultado de un muestreo realizado a cada actividad del proceso, los cuales se muestran el *Anexo 16 (Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FS-1500.) y Anexo 17 (*Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FS-1500*)*. El tiempo "T" mostrado en la cadena de valor varía según la velocidad de la máquina que viene definida por el sustrato utilizado, el número de colores, la viscosidad, la aceleración de las tintas y de los kilogramos que se vayan a producir según la orden de producción.

El Mapa de la cadena de valor muestra las actividades o procesos principales de *Impresión en la máquina FS-1500, estos se estudian en detalle a continuación:*

5.2.2.1.1 Limpieza y Preparación de FS-1500:

En la Tabla 16 se muestra cada una de las actividades de limpieza y preparación de la FS-1500, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 16 (Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FS-1500).*

Tabla 16 Actividades de limpieza y preparación de la impresora FS-1500 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

PROCESO DE IMPRESIÓN		
ACTIVIDAD	**TIEMPO PROMEDIO (minutos)**	
Limpieza y Preparación		
Apagar todos los mecanismos y unidades de la máquina	11	**Limpieza y preparación: Promedio: 375 min Desviación estándar: 7 min**
Apagar y limpiar Viscosímetro	16,8	
Retirar bombas de las cubetas y sacar las cubetas de tintas e identificarlas	30,4	
Desmontar las camisas o mangas	20,4	
Preparar y montar camisas porta clise	20	

Continuación Tabla 16 : Actividades de limpieza y preparación de la impresora FS-1500 y su tiempo promedio.

Fuente: Propia.

Desmontar rodillos anilox	18	**Limpieza y preparación: Promedio: 375 min Desviación estándar: 7 min**
Limpiar rodillos anilox	54,4	
Montar rodillos anilox	15	
Sacar cámara porta raclas y bandejas de tintas	15	
Transportar cámaras porta raclas, bandejas y mangueras al taller de limpieza	11	
Montar cámara de porta raclas y bandejas de tintas	18,2	
Montar bombas de tintas y conectar mangueras a las cámaras porta raclas, bombas y tinteros. Conectar mangueras de viscosímetro automático a las bombas de tintas.	15,4	
Ajustar raclas y graduar el rodillo anilox	13	
Montar bobina de cuadre de máquina	4,8	
Realizar pase de material por rodillo guía, tambor central, túnel de secado, calandra de enfriamiento y sección de rebobinador en core	4,6	
Limpiar tambor central y rodillos guías	13,8	
Encender unidades, programar temperaturas, ajustar velocidades y presiones	33	
Desmontar bobinas de preparación y montar bobina virgen	5,2	
Alinear el material	4,4	
Imprimir y ajustar presiones, tonos de colores y registros	31,4	

Continuación Tabla 16: Actividades de limpieza y preparación de la impresora FS-1500 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Medir y fijar las viscosidades para cada color	11,6	
Sacar muestra con un mínimo de 10 repeticiones y compararla con la muestra anexa a la carpeta. Firmar muestra impresa.	7,4	

A continuación se presenta el diagrama de proceso de la limpieza y preparación de la impresora FS-1500:

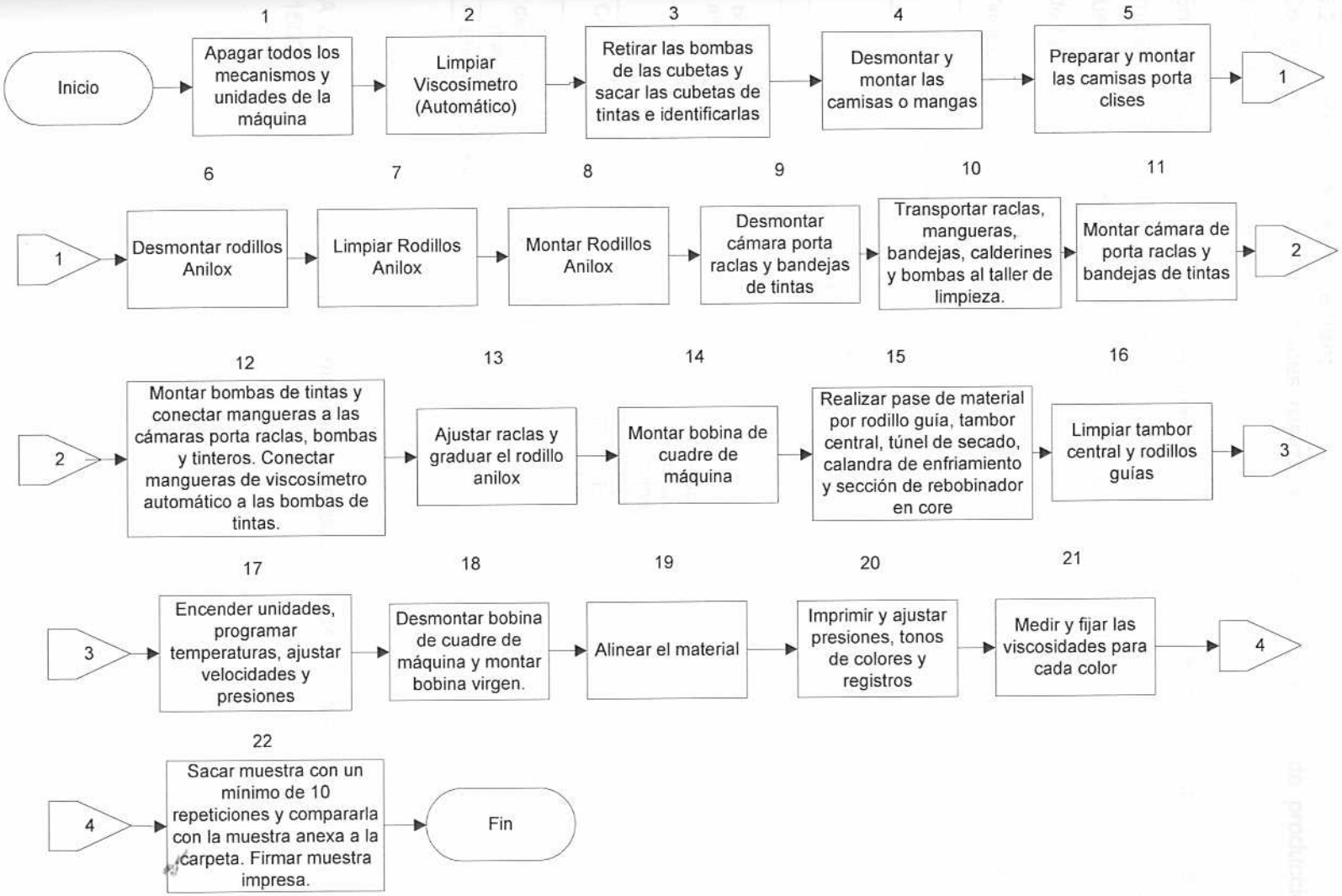


Ilustración 21 Actividades de limpieza y preparación del proceso de impresión de la impresora FS-1500. Fuente: Propia

5.2.2.1.2 Proceso de Impresión:

Consiste en todas las actividades realizadas durante el proceso de producción de la máquina.

En la Tabla 17 se muestra cada una de las actividades del proceso de impresión de la impresora FS-1500, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 17 (Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FS-1500).*

Tabla 17 Actividades del proceso de impresión de la impresora FS-1500 y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Proceso Productivo		
Actividad	**Tiempo Promedio en minutos**	
Parar la máquina	0,75	**Proceso Productivo: Promedio: 8,83 min. Desv. Estándar: 1 min.**
Pesar e identificar la bobina y colocarla en el almacén de producto en proceso	3,73	
Colocar core en el rebobinador # 1	1,5	
Colocar el material en el core	1,3	
Empatar bobina del desbobinador # 2 con el material en proceso	0,8	
Encender unidades	0,75	

A continuación se presenta el diagrama de proceso de impresión de la impresora FS-1500:

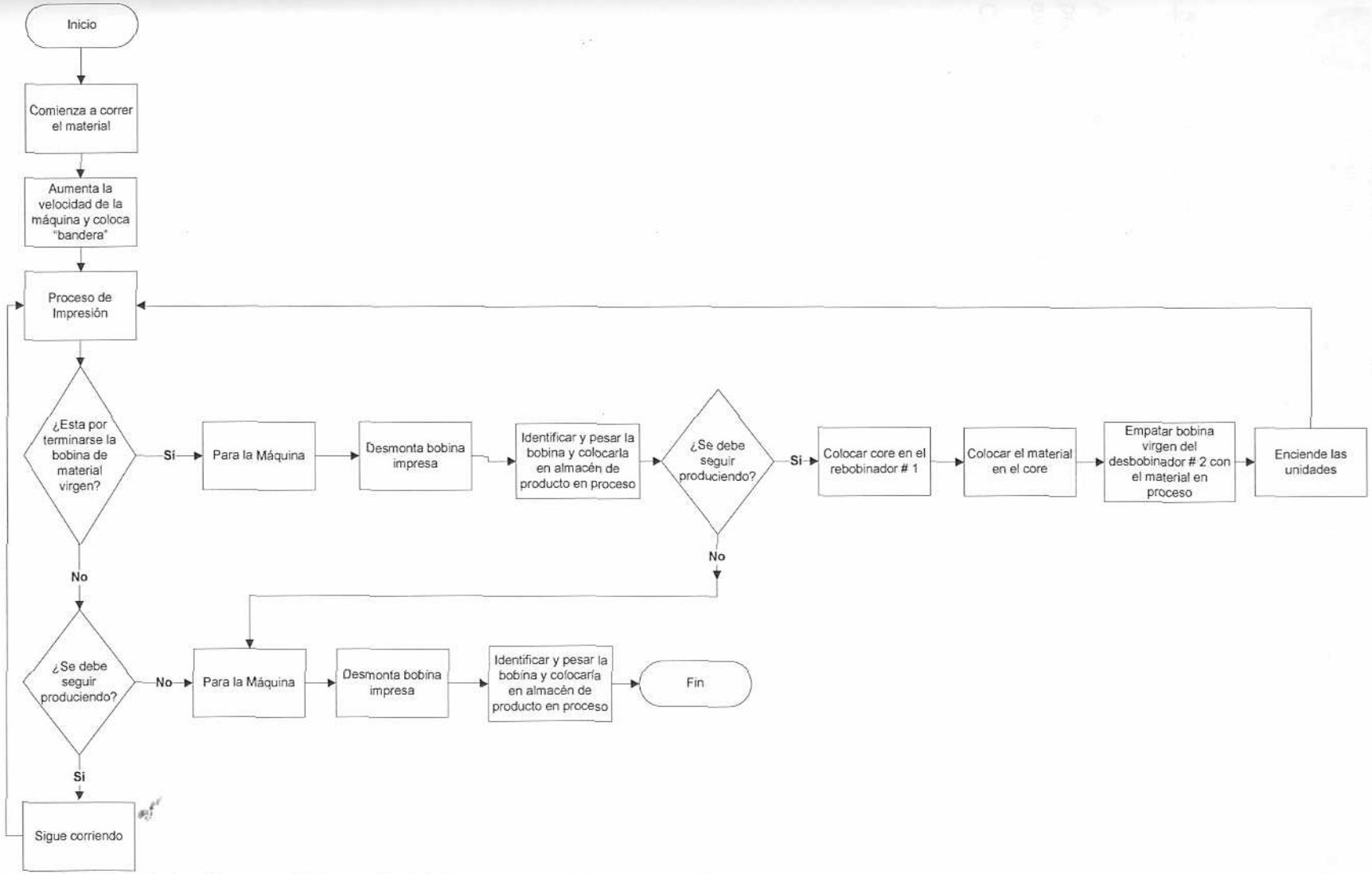


Ilustración 22 Actividades del proceso de impresión de la impresora FS-1500. Fuente: Propia

5.2.2.2 Metodología SMED:

A continuación se presenta un Diagrama Gantt de las actividades de preparación del proceso de impresión de la impresora FS-1500, con el diagrama Gantt se pone en evidencia que si es posible una reducción de este tiempo como se muestra:

Carta Gantt 1: Situación actual

Para lograr el diagrama Gantt 2 se dividieron las actividades en externas e internas, obteniéndose la siguiente tabla que representa la reducción en el tiempo de preparación.

Tabla 18 Actividades a modificar y su efecto en el tiempo de preparación del proceso de impresión. Fuente: propia.

Referencia	ACTIVIDADES EXTERNAS	TIEMPO (minutos)
16	Montar bobina de cuadre de máquina	4,8
TOTAL		**4,8**

En la tabla mostrada anteriormente el campo referencia indica el número de la actividad en la Carta Gantt 1.

Actualmente la preparación de esta máquina toma aproximadamente seis horas y treinta minutos. Al dividir las actividades de preparación en externas e internas y colocar las prelaciones adecuadas el tiempo de preparación se reduce a seis (6) horas aproximadamente, disminuyendo el tiempo en un 7%; es decir que habrá aproximadamente media hora más en tiempo de producción por cada limpieza y preparación.

En el tercer diagrama Gantt se realiza una inversión en la maquinaria que consiste en compra de equipos nuevos o mantenimiento correctivo de diferentes fallas que retrasan el proceso actualmente, se observó que el tiempo de preparación actual se reduce a cinco (5) horas aproximadamente, representando una disminución final del tiempo de preparación de un 22 % aproximadamente. Si se desea disminuir el tiempo de preparación en un 22% se deben realizar las recomendaciones dadas a continuación:

- Completar los juegos de anilox, con la finalidad de que se puedan cambiar los anilox por unos limpios al momento de la preparación, permitiendo al operador ocuparse de otras actividades disminuyendo así el tiempo de preparación.
- Limpieza de anilox, raclas, calderines, manqueras y otros: a continuación se presentan dos alternativas para reducir este tiempo al máximo posible así como mantener en buen estado los mismos:
    - Dar toda la responsabilidad de la limpieza de anilox al taller de limpieza, evitando los traslados del operador de impresión al taller, permitiendo así que el mismo pueda realizar otras actividades mientras el operador del taller de limpieza limpia los anilox.
    - Compra de unidad de lavado EVL 2000 y Unidad de recuperación de disolventes EV/50 VAC. Esta unidad realiza un lavado automático de las partes removibles de la impresora, además de recuperar el solvente utilizado para dicha actividad.
- Dotar de bandejas 2 y 5.

- Bombas: se encuentran en mal estado y constantemente se detiene el trabajo por ellas, además de que s necesario completar dos juegos de las mismas para así disminuir los tiempos.
- Además el área de impresión debe ser dotada de otra bandeja de limpieza.

Con el fin de que las actividades se realicen correctamente y se obtenga el tiempo de preparación generado en el SMED se crearon diagramas que presentan las actividades que debe realizar cada operador; estos diagramas se pueden ver en el Anexo 18 (Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión) para el caso de SMED sin inversión y en el Anexo 19 (Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión) para el caso de SMED con inversión. También es importante que antes de empezar con las actividades de preparación se hayan ejecutado todas las actividades identificadas como externas durante la corrida anterior.

5.2.3 ESTUDIO DE FALLAS DE LAS IMPRESORAS FP-1808 Y FS-1500.

Antes de proponer soluciones a las fallas de las impresoras se crearon los diagramas causa efecto de la impresora FP-1808 y FS-1500, para obtener un conocimiento general y más claro de los problemas presentados. A continuación se observan los diagramas causa efecto:

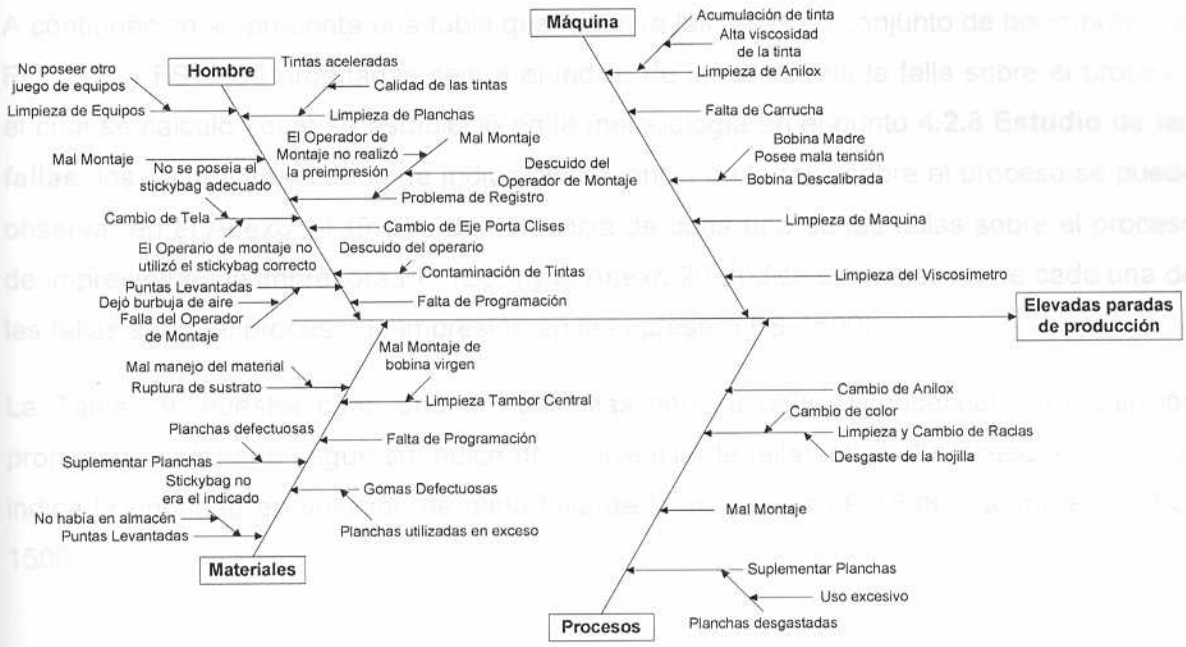


Ilustración 26 Diagrama Causa efecto de impresión de la impresora FP-1808.Fuente: propia

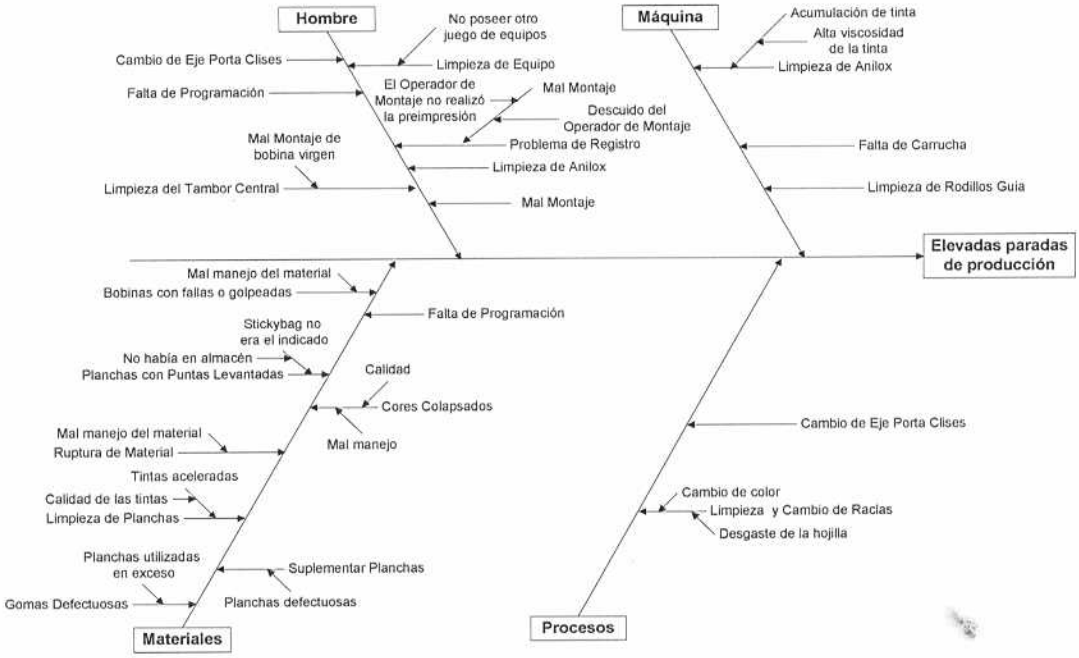


Ilustración 27 Diagrama Causa efecto de Impresión de la impresora FS-1500.Fuente: propia

A continuación se presenta una tabla que muestra las fallas en conjunto de las impresoras FP-1808 y FS-1500 ordenadas según el índice de influencia de la falla sobre el proceso, el cual se calculó como se estableció en la metodología en el punto **4.2.8 Estudio de las fallas**, los datos y resultados de índice de influencia de la falla sobre el proceso se puede observar en el Anexo 14 (Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de impresión en la impresora FP-1808) y el Anexo 20 (Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de impresión en la impresora FS-1500).

La Tabla 19 muestra cada una de las fallas con su causa, consecuencia y solución propuesta, ordenada según su índice de ocurrencia de falla sobre el proceso, el cual nos indica la prioridad en solución de cada falla de la impresora FP-1808 y la impresora FS-1500.

Tabla 19 Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la impresora FP-1808 y la impresora FS-1500. Fuente: propia.

IMPRESORAS FP-1808 Y FS-1500			
Falla	**Causa**	**Consecuencia**	**Solución Propuesta**
Limpieza de Planchas	Tintas aceleradas	Parada de la máquina para que el operario proceda a limpiar las planchas	Establecer un mejor control de la calidad de las tintas dadas por el proveedor. En caso de que el proveedor no mejore la calidad de las tintas buscar un nuevo proveedor
Falta de Materia Prima	No se poseen bobinas madres de ciertos materiales por problemas de producción ó de mala reposición de bobinas compradas	No se puede producir.	Establecer un mejor sistema de reposición de bobinas madres.
Falla de Unidades	Falla en los sensores	No se genera presión suficiente para realizar una buena impresión en el material provocando que el operario deba de realizar la calibración de la unidad manualmente.	Reparar los sensores y diseñar un plan de mantenimiento de los mismos.
Puntas Levantadas	1.- Contacto con el solvente cuando se realiza la limpieza 2.- El operador de montaje no fijó bien la plancha y dejó una burbuja de aire 3.- Stickybag de mala calidad o no es el indicado	Parada de la producción en donde el operario de montaje debe reforzar la punta levantada con una cinta adhesiva ó debe desmontar la plancha para cambiar el adhesivo	El operador debe de realizar una supervisión detallada del adhesivo y de cerciorarse de que no quede ninguna burbuja de aire. Se debe de dotar al área de montaje con todos los adhesivos necesarios.
Gomas Defectuosas	Planchas desgastadas por ser utilizadas más de lo debido	Parada de Producción en donde el operario debe ajustar las presiones para asegurar una buena impresión	Establecer un sistema de reposición de planchas conjuntamente con los clientes

Continuación Tabla 19: Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la impresora FP-1808 y la impresora FS-1500.

Limpieza de Anilox	Acumulación de tinta en el anilox debido a que la tinta se vuelve muy viscosa	Parada de la producción para que el operador proceda a retirar el anilox y limpiarlo con solvente.	Asegurar que la viscosidad de las tintas sea la correcta durante toda la corrida.
Limpieza de Equipos	No poseer otro juego de equipos que permitan al operario cambiarlos inmediatamente después de ser utilizados en una corrida	El operario debe transportar los equipos al taller de limpieza y esperar a que estos sean limpios para poder colocarlos de nuevo en la máquina	Dotar a la máquina de otro juego de calderines, mangueras, bombas y bandejas.
Falta de Programación	Mala coordinación por parte del departamento de control de producción	Tener que desmontar un trabajo que no ha terminado de ser corrido según la orden de producción para tener que realizar otra preparación y otra impresión	Mejorar la coordinación y organización del departamento de control de producción
Montaje	Mal montaje de las planchas	Parada de la producción en donde el operario de montaje debe volver a colocar la plancha que está generando inconvenientes en la impresión	Crear un formato que sea recibido por impresión donde el impresor que acepta el montaje debe firmar y asegurarse de que la preimpresión fue realizada.
Problemas de Registro	Mal montaje de las planchas en la manga debido a que no se realizó el proceso de preimpresión, donde se verifica que la imagen a imprimir sea la correcta	Parada de la producción en donde el operario de montaje debe volver a colocar la plancha que está generando inconvenientes en la impresión	Crear un formato que sea recibido por impresión donde el impresor que acepta el montaje debe firmar y asegurarse de que la preimpresión fue realizada.

Continuación Tabla 19 : Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la impresora FP-1808 y la impresora FS-1500.

Falla de las diferentes bombas de la Impresora FS-1500.	Desgaste y falta de mantenimiento.	Mala impresión, parada de la producción.	Reparar o reponer las bombas y diseñar un plan de mantenimiento preventivo de las mismas.
Cambio de Raclas	Desgaste de la Hojilla por uso excesivo	Parada de la producción para realizar el cambio de racla.	Determinar la vida útil de las hojillas para que éstas sean reemplazadas en el momento de una preparación y no se tenga que realizar una parada de la producción.
Fallas rebobinador # 1 en la impresora FS-1500	Falla mecánica del rebobinador # 1.	La máquina estaría operando con un solo rebobinador causando que se detenga la máquina cuando se tenga que realizar un cambio de bobina.	Reparar el rebobinador # 1.
Suplementar Planchas	1.- Planchas desgastadas por ser utilizadas en exceso. 2.- Defectos provenientes del cliente	Parada de la producción para que el operario de montaje suplementé la plancha con cinta adhesiva.	Establecer un sistema de reposición de planchas con el cliente. Reparar o colocar un espesímetro nuevo en el área de montaje.
Limpieza del Tambor Central	Corrida muy larga de un mismo producto o error del operario al montar la bobina virgen	Impresión sobre el Tambor central causando la parada de la máquina para que el operario proceda a limpiar el mismo.	El operario debe verificar que la bobina de preparación posea el ancho igual o mayor al del producto.
Falla eléctrica	Falta de energía eléctrica	Parada de la producción y esperar a que la máquina vuelva a arrancar	Colocar un generador de energía en la planta.
Cambio de Tela	No se utilizó el stickybag correcto en el montaje por error del operario o por qué no poseían el stickybag adecuado	Parada de la máquina para que el operario de montaje desmonte la plancha y coloque un nuevo stickybag y vuelva a realizar el montaje de la placha sobre el mismo	Dotar al área de montaje con todos los stickybag, además de asegurarse de que los mismos sean de mayor calidad.

Continuación Tabla 19: Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la impresora FP-1808 y la impresora FS-1500.

Falla Manguera Hidráulica en la Impresora FS-1500	Bote de aceite	Genera desperdicio en el área y el operario debe de reponer el aceite perdido.	Reparar o reponer la manguera hidráulica.
Problemas con Tintas	Tintas con tonalidad defectuosa	El operario debe variar las viscosidades hasta conseguir la tonalidad correcta, en caso de que no se consiga se debe a proceder de cambiar todo la tinta que presenta inconvenientes por otra	Establecer un sistema de control de la calidad de las tintas más detallado, así como procurar comprar mejores tintas.
Armando Anilox de la Impresora FS-1500	Falta de engranajes o engranajes desgastados	El operario debe retirar los engranajes de otros anilox y armar el anilox deseado.	Reponer los engranajes de todos los tipos de anilox.
Rotura de material	1.- Mal manejo del material. 2.- La bobina no viene empatada de extrusión	El operador debe volver a realizar el pase por los rodillos generando desperdicio.	Mejorar el manejo de material dentro de la planta así como asegurar que la bobina no salga de extrusión sin los empates necesarios
Falla del compresor de aire	Falta de luz.	Parada de la producción mientras que vuelva la luz.	Colocar un generador de energía en la planta.
Falla del Viscosímetro automático e la impresora FP-1808	El viscosímetro de la unidad # 8 se encuentra dañado	Mala impresión por mala viscosidad en la tinta, generando desperdicio y que el operador deba de modificar la viscosidad manualmente	Reparar o reponer el viscosímetro de la unidad # 8, así como diseñar un plan de mantenimiento preventivo.
Falla de Racla	Mal limpieza de la racla	El operador de impresión realizar un cambio de racla y transporta la racla al taller de limpieza	Chequear que la racla este bien limpia antes de montarla en la máquina.

Continuación Tabla 19 : Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la impresora FP-1808 y la impresora FS-1500.

Falta de Personal	No existe reemplazo	La máquina no puede operar	Cada máquina debería operar con dos operadores capaces de manejar la máquina con un ayudante inexperto.
Bobina descalibrada	La bobina madre posee mala tensión	Parada de la producción para retirar la bobina, siendo esta devuelta como producto no conforme y se procede a colocar otra bobina madre. Esto provoca retrabajo y desperdicio.	Asegurarse que las bobinas sean rebobinadas correctamente en extrusión y co-extrusión para evitar que lleguen a impresión con problemas.
Cores Colapsados	Mal manejo de los cores dentro de la planta y cores de baja calidad.	Se emplea un mayor tiempo para realizar el montaje de la bobina.	Mejorar el manejo de los cores, así como conseguir cores de mejor calidad.
Contaminación de Tintas	Equivocación o descuido del operario	Mala impresión, parada de la producción, desperdicio y el operario debe retirar la tinta contaminada y colocar tinta nueva en el calderin.	Colocar una especie de etiqueta en cada calderín que especifique el color que posee.
Limpieza de la Campana unidad # 6 en la Impresora FP-1808.	Tinta en la campana debido a una ruptura de material	Genera rayas en la impresión, provocando la parada de la máquina para limpiar la campana.	Cuando se genere una ruptura de material verificar que las campanas de todas las unidades no posean tinta antes de volver a encender la máquina.

5.3 LAMINACIÓN:

El proceso de laminación consiste en la unión de dos películas plásticas utilizando un sistema de adhesivo de acuerdo a los requerimientos del producto, generalmente una de las películas está impresa y la otra no. Seguidamente la bobina laminada es colocada en

el área de Reticulación por un tiempo mínimo de ocho (8) horas para luego ser colocada en el Almacén de Producto en Proceso.

5.3.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR:

Las actividades que comprenden el proceso actualmente se presentan en el siguiente mapa de cadena de valor.

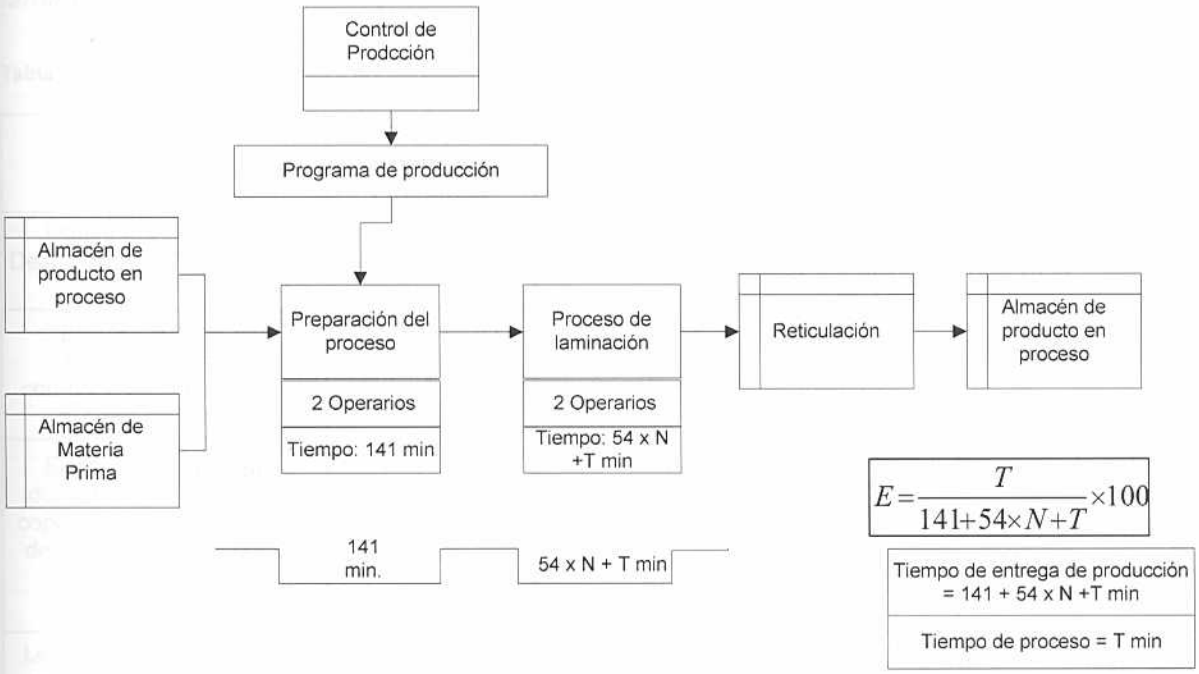


Ilustración 28 Mapa de Cadena de valor para el proceso de Laminación. Fuente: Propia.

El mapa de cadena de valor presentado para el proceso de laminación presenta cada una de las actividades del proceso a estudiar. El tiempo "T" mostrado en la cadena de valor varía según la velocidad de la máquina que viene definida por la relación solvente adhesivo, del material a laminar, si lleva tratamiento de corona o no, y de los kilogramos que se vallan a producir según la orden de producción.

Los valores obtenidos son el resultado de un muestreo realizado a cada actividad del proceso, los cuales se muestran el *Anexo 22 (*Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la Laminadora SLC.*) y Anexo 23 (*Tabla de tiempos por actividad del proceso de laminación de la Laminadora SLC*).*

El Mapa de la cadena de valor muestra las actividades o procesos principales de la Laminación, estos se estudian en detalle a continuación:

5.3.1.1 Preparación de la Laminadora SLC

En la Tabla 20 se muestra cada una de las actividades de limpieza y preparación de la laminadora SLC, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 22 (Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la laminadora SLC).*

Tabla 20 Actividades de limpieza y preparación de la laminadora SLC y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Actividad	Tiempo Promedio (minutos)	
Desmonta Bobina del Desbobinador #2 y coloca la nueva	2	**Promedio = 141 minutos Desviación Estándar = 8,48 minutos**
Empata bobina del desbobinador #2 con corrida anterior para evitar el pase de material	2	
Separa pico del grupo doificador, le inyecta aire coprimido con la pistola del desbobinador #1 y coloca en un recipiente con solvente.	2	
Levanta Campana, (debe arir el tablero porque el botón no funciona)	1	
Busca Bobina para ser colocada en desbobinador #1	2	
coloca bobina y empata con corrida anterior para evitar pase de material	2	
Retira obturador y añade solvente al grupo dosificador	1	
Hace girar al grupo dosificador para retirar el adhesivo.	1	
Busca herramientas para limpiar grupo dosificador	1	

Continuación Tabla 20: Actividades de limpieza y preparación de la laminadora SLC y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Limpia rodillos del grupo dosificado y camisa.	10	**Promedio = 141 minutos Desviación Estándar = 8,48 minutos**
Retira bandeja y coloca sobre la papelera	1	
Busca camisa nueva	4	
Retirar camisa corrida anterior	2	
Coloca nueva Camisa	1	
Limpia y coloca bandeja	2	
lleva camisa corrida anterior	1	
Radiomezcla	4	
Calibración grupo dosificador	14	
Retira cartones del obturador	3	
Busca material para realizar nuevos cartones	5	
Retira material de rebobinador,etiqueta y coloca en reticulación	5	
Coloca cores en eje para material laminado	1	
Colocar eje en rebobinador	1	
Coloca obturador	4	
Prepara Cartones	50	
Ajusta cartones al obturador	9	
Retira la pistola del solvente y la coloca de nuevo en el grupo dosificador	3	
Prepara dosificación	2	

A continuación se presenta el diagrama de proceso de preparación de la laminadora SLC:

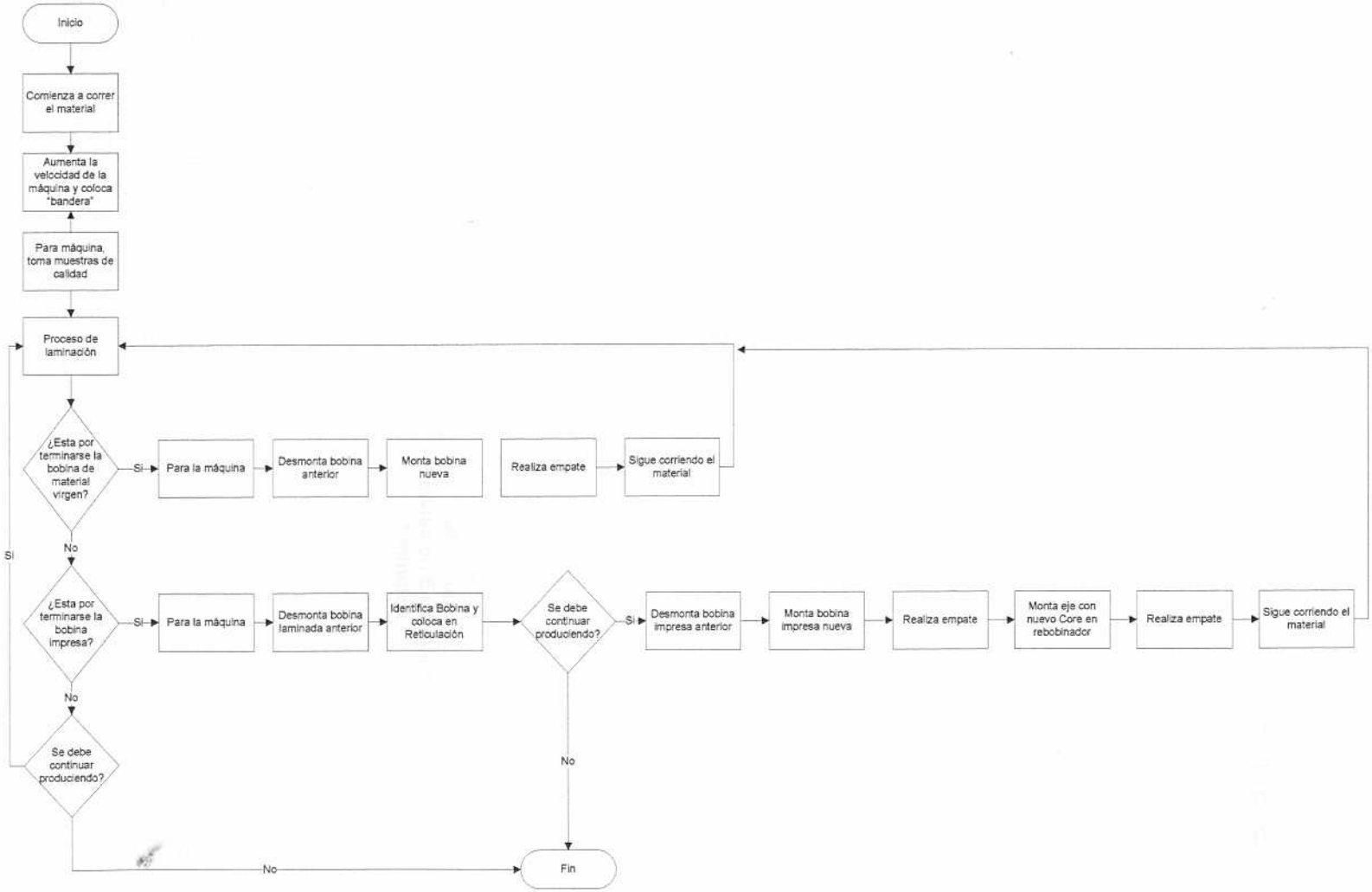


Ilustración 30 Actividades del proceso de impresión de la laminadora SLC. Fuente: Propia

5.3.1.2 *Proceso de laminación de la Laminadora SLC*

Consiste en todas las actividades realizadas durante el proceso de producción de la máquina.

En la Tabla 21 se muestra cada una de las actividades del proceso de laminación de la laminadora SLC, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 23 (Tabla de tiempos por actividad del proceso de laminación de la laminadora SLC).*

Tabla 21 Actividades del proceso de laminación de la laminadora SLC y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Actividad	Tiempo Promedio (minutos)	
Comienza a correr el material	10	**Proceso de producción: Promedio = 54 minutos. Desviación Estándar = 3 minutos.**
Aumenta la velocidad de la máquina y coloca "bandera"	2	
Para máquina, toma muestras de calidad	3	
Proceso de laminación	T	
Para la máquina	2	
Desmonta bobina anterior	2	
Monta bobina nueva	2	
Realiza empate	2	
Sigue corriendo el material	4	
Para la máquina	1	
Desmonta bobina laminada anterior	3	
Identifica Bobina y coloca en Reticulación	4	
Desmonta bobina impresa anterior	4	
Monta bobina impresa nueva	3	
Realiza empate	4	
Monta eje con nuevo Core en rebobinador	2	
Realiza empate	2	
Sigue corriendo el material	4	

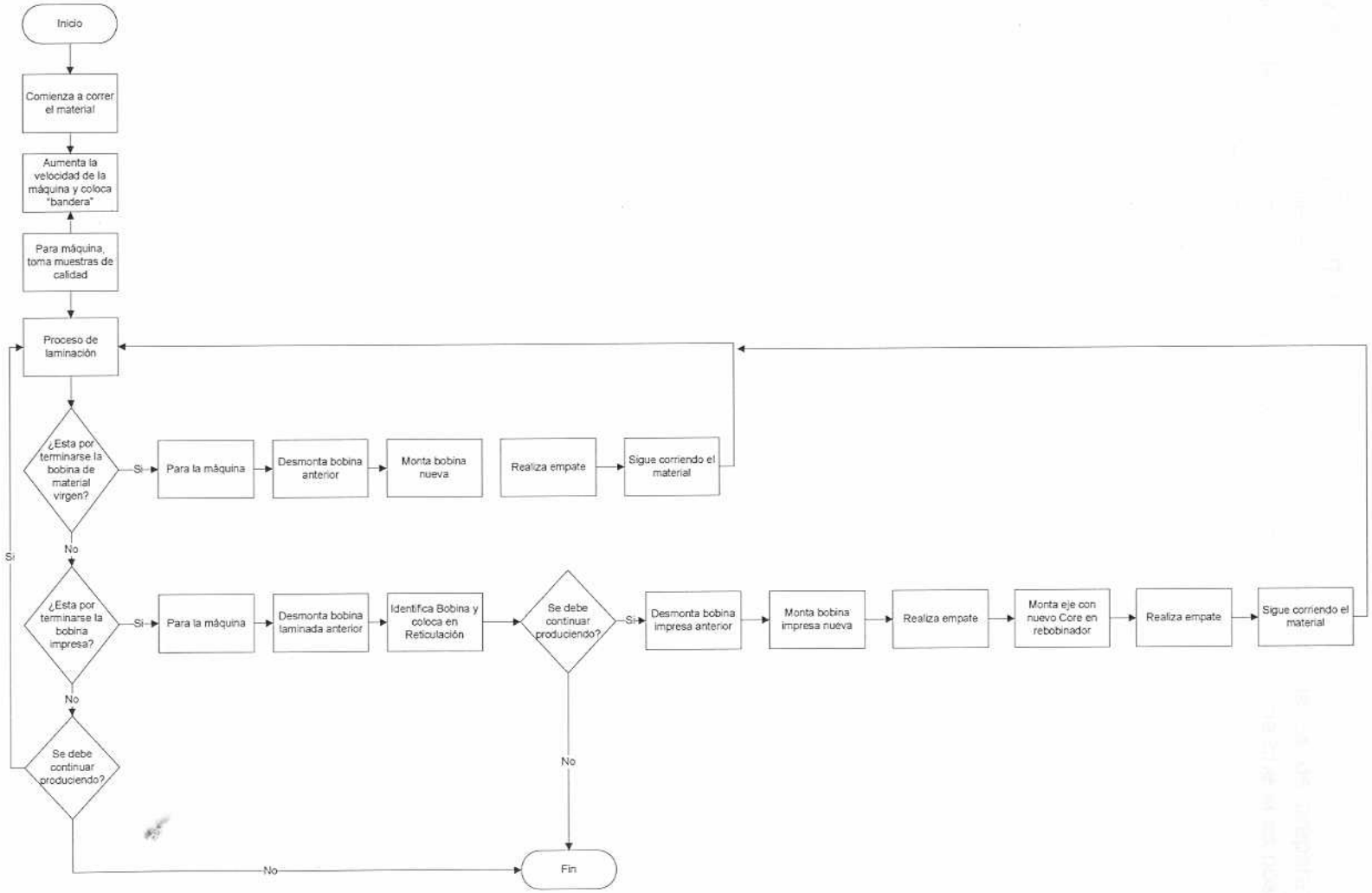


Figura 27 **Ilustración 30 Actividades del proceso de impresión de la laminadora SLC. Fuente: Propia**

5.3.2 METODOLOGÍA SMED

A continuación se presenta un Diagrama Gantt de las actividades de preparación del proceso de laminación, con el diagrama Gantt se pone en evidencia que si es posible una reducción de este tiempo como se muestra:

Carta Gantt 1: Situación actual

Ilustración 32 Diagrama Gantt de las mejoras sin inversión. Fuente: propia

Para lograr el diagrama Gantt 2 se dividieron las actividades en externas e internas, obteniéndose la siguiente tabla que representa la reducción en el tiempo de preparación.

Tabla 22 Actividades a modificar y su efecto en el tiempo de preparación del proceso de laminación. Fuente: propia

Referencia	ACTIVIDADES EXTERNAS	Tiempo (minutos)
5	Buscar bobina para ser colocada en el desbobinador #1	2
10	Buscar herramientas necesarias para realizar limpieza *del grupo dosificador*	1
13	Buscar camisa nueva	4
21	Buscar material para realizar nuevos cartones	5
26	preparar cartones	50
	TOTAL	**62**

En la tabla mostrada anteriormente el campo referencia indica el número de la actividad en la Carta Gantt 1.

Ilustración 33 Diagrama Gantt de las mejoras con inversión. Fuente: propia

Actualmente la preparación de esta máquina toma aproximadamente dos horas. Al dividir las actividades de preparación en externas e internas y colocándose las prelaciones adecuadas el tiempo de preparación se reduce a una hora aproximadamente, disminuyendo el tiempo en un 59% aproximadamente; lo cual quiere decir que habrán aproximadamente una hora y veinte minutos más en tiempos de producción.

En el tercer diagrama Gantt se realiza una inversión en la maquinaria que consiste en compra de equipos nuevos o mantenimiento correctivo de diferentes fallas que retrasan el proceso actualmente, y se observa que el tiempo de preparación actual se reduce a cuarenta y siete minutos aproximadamente, representando una disminución final del tiempo de preparación en un 64 % aproximadamente. Si se desea disminuir el tiempo de preparación en un 64% se deben realizar las recomendaciones dadas a continuación:

- Comprar un obturador nuevo.
- Mantenimiento correctico del rebobinador.
- La radiomezcla debe ser buscada en el área de laminación por un analista de calidad y no ser trasladada hasta el laboratorio de calidad por el operador de laminación.

Con el fin de que las actividades se realicen correctamente y se den los tiempos generados en el SMED se crearon unos diagramas que presentan las actividades que debe realizar cada operador. Antes de empezar con las actividades se debe haber ejecutado todas las actividades externas durante la corrida anterior. Estos diagramas se pueden ver en el anexo 24 (*Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión en la Laminadora SLC.)* para el caso de SMED sin inversión y en el anexo 25 (*Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión en la Laminadora SLC.)* para el caso de SMED con inversión.

5.3.3 Estudio de fallas

Antes de proponer soluciones a las fallas se creó el diagrama causa efecto, para obtener un conocimiento general y más claro de los problemas presentados. A continuación se observa el diagrama causa efecto:

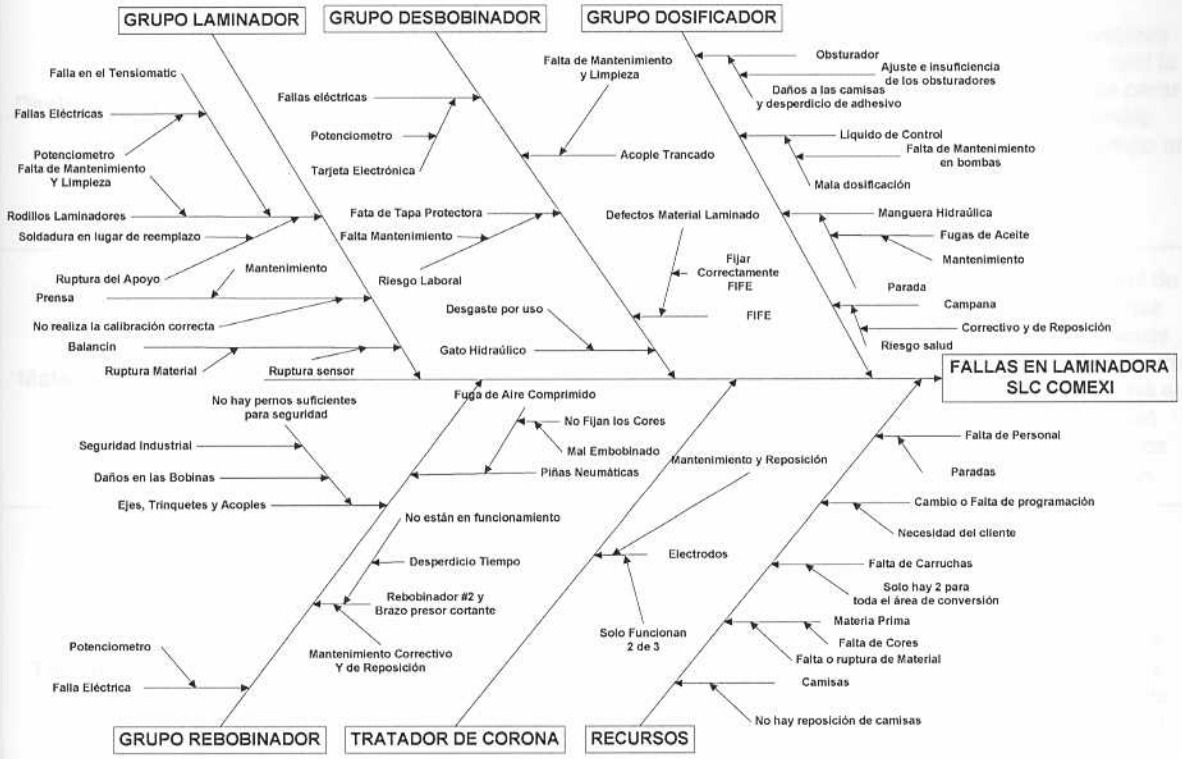


Ilustración 34 Diagrama causa efecto de laminación. Fuente: Propia.

A continuación se presenta una tabla que muestra las fallas de la laminadora SLC ordenadas según el índice de influencia de la falla sobre el proceso, el cual se calculó como se estableció en la metodología en el punto **4.2.8 Estudio de las fallas**, los datos y resultados de índice de influencia de la falla sobre el proceso se puede observar en el

Anexo 26 (Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de laminación en la laminadora SLC).

La Tabla # 15 muestra cada una de las fallas con su causa, consecuencia y solución propuesta, ordenada según su índice de ocurrencia de falla sobre el proceso, el cual nos indica la prioridad en solución de cada falla.

Tabla 23 Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la laminadora SLC. Fuente: propia.

	LAMINADORA SLC			
FALLA	**FALLA ESPECÍFICA**	**CAUSA**	**CONSECUENCIA**	**SOLUCIÓN PROPUESTA**
Desbobinador	Montaje de bobina Madre (virgen e impresa)	No poseen las herramientas necesarias para realizar el cambio rápidamente, faltan las carruchas, el polipasto no cubre toda el área de la máquina,otros	Se invierte un gran tiempo en realizar los cambios de bobinas.	Colocar desbobinadores con dos ejes, en el cual la máquina no se debe parar para hacer el cambio invirtiéndose este tiempo en producción.
Materia Prima	Falta de Material en proceso	Bobina impresa o virgen bloqueada o no hay materia prima disponible	Ruptura del material generando parada y desperdicios.	1.-Mantener un control de las condiciones en que salen las bobinas desde impresión y almacén hasta laminación y de la forma en que son transportadas. 2.-Coordinación con los proveedores internos
Tratador de Corona	Funcionan 2 electrodos de 3	1._No se realiza mantenimiento adecuado, no se ha reemplazado el tercer electrodo.	1._El Material debe correrse a una menor velocidad aumentando el tiempo de producción estimado. 2._ La máquina se para y no se trata el material correctamente.	Reparar el tratador de corona de manera que funcione correctamente. Realizar mantenimiento preventivo y correctivo adecuado.
Grupo Dosificador	Rodillo Cromado	Los rodillos sucios	Desperdicio de adhesivo	Cada operador debe mantener su puesto de trabajo limpio, específicamente antes de entregar el turno.

Continuación Tabla 23: Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la laminadora SLC. Fuente: propia.

Materia Prima	Ruptura del Material	Mal manejo y malos empates por parte de los proveedores internos	Desperdicio de materiales y tiempo	Mantener un control de las condiciones en que salen las bobinas desde impresión y almacén hasta laminación y de la forma en que son transportadas.
Tensiomatic	Falla Eléctrica	Falla en el potenciómetro el cual debido al desgaste genera una señal errada.	1._Parada de máquina. 2._ Descontrol en la velocidad de la camisa dosificadora(no dosifica o enrolla el material).	Cambiar el Potenciómetro por uno nuevo.
Grupo Dosificador	Ajuste Obturador	Exceso de pegamento debido a una mayor dosificación.	1._ Desperdicios de adhesivo 2._ El operador debe improvisar de forma manual y rudimentaria dispositivos que eviten esto, para lo cual utilizan desechos de planta.	1.-Cada operador realice la limpieza adecuada de las camisas al terminar su turno o la corrida. 2.- Diseñar una pieza en conjunto con los operadores la cual se ajustable por medio de una perilla de presión al obsturador.
Recursos	Falla de energía eléctrica	Mal servicio por parte de la empresa proveedora	Las máquinas se paran, y al volver la electricidad se deben volver a arrancar los procesos, lo cual puede ser un tiempo significativo	Colocar un Generador eléctrico
	Falta de Personal	No existe reemplazo	La máquina no puede operar	Cada máquina debería operar con dos operadores capaces de manejar la máquina con un ayudante inexperto.
Rebobinador	Ejes, Trinquetes y Acoples.	No se colocan todos los pernos necesarios para ajustar las bobinas de forma segura.	Problemas de seguridad industrial ya que se cae la bobina (400 Kgs) pudiendo ocasionar algún accidente.	El personal de mantenimiento coloque todos los pernos necesarios para fijar de manera correcta y segura la bobina al rodillo.

Continuación Tabla 23: Causas, consecuencias y solución propuesta para cada una de las fallas de la laminadora SLC. Fuente: propia

Grupo Dosificador	Tambores contenedores de adhesivo y catalizadores	Falta de adhesivo	El cambio no es eficaz ya que no poseen las herramientas necesarias.	Dotar a los operadores de las herramientas necesarias para realizar el cambio, por ejemplo: dos juegos de llaves.
Rodillos Laminadores	Falla mecánica, se rompe el apoyo	1._ Previamente la pieza fue soldada en lugar de ser reemplazada. 2._Falta Mantenimiento Preventivo.	Parada de máquina	Reemplazar los apoyos del rodillo laminador por unos más robustos.
Desbobinador	Gato Hidráulico	Desgaste por tiempo de uso	Parada de la máquina	Reemplazar el gato hidraúlico por uno nuevo.
Ejes, piñas neumáticas (fijadores de cores)	Las piñas neumáticas pierden el aire comprimido	Falla en la válvula que inyecta aire comprimido	No mantienen fijo el core, lo que trae como consecuencia que el embobinado no se realice correctamente.	Asegurarse que las gomas estén en buen estado cada vez que se realice un montaje. Revisar las válvulas que inyectan aire comprimido.
Materia Prima	Core	Core Colapsado	Se emplea un tiempo mucho mayor para realizar el montaje de la bobina ya que se tiene que buscar	Coordinar las actividades con almacén y el supervisor del área para que no se presente esta falla.
		Fata de Core	No se puede realizar la laminación	
Desbobinador	FIFE (lector de alineación de la bobina virgen con respecto a la impresa)	No está fijado correctamente	Defectos en el material laminado	Fijar correctamente el FIFE al sistema desbobinador.
Grupo Dosificador	Pruebas de Adhesivo	Verificar que la dosificación sea correcta.	Si esta no se lleva a cabo correctamente el material laminado puede presentar defectos.	La muestra debe ser buscada por el personal de calidad, así el operador puede adelantar otras actividades y evitar su traslado.
Recursos	Falta de Carruhas	Solo existen 2 Carruchas para toda el área	Se genera un tiempo ocioso donde el operador debe recorrer la planta en busca de una carrucha disponible.	Dotar al área con una carrucha.

5.4 CORTE

El objetivo de este proceso es transformar las bobinas madres del material a anchos predeterminados, para esto se utilizan cuchillas oscilantes estacionarias.

5.4.1 MAPA DE LA CADENA DE VALOR

Las actividades que comprenden el proceso actualmente se presentan en el siguiente mapa de cadena de valor.

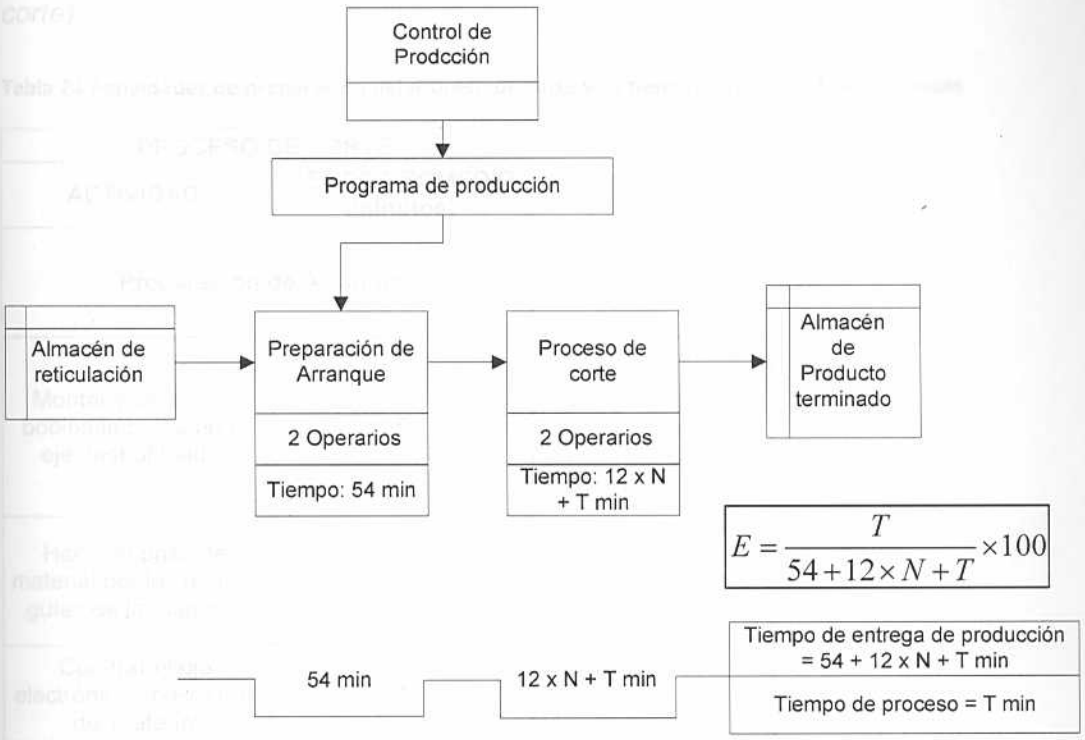


Ilustración 35 Mapa de Cadena de valor para el proceso de Corte. Fuente: Propia.

El mapa de cadena de valor presentado para el proceso de corte presenta cada una de las actividades del proceso a estudiar. El tiempo "T" mostrado en la cadena de valor varía según la velocidad de la máquina, el material a cortar, la máquina utilizada, y de los kilogramos que se vallan a producir según la orden de producción.

Los valores obtenidos son el resultado de un muestreo realizado a cada actividad del proceso, los cuales se muestran el *Anexo 28 (*Tabla de tiempos por actividad de la preparación de corte.*) y Anexo 29 (*Tabla de tiempos por actividad del proceso de corte*).*

El Mapa de la cadena de valor muestra las actividades o procesos principales de la Laminación, estos se estudian en detalle a continuación:

5.4.1.1 Preparación del Proceso de Corte

En la Tabla 24 se muestra cada una de las actividades de preparación del proceso de corte, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 28 (Tabla de tiempos por actividad de la preparación del proceso de corte).*

Tabla 24 Actividades de preparación del proceso de corte y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

PROCESO DE CORTE		
ACTIVIDAD	**TIEMPO PROMEDIO (minutos)**	
Preparación de Arranque		
Montar y centrar la bobina impresa en el eje desbobinador	5	**Preparación: 54 minutos**
Hacer el pase de material por los rodillos guías de la máquina	5	
Cuadrar el ojo electrónico en el borde del material	1	
Bajar el brazo del freno palpador a la bobina impresa y colocar freno en la barra desbobinadora.	1	
Colocar y cuadrar las hojillas en posición de corte de acuerdo a la orden de producción	15	
Cuadrar los embragues y los cores al ancho de corte en las barras rebobinadoras	4	

Continuación Tabla 24: Actividades de preparación del proceso de corte y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Desplaza las barras a la unidad rebobinadora	2	**Preparación: 54 minutos**
Bajar los seguros de las barras rebobinadoras	2	
Bajar los rodillos pisones al material en la barra central y ajustar los tornillos	5	
Bajar los pisones a posición de corte y alinearlos con los cores	3	
Ajustar las tensiones de los ejes rebobinadores con las válvulas reguladoras de las presiones laterales	5	
1)En caso de refile encender el extractor 2)Colocar el botón pre-selector de "0" a "1" y colocar el preselector de metraje en cero 3)Presionar el botón de marcha de máquina y botones de velocidad	2	
Contabilice los metros de la bobina en proceso y grabar los metros requeridos en el metrajes	2	
Llenar el formato de arranque	2	

A continuación se presenta el diagrama de proceso de preparación de la cortadoras COMEXI:

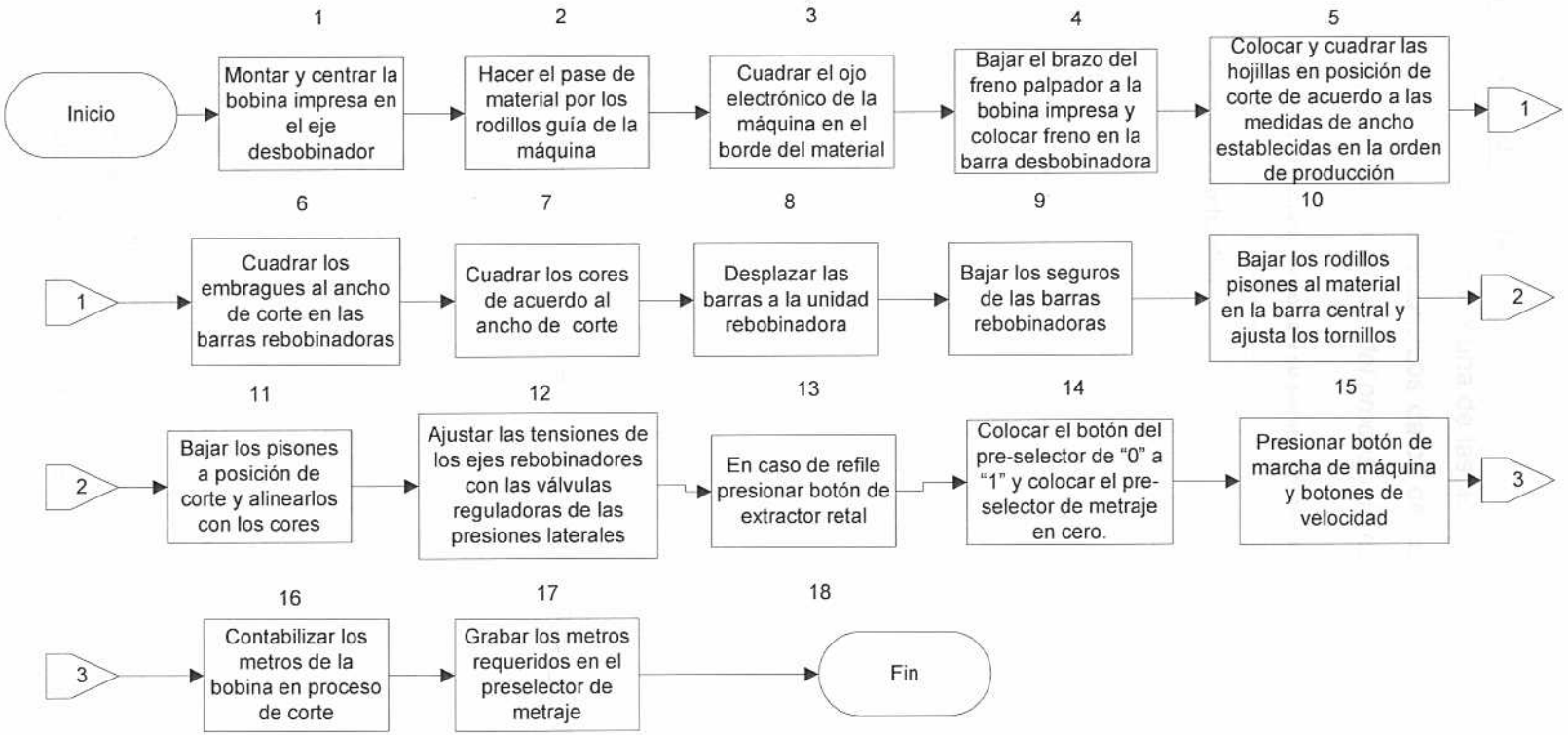


Ilustración 36 Actividades de preparación de arranque del proceso de corte. Fuente: Propia

5.4.1.1 Proceso de Corte

En la Tabla 25 se muestra cada una de las actividades del proceso de corte, así como su tiempo promedio de realización. Los datos de esta tabla fueron obtenidos del *Anexo 29 (Tabla de tiempos por actividad del proceso de corte).*

Tabla 25 : Actividades del proceso de corte y su tiempo promedio. Fuente: Propia.

Proceso Productivo		
Registrar trazabilidad y peso de entrada de cada una de las bobinas	3	**Proceso Productivo: 12 minutos**
Anote los kilos de entrada y salida, desperdicios y trazabilidad en el reporte de producción de cote	2	
Mantenga la bobina madre lista a pie de máquina junto con los cores	5	
Identificar cada una de las bobinas con la etiqueta de core	2	

A continuación se presenta el diagrama del proceso de la cortadoras COMEXI:

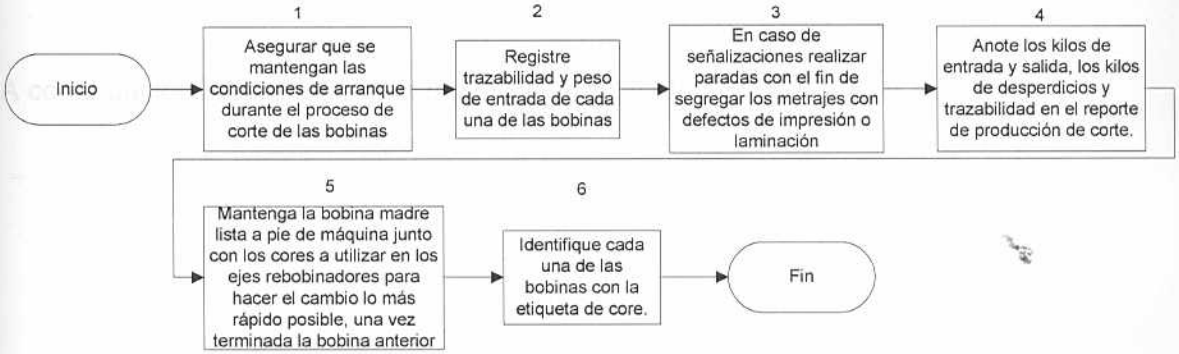


Ilustración 37 Actividades del proceso de corte. Fuente: Propia

5.4.2 ESTUDIO DE FALLAS

Antes de proponer soluciones a las fallas se creó el diagrama causa efecto, para obtener un conocimiento general y más claro de los problemas presentados. A continuación se observa el diagrama causa efecto:

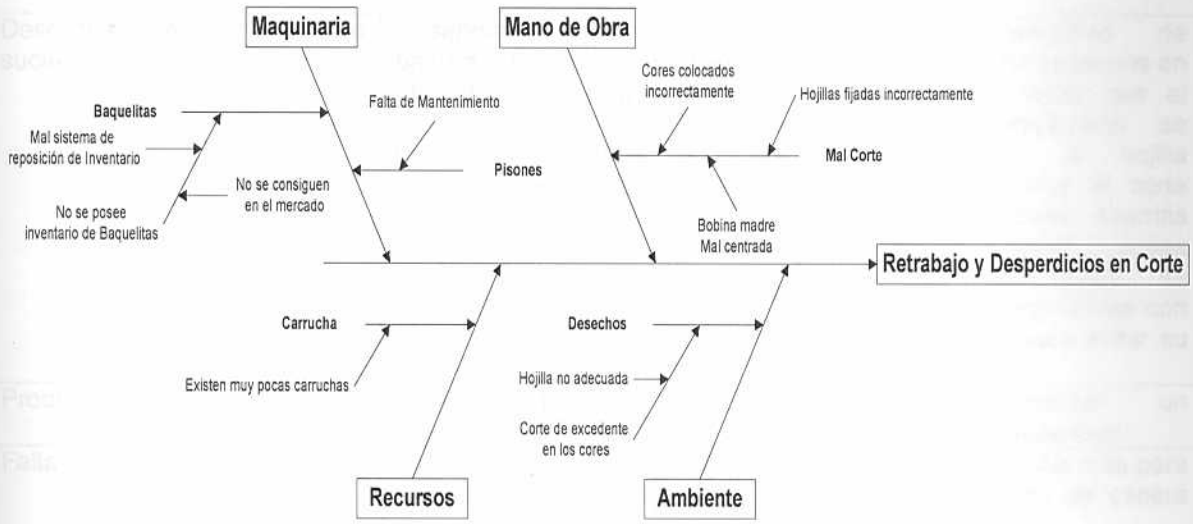


Ilustración 38 Diagrama Causa efecto de corte. Fuente: Propia.

Para el proceso de corte la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. no levanta tiempos de fallas o estadísticas de este proceso, en consecuencia se determinaron las fallas y sus causas por medio de entrevistas con los operadores y el superintendente de conversión.

A continuación se presenta una tabla que muestra las fallas del área de corte:

Tabla 26 Causa, consecuencia y solución propuesta para cada una de las fallas del área de corte. Fuente: Propia

Problema o Falla	Causa	Solución Propuesta
El material no desliza bien provocando un mal corte.	Falta o desgaste de las Baquelitas.	Debe existir un sistema de compra de Baquelitas manteniendo un mínimo en inventario para que cuando ocurra su desgaste no se tenga que trabajar sin la misma.
Desorden y área de trabajo sucia.	Ausencia de contenedores de basura. El principal desecho encontrado es el generado por el corte de los cores con los exactos realizados por los operarios para garantizar que el core entre en el cilindro de la cortadora.	Colocar contenedores de basura para evitar desechos en el suelo. Para evitar que el core tenga el excedente se debe encontrar la hojilla correcta que realice el corte correcto de los cores. Además se deben tener zonas específicas en donde se coloquen las herramientas con su identificación para evitar su desaparición.
Problemas con las tensiones.	Falla en los pisones.	Se debe realizar un mantenimiento preventivo.
Falta de Carrucha	Existen muy pocas carruchas en toda el área de conversión	Adquirir una carrucha más para disminuir el tiempo de espera por carrucha.
Mal Corte del material.	Las hojillas fueron fijadas incorrectamente.	El operario debe realizar la verificación de las medidas en las que colocó las hojillas.
Paradas por segregación de material con falla de impresión o laminación	Problemas en el proceso de Impresión o laminación.	Minimizar las fallas en impresión y laminación de acuerdo a las mejoras propuestas anteriormente.

CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS 5'S, SMED Y PLAN GENERAL DEL ESTUDIO DE FALLAS.

6.1 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SMED Y 5'S EN EL ÁREA DE CONVERSIÓN

6.1.1 FORMACIÓN DEL "COMITÉ DE MEJORAS"

Este comité se encargará de evaluar qué áreas de la planta se encuentran en una situación crítica, para de esta manera identificar el área piloto, ya que mientras mayor sea el cambio en las condiciones visuales los trabajadores comprometerán a realizar el proyecto.

Este comité también estará encargado de mantener el proyecto de 5'S en el tiempo por lo que debe determinar cuáles serán las campañas a seguir de:

- Educación
- Limpieza
- Disciplina

El comité estará formado por:

- Jefe de Producción
- Jefe de Almacén de Materiales
- Superintendente de fabricación
- Superintendente de conversión
- Jefe de Impresión
- Jefe de Laminación
- Jefe de Refilado
- Jefe de Control de Calidad
- Jefe de Logística
- Jefe de Mantenimiento

Este comité será el responsable de las siguientes actividades:

- Desarrollar un cronograma de actividades
- Realizar la capacitación de los trabajadores, cuyo objetivo es lograr que éstos sientan un compromiso por parte de la empresa con sus condiciones de trabajo.

6.1.2 Lanzamiento del Proyecto

El objetivo de este paso es que los trabajadores comiencen a escuchar del proyecto, y noten que se está buscando un cambio por parte de la compañía para que ellos tengan condiciones de trabajo cómodas y adecuadas, aumentando además la productividad de la empresa. Esto se logrará por medio de cierta publicidad, la cual estará formada por:

- Eslogan: " Con Orden y Limpieza, mi trabajo empieza"
- Pendones
- Comunicado Gerencial
- Símbolo de la campaña

El primer y segundo paso son comunes tanto para el proyecto de 5'S, SMED y Plan general del estudio de fallas. A continuación se presentan los siguientes pasos a seguir por proyecto:

6.1.3 Metodología de implementación de SMED

***Primer Paso*: Primera Capacitación de los trabajadores**

La capacitación se dictará a todos los trabajadores, incluidos operarios, ayudantes, otros. El 100% del personal de la planta recibirá la capacitación. Siendo los capacitadores quienes conforman el comité de mejoras. Cada capacitación será dictada por 2 miembros del comité antes mencionado. Las capacitaciones se tienen que dividir en las capacitaciones de SMED y las de 5'S, así como se muestra a continuación:

La capacitación de SMED se debe realizar por máquina, se debe reunir a todos los operarios y ayudantes de una máquina. La capacitación se llevará a cabo mediante la siguiente estructura:

1. Presentación a los trabajadores del proyecto, haciendo énfasis en cómo se puede mejorar su trabajo, mostrándoles y explicándoles los dos primeros diagramas Gantt (específicos de su máquina).
2. Comunicar a los trabajadores las mejoras que se piensan hacer, como la compra de equipos y herramientas; preguntándoles su opinión al respecto.
3. Indicar a los trabajadores cómo deben trabajar actualmente mientras se realizan las mejoras y las adquisiciones respectivas, mostrándoles y explicándoles los diagramas de operario respectivo. (Ver Anexos 12, 18 y 24).

***Segundo Paso:* Colocación de diagramas de operarios**

El comité deberá colocar los diagramas de operarios en cada máquina en lugar visible y asegurarse de que el mismo sea entendido por los operarios. (Ver diagramas de operarios en los anexos 12, 18 y 24).

***Tercer paso:* Segunda Capacitación**

Cuando lleguen los equipos el comité deberá realizar una nueva capacitación donde se indique la nueva manera de realizar el trabajo, así como los beneficios que generan. Para esto se les debe mostrar y explicar el nuevo diagrama de operario. (Ver diagramas de operarios en los anexos 13, 19 y 25.).

***Cuarto Paso:* Colocación de nuevos diagramas de operarios.**

Una vez realizada la segunda capacitación el comité deberá colocar los nuevos diagramas de operarios en cada máquina en lugar visible, así como retirar los anteriores y asegurarse de que el mismo sea entendido por los operarios. (Ver diagramas de operarios en los anexos 13, 19 y 25.).

***Quinto Paso: Revisión* continua**

El comité deberá realizar revisiones sorpresa y continuas para asegurar que los trabajadores estén realizando el trabajo de forma correcta. Además se deberán colocar

formatos más específicos para que sean llenados por los operarios con el fin de generar una data que sirva de base para seguir mejorando.

6.1.2 Metodología de implementación de 5'S

***Primer Paso:* Primera Capacitación**

Capacitación a los trabajadores: La capacitación se dictará a todos los trabajadores, incluidos operarios, ayudantes, otros. El 100% del personal de la planta recibirá la capacitación; ésta se llevará a cabo en grupos de 20 a 25 trabajadores, siendo los capacitadores quienes conforman el comité de mejoras. Cada capacitación será dictada por dos (2) miembros del comité antes mencionado.

NOTA: Esta capacitación sólo se enfocara en las primeras tres (3) "S". Se realizará una capacitación posterior de las últimas dos "S" cuando las primeras tres (3) ya estén implementadas en la planta.

La capacitación se llevará a cabo regida por la siguiente estructura:

1. *Presentación de 5´S*: Durante la presentación, se muestran las condiciones inadecuadas bajo las cuales se está realizando el trabajo, además se busca hacer ver, que con un cambio de actitud se pueden lograr muchas mejoras, las cuales benefician a los trabajadores y a la planta.
2. *Ejercicios Prácticos*: Estos ejercicios tienen como fin el ejemplificar que cada una de las "S" tiene un objetivo, el cual es efectivamente cumplido al aplicarla. Con estos ejercicios se muestra de una manera sencilla que sus condiciones de trabajo pueden mejorar notablemente si se aplica este procedimiento. Estos serán realizados al final de la presentación de cada una de las "S".
3. *Ejercicio de Planos*: Se entregarán planos de la planta con el objetivo de que sean los trabajadores quienes indiquen cuáles son las áreas que ellos consideran más desordenadas y desaseadas. Además es importante conocer qué alternativas proponen los trabajadores, ya que ellos son los que mejor conocen el trabajo, y qué mejoras se le podría realizar.

***Segundo Paso:* Implementación de las primeras tres "S"**

La planta será dividida por grupos, al final de cada "S" se le otorgará una certificación al área, la cual le permitirá continuar con la implementación de la siguiente "S". Los grupos recomendados son:

- Grupo 1-Corte
- Grupo 2- Laminación
- Grupo 3- Impresión-Montaje

Metodología de implementación de las primeras tres "S"

Primera etapa: Seiri (Seleccionar y descartar)

La implementación de este primer paso se llevará a cabo en dos jornadas:

- "DIA A": durante este día se pretende eliminar toda la basura presente en el área del grupo seleccionado. Para eliminar la basura se colocarán contenedores de basura cercanos al área del grupo de trabajo, donde los trabajadores podrán colocar los desechos. La responsabilidad sobre los materiales que se desechen será del (los) supervisor (es) y del Jefe de Área.
- "DIA B": una vez terminada la primera jornada, es decir, removida la basura, se procederá a clasificar los elementos presentes en el puesto de trabajo. La herramienta a utilizar serán unas tarjetas rojas, con el fin de identificar los elementos que deben ser retirados del área de trabajo por considerarse innecesarios. Las tarjetas serán fichas adhesivas con números consecutivos sobre el elemento innecesario que se encuentra presente en el puesto de trabajo. Un modelo de la tarjeta se presenta en el anexo 30 *(Tarjeta Roja)*

Se debe dar seguimiento a los objetos innecesarios, los cuales ya han sido identificados con las tarjetas rojas, así, si a los tres meses no se han utilizado se deben trasladar a un lugar apartado dentro de la empresa, pero si a los seis meses siguen sin ser utilizados, deben eliminarse de los espacios de la empresa.

Para clasificar los elementos además de la tarjeta roja se utilizará otra herramienta, un código de color, el cual indicará la frecuencia de uso de la siguiente manera:

- Azul: Uso Frecuente(todos los días)
- Verde: Uso poco Frecuente (cada dos o tres días, semanal)
- Amarillo: Rara vez utilizado(una vez cada 2 semanas)

Para el código de color se utilizara una cinta adhesiva del color correspondiente.

Segunda etapa: Seiton (cada cosa en su lugar)

Se deben identificar todas las áreas disponibles y necesarias para ordenar los elementos. Para que esta etapa sea efectiva deben diseñarse o utilizarse estanterías y elementos de almacenamientos acorde con las necesidades de cada puesto de trabajo, estos suelen resultar de la aplicación de métodos simples y desarrollados por los trabajadores. Las herramientas a utilizar en esta etapa serán:

Controles visuales: Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil el sitio donde se encuentran los elementos, dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existen, productos defectuosos, otros. Al determinar todos los controles visuales el resultado será que sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

Mapa 5´S: Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que pretendemos ordenar en un área de la planta pero más específicamente en el puesto de trabajo. El Mapa *5´S* permite mostrar dónde ubicar el almacén de herramientas, elementos de seguridad, extintores de fuego, duchas para los ojos, pasillos de emergencia, vías rápidas de escape, armarios con documentos o elementos de la máquina, etc.

Marcación de la ubicación: Una vez que se han decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cualquier persona sepa dónde están las cosas, y cuántas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear: Indicadores de ubicación, letreros y tarjetas, nombre de las áreas de trabajo, otros.

Marcación con colores: Es un método para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, nivel de un fluido en un depósito, sentido de giro de una máquina, etc. La marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento, seguridad y ubicación de materiales. Las aplicaciones más frecuentes de las líneas de colores son: Localización de elementos de seguridad: grifos, válvulas de agua, etc.

Codificación de Colores: Se usa para señalar claramente las piezas, herramientas, conexiones, tipos de lubricantes y sitio donde se aplican. Por ejemplo, la grasera de color azul puede servir para aplicar un tipo especial de aceite en un punto del equipo marcado con color azul.

Identificar los contornos: Se usan dibujos o plantillas de contornos para indicar la colocación de herramientas, partes de una máquina, otros. Al observar y encontrar un contorno vacío se podrá rápidamente saber cuál es el elemento que falta.

Tercera etapa: Seiso (limpieza)

Para lograr aplicar Seiso se debe lograr primero un cambio cultural en los trabajadores esto se logrará integrando la limpieza al trabajo diario, asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo, el trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Paso 1. Planificar el mantenimiento de la limpieza: El supervisor del área debe asignar un contenido de trabajo de limpieza en la planta a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

Paso 2. Preparar el manual de limpieza: Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor.

Las actividades de limpieza deben incluir una Inspección antes del comienzo de turnos. Es importante establecer el tiempo para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario. Los operarios deben estar al tanto de los estándares para procedimientos de limpieza. Conocer el procedimiento de limpieza para emplear eficientemente el tiempo. El estándar puede contener fotografías que sirvan de referencia sobre el estado en que debe quedar el equipo.

La elaboración del mismo será responsabilidad del supervisor junto con el operario ya que son quienes tienen más contacto con el proceso.

Paso 3. Preparar elementos para la limpieza: Aquí se aplica el Seiton (orden) a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver.

Paso 4. Implementación de la limpieza: implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, pintura y otros materiales extraños a las superficies. La limpieza es un evento importante para aprender del equipo e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que requiere el mismo.

Para implementar la limpieza, una buena técnica es el uso de tarjetas de color nuevamente, en este caso amarillas, estas serán útiles para que cada operario al finalizar su turno, de trabajo y limpieza identifique cualquier problema que pueda presentar la máquina, también sería de gran utilidad al principio del turno, así entre operarios se estarán evaluando y al momento de haber una falla en la limpieza, se conocerá directamente quien es la persona responsable. Ver modelo de tarjeta amarilla en Anexo 31.

Al finalizar esta metodología en cada una de las áreas de la planta, se procederá a realizar otra capacitación, con el contenido de las últimas dos "S", las cuales tiene como objetivo lograr que se mantengan en el tiempo las condiciones de limpieza y orden logradas.

Tercer Paso: Segunda Capacitación

El objetivo de esta capacitación es que los trabajadores evalúen en qué condiciones trabajaban antes de la aplicación del proyecto, y en qué condiciones trabajan después, cómo se sienten con el cambio, qué piensan que se debe seguir mejorando y crear una concientización de que las condiciones de trabajo logradas deben mantenerse en el tiempo para el bienestar de todos. Durante este paso es cuando se realizarán las capacitaciones en las últimas dos "S", de nuevo a todo el personal de la planta, y se creara el cronograma para las mismas.

Cuarto Paso: Implementación de las últimas dos "S"

Una vez implementadas las tres primeras "S" y certificadas cada una de las áreas de la planta se procede a la implementación de las últimas dos, realizándose la siguiente metodología:

Cuarta etapa: Seiketsu (Estandarización)

Seiketsu es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "S". Esta cuarta "S" está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades, cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con su lugar de trabajo el esfuerzo realizado para implementar las primeras tres "S" tendrá poco significado, y sus resultados no se mantendrán en el tiempo. Es fundamental integrar la limpieza a las actividades rutinarias.

Quinta etapa: Shitsuke (Autodisciplina)

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, Orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra su presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Es necesario que la dirección de la empresa considere la necesidad de liderar la convergencia de objetivos entre los trabajadores y la empresa hacia el logro de metas comunes para la prosperidad de las personas, clientes y organización.

6.2 PLAN GENERAL DE ESTUDIO DE FALLAS

Tomando como base el diagrama causa efecto y las tablas de fallas organizadas según el índice de incidencia de la falla sobre el proceso se procedió a realizar un plan para mejorar o eliminar completamente las fallas presentadas cada uno de los procesos del área de conversión.

Este plan consiste principalmente en realizar el adecuado mantenimiento correctivo a la maquinaria, así como la creación de un plan de mantenimiento preventivo que vincule apropiadamente las actividades de producción y mantenimiento preventivo en sí; con un plan de mantenimiento preventivo en el que se determine la vida útil de cada una de las partes, se revise el estado de desgaste o uso de cada una de las piezas, previéndose la falla y en consecuencia el mantenimiento correctivo que genera.

Otro punto importante de este plan es mejorar el manejo de la materia prima abarcando desde que es recibida en almacén de materia prima hasta que es entregada en cada uno de los procesos. Si se asegura la calidad al recibir la materia prima y se garantiza un buen manejo de todos los materiales involucrados en el proceso como son las tintas, sustrato, adhesivos, planchas fotopolímeras y otros se eliminarían gran cantidad de fallas.

Específicamente para el área de impresión y montaje sería de gran ayuda la creación de un formato que asegure que en el área de montaje se haya realizado la adecuada preimpresión, de esta manera se evitarían problemas de registro y otros. El formato a utilizar deberá contener la muestra de que el operador efectivamente realizó la preimpresión. El área de montaje necesita ser seriamente revisada por la alta gerencia ya que en ocasiones la falla en impresión se produce porque no se tiene la materia prima necesaria para cumplir con los estándares y se debe improvisar.

CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se determinó la viabilidad de los planes desarrollados en el CAPÍTULO VI, que incluyen la aplicación de la metodología SMED y estudio de fallas. La aplicación de la metodología 5´S no se incluye dentro del estudio económico ya que no se podrán conocer sus costos hasta el momento de su aplicación.

El período de estudio fue de tres (3) años por solicitud de la empresa PAVEMA GRÁFICA, C.A. y la inversión inicial se realiza completamente con capital de los socios, sin necesidad de financiamiento.

Primero se procedió a calcular la inversión inicial, luego los ingresos generados por dicha inversión y finalmente se estudian estas condiciones para dos (2) escenarios pesimista y optimista, los cuales serán explicados en detalle más adelante.

7.1 ELEMENTOS DEL ESTUDIO

7.1.1 INVERSIÓN INICIAL

Por medio de conversaciones con la alta de gerencia de la empresa PAVEMA GRÁFICA, C.A. se llegó a la conclusión que la inversión inicial para lograr las metas del Trabajo Especial de Grado sería completamente aporte de los socios, sin necesidad de financiamiento por parte de instituciones financieras. Esta inversión inicial comprende todas las maquinarias y mejoras que se deben realizar para aumentar la productividad en cada uno de los procesos estudiados. Esta inversión inicial asegura que se obtenga todo lo necesario para que se pueda realizar el proyecto SMED así como el de Estudio de Fallas. Como se mencionó anteriormente los costos de la metodología de implementación del plan de 5´S no se contemplan ya que sólo serán determinados al momento de su aplicación.

Todos los precios de las maquinarias y mejoras fueron obtenidos por medio de cotizaciones y por parte del departamento de compras de la empresa PAVEMA GRÁFICA, C.A.

La inversión inicial será realizada en el mes de Diciembre de 2008 y los trámites para obtención de equipos que se adquieran en el exterior serán realizados por medio de CADIVI con precio de dólar US$ 2,15 BsF y su equivalencia con el Euro de 3,11 BsF.

A continuación se presenta una tabla resumen la cual muestra la inversión inicial total necesaria en cada máquina. Esta tabla resumen deriva de los Anexos 32 *(Tabla detallada de la inversión en el área de impresión)* y 33 (Tabla detallada de la inversión en el área de laminación) los cuales reflejan en detalle la inversión.

Tabla 27 Resumen de la inversión en impresión y laminación. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A. Y COMEXI GROUP.

Área	Inversión (BsF)
Impresión	809060
Laminación	24350
Total de Inversión	**833410**

La inversión inicial total necesaria es de 833.410 Bs.F, como se muestra en la tabla anterior.

7.1.2 INGRESOS

En este estudio el no incurrir en una falla se consideró como ingreso ya que al eliminar la falla total o parcialmente (porcentaje de reducción de las fallas) se dedicaría ese tiempo a la producción. Se realizó el estudio de esta manera debido a que se poseen las fallas y su tiempo para el período Enero-Junio 2008, las cuales presentan un comportamiento relativamente constante, por lo que se multiplicó este tiempo total acumulado por dos (2) con el fin de obtener un pronóstico anual del tiempo de falla. Este tiempo solo se refiere a las fallas que serán resueltas por los planes desarrollados en este Trabajo Especial de Grado. Posteriormente este pronóstico anual se multiplicó por la ganancia por hora de cada una de las máquinas, las cuales dependen del escenario en estudio. Esta operación se realiza con el fin de determinar una aproximación a lo que podrían ser los ingresos.

A continuación se muestra la tabla resumen que indica dependiendo de la máquina el tiempo adicional para el 2008 dedicado a la producción. Esta tabla deriva de los Anexos 34 (Tabla detallada del tiempo adicional de producción por año de las impresoras FP-1808 y FS1500.) y 35 (Tabla detallada del tiempo adicional de producción por año de la laminadora SLC.) que son individuales para cada máquina, los cuales muestran la fallas, el tiempo de falla de Enero-Junio y el tiempo de falla anual pronosticado.

Tabla 28 Tiempo adicional de producción anual por máquina. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

Máquina	Tiempo adicional de producción por año (Hr)
Impresoras FP-1808 y FS-1500	1391,78
Laminadora SLC	418
Total	**1809,78**

Se puede observar que aproximadamente se dedicarían 84 días más a producir, en los que evidentemente se generarán ingresos los cuales dependerán de la ganancia de máquina por hora que a su vez depende el año y la inflación.

7.1.3 DEPRECIACIÓN:

La política de depreciación de la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. es a diez (10) años y se utiliza el método de depreciación de la línea recta.

A continuación se muestra la tabla resumen que indica la depreciación total de los equipos por máquina. Esta tabla se deriva del Anexo 36 (Tabla detallada de la depreciación por equipo por máquina).

Tabla 29 Depreciación anual correspondiente a todos los equipos de cada máquina. Fuente: Propia.

Máquina	Depreciación Total
FP-1808	33206,2
FS-1500	45622
SLC	1900
GENERALES	1120
TOTAL	**81848,2**

7.1.4 TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR)

La tasa mínima atractiva de retorno variará de acuerdo al escenario en estudio ya que depende directamente de la inflación promedio (índice de precio al consumidor) y será calculada con las fórmulas 3,4 y 5 dependiendo del escenario. Mediante conversaciones y entrevistas con la alta gerencia de la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. se decidió que el premio al riesgo debe ser de un mínimo de 10% para que la inversión sea viable.

7.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

Para este estudio económico se consideraron dos escenarios, uno optimista y uno pesimista, estos datos se obtuvieron de la organización Veneconomía que es una empresa dedicada al análisis de la economía nacional, la cual hace una proyección de los diferentes escenarios que podrían darse en el país. Actualmente se presentan dos (2) escenarios, los cuales son explicados a continuación:

7.2.1 ESCENARIO PESIMISTA:

Las condiciones del escenario pesimista se derivan de que no ocurra ningún cambio político en el país.

No hay cambios importantes en la política, continúan las nacionalizaciones de empresas, expropiaciones por consecuencia se genera una gran desconfianza en los inversionistas y una gran inestabilidad económica. Los pronósticos de inflación (Índice del precio al consumidor) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 30 Inflación de los próximos años. Fuente: Veneconomía.

Año	Inflación (%)
2009	45
2010	35
2011	30

7.2.1.1 Ingresos del escenario pesimista:

A continuación se presenta la tabla resumen donde se muestra la ganancia por hora por máquina afectada por la inflación respectiva, así como el ingreso anual por máquina y total.

Tabla 31 Ganancia por hora por máquina afectada por la inflación respectiva y el ingreso anual por máquina y total. Fuente: Veneconomía, PAVEMA GRÁFICA, C.A.

		Año 2008	Año 2009		Año 2010		Año 2011	
	Tiempo adicional de producción por año	Ganancia por hora por máquina	Ganancia por hora por máquina	Ingreso anual	Ganancia por hora por máquina	Ingreso anual	Ganancia por hora por máquina	Ingreso anual
Impresoras FP-1808 y FS-1500	1391,78	532	771,4	1073619,09	1041,39	1449385,77	1353,807	1884201,5
Laminadora SLC	418	180	261	109098	352,35	147282,3	458,055	191466,99
Total por año		**712**	**1032,4**	**1182717,09**	**1393,74**	**1596668,07**	**1811,862**	**2075668,5**

7.2.1.2 Tasa Mínima atractiva de retorno del escenario pesimista:

La Tasa Mínima atractiva de retorno del escenario pesimista se calculó como se indica en el marco teórico haciendo uso de las fórmulas 3,4 y 5, obteniéndose los siguientes resultados:

VP: un (1) BsF.

$$VF = 1 \times (1 + 0{,}45) \times (1 + 0{,}35) \times (1 + 0{,}30) = 2{,}55\ BsF. \quad \textbf{(4)}$$

$$1 \times (1 + i)^3 = 2{,}55 \quad \textbf{(3)}$$

Despejando de la ecuación anterior se obtiene una tasa de inflación promedio de:

$i = 36{,}6\%$

$$\boldsymbol{TMAR} = 0{,}366 + 0{,}1 + 0{,}366 \times 0{,}1 = \mathbf{0{,}503} \qquad \textbf{(5)}$$

7.2.1.3 Flujo de caja del escenario pesimista:

A continuación se presenta el flujo de caja para los próximos tres años del escenario pesimista.

Tabla 32 Flujo de caja del escenario pesimista. Fuente: Propia.

		Año		
		2009	2010	2011
Inversión	833410			
Ingresos		1182717,09	1596668,1	2075668,5
Depreciación		81848,2	81848,2	81848,2
Flujo de Caja	833410	1100868,89	1514819,9	1993820,3

7.2.1.4 Valor Presente Neto del escenario pesimista:

Se presenta el cálculo del valor presenta neto para el escenario pesimista:

$$VPN = -833410 + \frac{1100868,89}{(1+0,503)} + \frac{1514819,9}{(1+0,503)^2} + \frac{1993820,3}{(1+0,503)^3} = 1.156.837,16\ BsF. \quad \textbf{(6)}$$

Como se muestra en el cálculo anterior el valor presente neto es mayor que cero lo cual indica que la inversión es viable y se generarían ingresos mayores al 10% exigido por la alta gerencia.

7.2.1.5 Tasa Interna de Retorno del escenario pesimista:

Se presenta el cálculo de la tasa interna de retorno para el escenario pesimista:

$$0 = -833410 + \frac{1100868,89}{(1+TIR)} + \frac{1514819,9}{(1+TIR)^2} + \frac{1993820,3}{(1+TIR)^3} \quad \textbf{(7)}$$

$$TIR = 145\%$$

Se puede observar que la TIR es mayor que la TMAR, por lo cual se debería aceptar la inversión en un escenario pesimista.

7.2.2 ESCENARIO OPTIIMISTA:

Las condiciones del escenario optimista se derivan de que se genere un cambio político importante, el cual afiance la confianza de los inversionistas, de esta manera la inflación

no sería tan alta en comparación con el escenario pesimista y la economía tendería a estabilizarse. Los pronósticos de inflación (Índice del precio al consumidor) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 33 Inflación de los próximos años. Fuente: Veneconomía.

Año	Inflación (%)
2009	50
2010	25
2011	15

7.2.2.1 Ingresos del escenario optimista:

A continuación se presenta la tabla resumen donde se muestra la ganancia por hora por máquina afectada por la inflación respectiva, así como el ingreso anual por máquina y total.

Tabla 34 Ganancia por hora por máquina afectada por la inflación respectiva y el ingreso anual por máquina y total. Fuente: Veneconomía, PAVEMA GRÁFICA, C.A.

		Año 2008	Año 2009		Año 2010		Año 2011	
	Tiempo adicional de producción por año	Ganancia por hora por máquina	Ganancia por hora por máquina	Ingreso anual	Ganancia por hora por máquina	Ingreso anual	Ganancia por hora por máquina	Ingreso anual
Impresoras FP-1808 y FS-1500	1391,78	532	798	1110640,44	997,5	1388300,55	1147,125	1596545,633
Laminadora SLC	418	180	270	112860	337,5	141075	388,125	162236,25
Total por año		712	1068	1223500,44	1335	1529375,55	1535,25	1758781,883

7.2.2.2 Tasa Mínima atractiva de retorno del escenario optimista:

La Tasa Mínima atractiva de retorno del escenario optimista se calculó como se indica en el marco teórico haciendo uso de las fórmulas 3,4 y 5, obteniéndose los siguientes resultados:

VP: un (1) BsF.

$$VF = 1 \times (1 + 0{,}50) \times (1 + 0{,}25) \times (1 + 0{,}15) = 2{,}15\ BsF. \quad \textbf{(4)}$$

$$1 \times (1 + i)^3 = 2{,}15 \quad \textbf{(3)}$$

Despejando de la ecuación anterior se obtiene una tasa de inflación promedio de:
$i = 29{,}06\%$

$$\boldsymbol{TMAR} = 0{,}2906 + 0{,}1 + 0{,}2906 \times 0{,}1 = \mathbf{0{,}42} \quad \textbf{(5)}$$

7.2.2.3 Flujo de caja del escenario optimista:

A continuación se presenta el flujo de caja para los próximos tres años del escenario optimista.

Tabla 35 Flujo de caja del escenario optimista. Fuente: Propia.

		Año		
		2009	2010	2011
Inversión	833410			
Ingresos		1223500,44	1529375,55	1758781,88
Depreciación		81848,2	81848,2	81848,2
Flujo de Caja	833410	1141652,24	1447527,35	1676933,68

7.2.2.4 Valor Presente Neto del escenario optimista:

Se presenta el cálculo del valor presenta neto para el escenario optimista:

$$VPN = -833410 + \frac{1141652{,}24}{(1+0{,}42)} + \frac{1447527{,}35}{(1+0{,}42)^2} + \frac{1676933{,}68}{(1+0{,}42)^3} = 1.274.114{,}33\ BsF. \quad \textbf{(6)}$$

Como se muestra en el cálculo anterior el valor presente neto es mayor que cero lo cual indica que la inversión es viable y se generarían ingresos mayores al 10% exigido por la alta gerencia.

7.2.2.5 Tasa Interna de Retorno del escenario optimista:

Se presenta el cálculo de la tasa interna de retorno para el escenario optimista:

$$0 = -833410 + \frac{1141652{,}24}{(1+TIR)} + \frac{1447527{,}35}{(1+TIR)^2} + \frac{1676933{,}68}{(1+TIR)^3} \quad \textbf{(7)}$$

$$TIR = 143\ \%$$

Se puede observar que la TIR es mayor que la TMAR, por lo cual se debería aceptar la inversión en un escenario optimista.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

El Trabajo especial de grado presentado, permite arrojar las siguientes conclusiones:

- Al levantar la situación actual de los procesos de conversión en la empresa PAVEMA GRÁFICA C.A. se evidenció que las máquinas se encuentran trabajando por debajo de su capacidad y aproximadamente entre el 38 % y el 51 % que deberían dedicarse a la producción están paradas por fallas de mantenimiento, proceso o preparación de una nueva corrida. Además algunas de las máquinas s encuentran en estado crítico debido a que en mantenimientos correctivos anteriores se hicieron reemplazos de piezas incorrectamente.

- El proceso de conversión de empaques flexibles es un proceso sumamente complejo y diverso. Cada empaque tiene una serie de condiciones específicas como son el diseño de impresión, la materia prima a utilizar, los procesos por los que debe pasar, entre otros. Estas condiciones de procesamiento de cada producto fueron la causa de que el estudio se realizara por proceso y no por producto o ruta como se había planteado en un principio.

- El estudio por procesos mostró que los mayores tiempos de parada son generados por fallas de proceso, las cuales generalmente son consecuencia de un mal mantenimiento de la maquinaria. El segundo tiempo de parada más grande lo representa los tiempos de preparación ya que muchas veces no se poseen las herramientas ni las indicaciones necesarias para realizar las mismas.

- Al aplicar la metodología SMED se observó una disminución en los tiempos de preparación de un 46 % para el área de montaje, 30% para la impresora FP-1808, 22% para la impresora FS-1500 y 59% para la laminadora SLC. De aplicarse la

metodología esta notable reducción en los tiempos de preparación se convertiría en tiempo disponible para la producción generando mayores ingresos a la empresa.

- Para la realización del proyecto de 5´S es vital el compromiso de la alta Gerencia con el mismo, ya que no es suficiente con realizar ciertas capacitaciones, ordenar y limpiar, sino que se requiere un cambio en la cultura de los empleados, para ello se debe comenzar por un cambio en la cultura de la organización y de esta manera educar a los trabajadores. La participación de los trabajadores durante la implementación de la herramienta es la que determinará el éxito o fracaso del proyecto, ya que son ellos quienes llevarán a cabo cada uno de los pasos en su respectivo puesto de trabajo y también quienes mantendrán la herramienta viva dentro de la planta, serán los instructores de cada nuevo trabajador que ingrese a la empresa; con trabajadores conscientes de que el bienestar de la planta es el suyo se logrará una mejora continua tanto en la calidad como en la productividad.

- El mayor tiempo de paradas de producción se genera por fallas en los procesos. Se determinó que estas fallas muchas veces son generadas por problemas que tienen una solución simple, práctica y que en muchos casos no requiere de inversión. Todo esto se puso en evidencia al aplicar la metodología de estudio de fallas.

- Las herramientas Takt time, KANBAN y Poka Yoke no se aplicaron por considerarse innecesarias o porque no podían ser aplicadas debido a que primero se deberían implementar los planes desarrollados para que la empresa logre estar al nivel que se requiere para la aplicabilidad de las mismas.

- Con el fin de implementar las metodologías desarrolladas se debe realizar una inversión, la cual se estudió detalladamente en el **CAPÍTULO VII**. Donde se analizó el valor presente neto y la tasa interna de retorno para dos (2) escenarios uno pesimista y otro optimista donde:

- Escenario Pesimista: se obtuvo un valor presente neto de 1.156.837,16 *BsF*. y una tasa interna de retorno (TIR) de 145 %, que al compararla con la Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) de 50,3% se evidencia que la inversión es sumamente beneficiosa para la empresa.
- Escenario Optimista: se obtuvo un valor presente neto de 1.274.114,33 *BsF*. y una tasa interna de retorno (TIR) de 143 %, que al compararla con la Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) de 42% se evidencia que la inversión es sumamente beneficiosa para la empresa.

Dicho análisis económico permite asegurar que los planes de mejoras son viables, sumamente beneficiosos y se genera un retorno de la inversión mucho mayor al esperado en cualquiera de los escenarios.

8.2 RECOMENDACIONES

- Implementar los planes desarrollados en este trabajo especial de grado, los cuales aumentarán el tiempo disponible para la producción, disminuyendo el tiempo de paradas y aumentando la moral de los trabajadores.

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que garantice el buen funcionamiento de todos los equipos. Éste plan de mantenimiento debe diseñarse tomando en cuenta tanto los requerimientos de producción como los de mantenimiento, con el fin de asegurar el buen funcionamiento de las maquinarias. El estado de las maquinas influye directamente sobre sus capacidades de producción y tiempo de parada.

- Realizar capacitaciones periódicas de adiestramiento de los operadores en cada uno de los procesos, así como crear incentivos para que estos se sientan parte de la organización. Con estas capacitaciones se busca

conocer los problemas actuales de la planta, así como asegurar que los procedimientos se realicen correctamente.

- Mejorar los almacenes de producto en proceso para así contribuir al buen manejo del material. Esto es importante a que muchas veces las paradas se producen por defectos en el material ocasionados por mal manejo del mismo.

- Mejorar las condiciones de trabajo principalmente desde el punto de vista de iluminación y ventilación. Como se trabaja con solventes, tintas, adhesivos y otros materiales volátiles se debe asegurar el flujo del aire colocando ventiladores industriales. Las condiciones de iluminación no son buenas, se requiere mas luz en ciertas áreas de la planta, se recomienda colocar más lámparas que mejoren las condiciones de los trabajadores. Si los trabajadores se sienten cómodos su trabajo será más productivo.

- Estudiar la viabilidad de colocar un generador de energía eléctrica que garantice el suministro de energía a la planta, debido a que actualmente el suministro es deficiente por parte de la compañía responsable, lo cual ocasiona paradas de producción y estos tiempos son considerables, no por el tiempo en que no hay energía eléctrica sino por el tiempo necesario para reiniciar las máquinas y los desperdicios que se generan en dicho proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Perspectivas económicas, políticas y sociales de Venezuela. 2007. VenEconomía.
- VILLASEÑOR, Alberto y Galindo, Edber. Manual de Lean Manufacturing Guía Básica. Limosa. México, 2007.
- WOMACK, James y Jones, Daniel. Lean Thinking. Gestión 2000. España, 2005.
- http://www.sdpt.net/calidad/six_sigma.htm (10 junio de 2008)
- http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/kanban/default2.asp (15 de julio de 2008)
- http://www.ifsworld.com/es/news_events/what_others_say/lean.asp (8 de agosto de 2008)
- http://www.sisteplant.com/ServiciosyProductos/Servicios/LeanManufacturing.htm (10 de agosto de 2008)
- http://www.grupokaizen.com/mck/index.php (15 de agosto de 2008)
- http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/6sigma/default.asp (25 de agosto de 2008)
- http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/gksa/12.htm (30 de agosto de 2008)

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Layout actual de la planta. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A. 4

Anexo 2: Tiempo de producción y paradas por máquina período Enero-Mayo 2008. Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A. 5

Anexo 3: Porcentaje de tiempo de producción y paradas por máquina período Enero-Mayo 2008. Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A. 5

Anexo 4: Ruta 1. Fuente: Propia. 5

Anexo 6: Ruta 3. Fuente: Propia. 6

Anexo 7: Ruta 4. Fuente: Propia. 6

Anexo 8: Tabla de tiempos por actividad en Montaje. Fuente: Propia. 7

Anexo 9: Tabla de tiempo por actividad en Preimpresión. Fuente: Propia. 8

Anexo 10: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FP-1808. Fuente: Propia. 9

Anexo 11: Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FP-180. Fuente: Propia. 11

Anexo 12: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión. Fuente: Propia. 12

Anexo 13: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión. Fuente: Propia. 13

Anexo 14: Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de impresión en la impresora FP-1808. Fuente: Propia. 14

Anexo 15: Tabla de FALLAS generales de la impresora FP-1808. Fuente: Propia. 16

Anexo 16: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FS-1500. Fuente: Propia. 16

Anexo 17: Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FS-1500. Fuente: Propia. 18

Anexo 18: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión en la impresora FS-1500. Fuente: Propia. 19

Anexo 19: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión en la impresora FS-1500. Fuente: Propia. 20

Anexo 20: Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de impresión en la impresora FS-1500. Fuente: Propia. 21

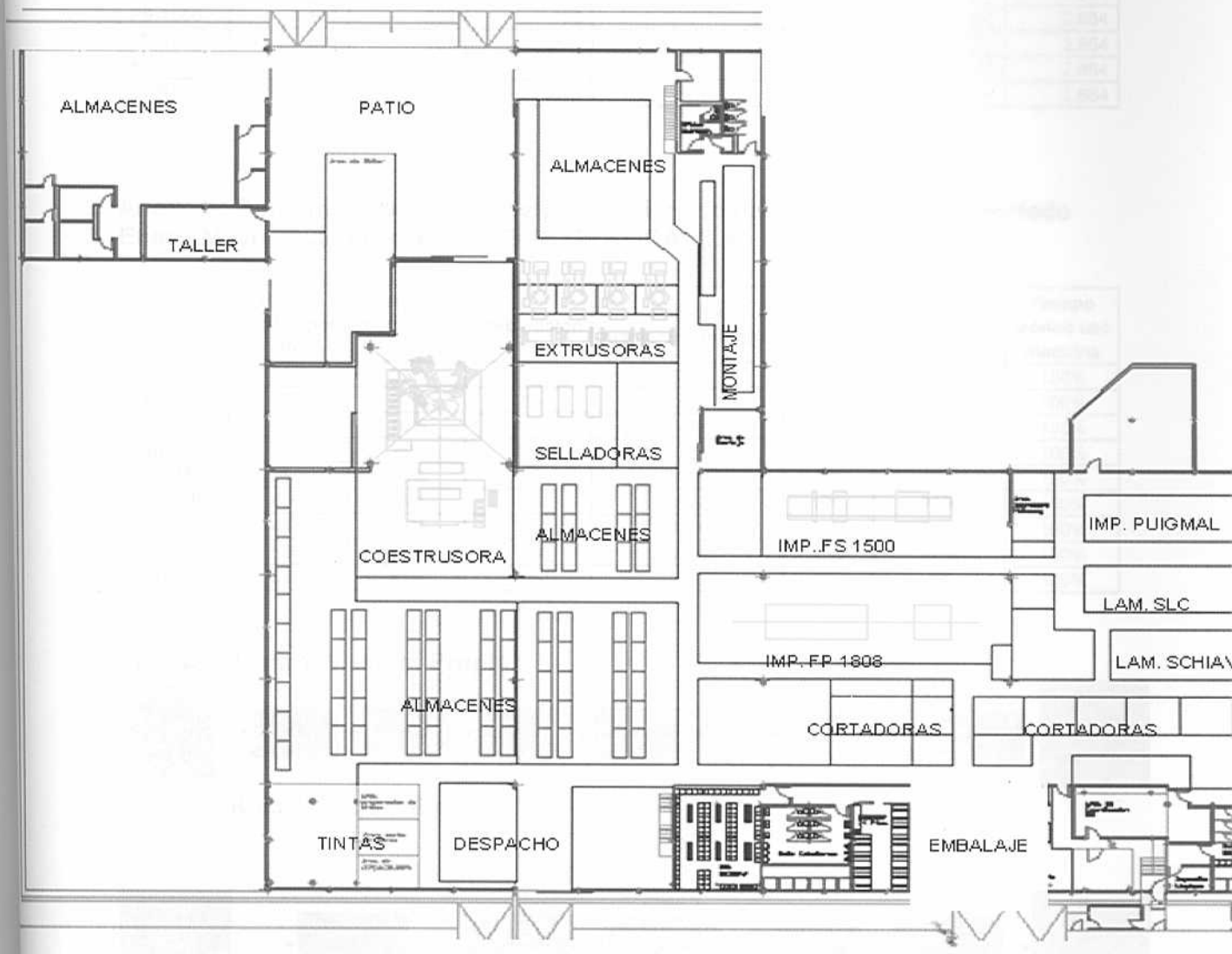
Anexo 21: Tabla de fallas generales de la impresora FS-1500. Fuente: Propia. 23

Anexo 22: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la Laminadora SLC. Fuente: Propia. 24

Anexo 23: Tabla de tiempos por actividad del proceso de laminación de la Laminadora SLC. Fuente: Propia. 27

Anexo 24: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión en la Laminadora SLC. Fuente: Propia. 28
Anexo 25: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión en la Laminadora SLC. Fuente: Propia. 29
Anexo 26: Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de laminación en la laminadora SLC. Fuente: Propia. 30
Anexo 27: Tabla de fallas generales del proceso de laminación. Fuente: Propia. 31
Anexo 28: Tabla de tiempos por actividad de la preparación del proceso de corte. Fuente: Propia. 33
Anexo 29: Tabla de tiempos por actividad del proceso de corte. Fuente: Propia. 34
Anexo 30: Tarjeta Roja. Fuente: Propia 35
Anexo 31: Tarjeta Amarilla. Fuente: propia 36
Anexo 32: Tabla detallada de la inversión en el área de impresión. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A. Y COMEXI GROUP. 37
Anexo 33: Tabla detallada de la inversión en el área de laminación. Fuente: PAVEMA GRÁFICA Y COMEXI GROUP. 37
Anexo 34: Tabla detallada del tiempo adicional de producción por año de las impresoras FP-1808 y FS1500. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A. 38
Anexo 35: Tabla detallada del tiempo adicional de producción por año de la laminadora SLC. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A. 39
Anexo 36: Tabla detallada de la depreciación por equipo por máquina. 40

Anexo 1: Layout actual de la planta. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.



Anexo 2: Tiempo de producción y paradas por máquina período Enero-Mayo 2008. Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A.

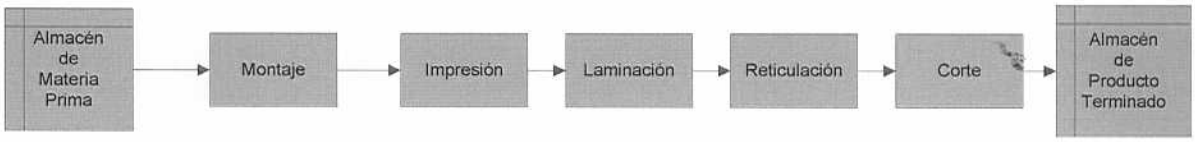
	Tiempo Producción (Hr)	Paradas producción (Hr)	Preparación (Hr)	Paradas mantenimiento (Hr)	Paradas fuerza mayor	Tiempo real uso maquina	Tiempo teórico uso maquina
COM-11	1.633	529	74	56	143	2.434	2.664
COM-12	1.290	382	41	47	130	1.890	2.664
COM-13	604	190	26	919	91	1.830	2.664
KMEC	1.322	547	68	38	141	2.116	2.664
PUIGMAL	171	42	11	39	-	263	2.664
FS-1500	1.124	288	158	91	222	1.883	2.664
FP-1808	904	467	262	194	205	2.032	2.664
SLC	1.057	355	204	324	103	2.043	2.664
SCHIAVI	7	6	1	-	-	14	2.664

Anexo 3: Porcentaje de tiempo de producción y paradas por máquina período Enero-Mayo 2008. Fuente: PAVEMA GRÁFICA, C.A.

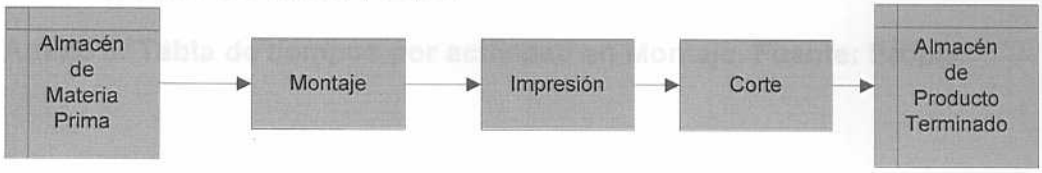
	Tiempo Producción (Hr)	Paradas producción (Hr)	Preparación (Hr)	Paradas mantenimiento (Hr)	Paradas fuerza mayor	Tiempo real uso maquina	Tiempo teórico uso maquina
COM-11	67%	22%	3%	2%	6%	91%	100%
COM-12	68%	20%	2%	2%	7%	71%	100%
COM-13	33%	10%	1%	50%	5%	69%	100%
KMEC	62%	26%	3%	2%	7%	79%	100%
PUIGMAL	65%	16%	4%	15%	0%	10%	100%
FS-1500	60%	15%	8%	5%	12%	71%	100%
FP-1808	44%	23%	13%	10%	10%	76%	100%
SLC	52%	17%	10%	16%	5%	77%	100%
SCHIAVI	51%	43%	6%	0%	0%	1%	100%

Anexo 4: Ruta 1. Fuente: Propia.

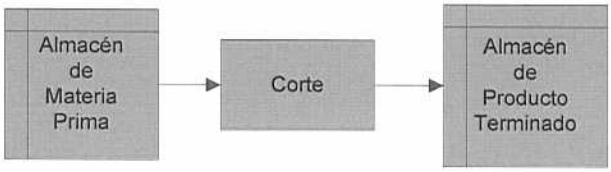
Anexo 5: Ruta 2. Fuente: Propia.



Anexo 6: Ruta 3. Fuente: Propia.



Anexo 7: Ruta 4. Fuente: Propia.



Anexo 10: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FP-1808. Fuente: Propia.

		Muestras				
Actividad	**Tiempo Promedio en minutos**	1	2	3	4	5
Apagar todos los mecanismos y unidades de la máquina	4,80	6	5	4	5	4
Limpiar Viscosímetro	27,80	30	25	28	27	29
Separar cámaras porta raclas y quitar tapas laterales	3,80	5	2	4	3	5
Desmontar y montar las camisas o mangas	5,40	7	6	5	5	4
Sacar tintas de los calderines y colocarlas en las cubetas e identificarlas	30,60	31	30	32	28	32
Desmontar rodillos Anilox	10,00	9	8	12	10	11
Limpiar rodillos anilox	57,00	56	62	53	55	57
Montar rodillos Anilox	10,00	14	8	9	10	9
Desmontar cámaras porta raclas y bandejas de tintas	8,00	7	9	7	9	8
Transportar raclas, mangueras, bandejas, calderines y bombas al taller de limpieza.	10,00	9	10	8	11	12
Montar cámara de porta raclas y bandejas de tintas	12,33	14	12	11	14	10
Montar bombas de tintas y conectar mangueras a las cámaras porta raclas, bombas y tinteros. Conectar mangueras de viscosímetro automático a las bombas de tintas.	14,00	12	14	16	13	16
Ajustar raclas y graduar el rodillo anilox	20,67	18	24	20	22	23
Suministrar tintas al calderin y encender las bombas	9,67	8	10	11	9	10
Montar bobina de cuadre de máquina	5,00	7	4	4	5	7
Realizar pase de material por rodillo guía, tambor central, túnel de secado, calandra de enfriamiento y sección de rebobinador en core	4,00	3	5	4	5	5
Limpiar tambor central y rodillos guías	11,00	11	12	10	13	9
Encender unidades, programar temperaturas, ajustar velocidades y presiones	29,00	25	28	34	31	30
Desmontar bobinas de preparación y montar bobina virgen	5,33	6	5	5	4	5
Alinear el material	2,33	1	2	4	3	2

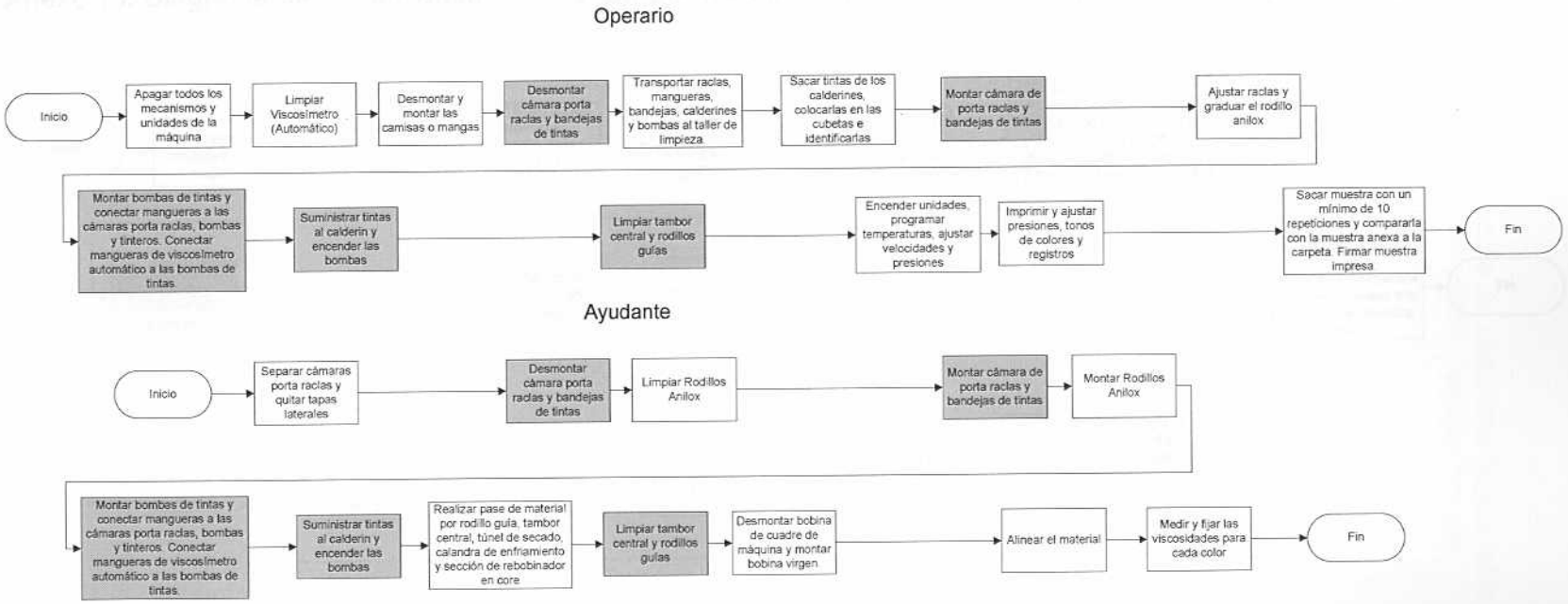
Continuación Anexo 10: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FP-1808. Fuente: Propia.

Imprimir y ajustar presiones, tonos de colores y registros	21,67	16	23	26	22	28
Medir y fijar las viscosidades para cada color	10,33	8	10	13	8	9
Sacar muestra con un mínimo de 10 repeticiones y compararla con la muestra anexa a la carpeta. Firmar muestra impresa.	7,67	9	6	8	6	9

Anexo 11: Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FP-180. Fuente: Propia.

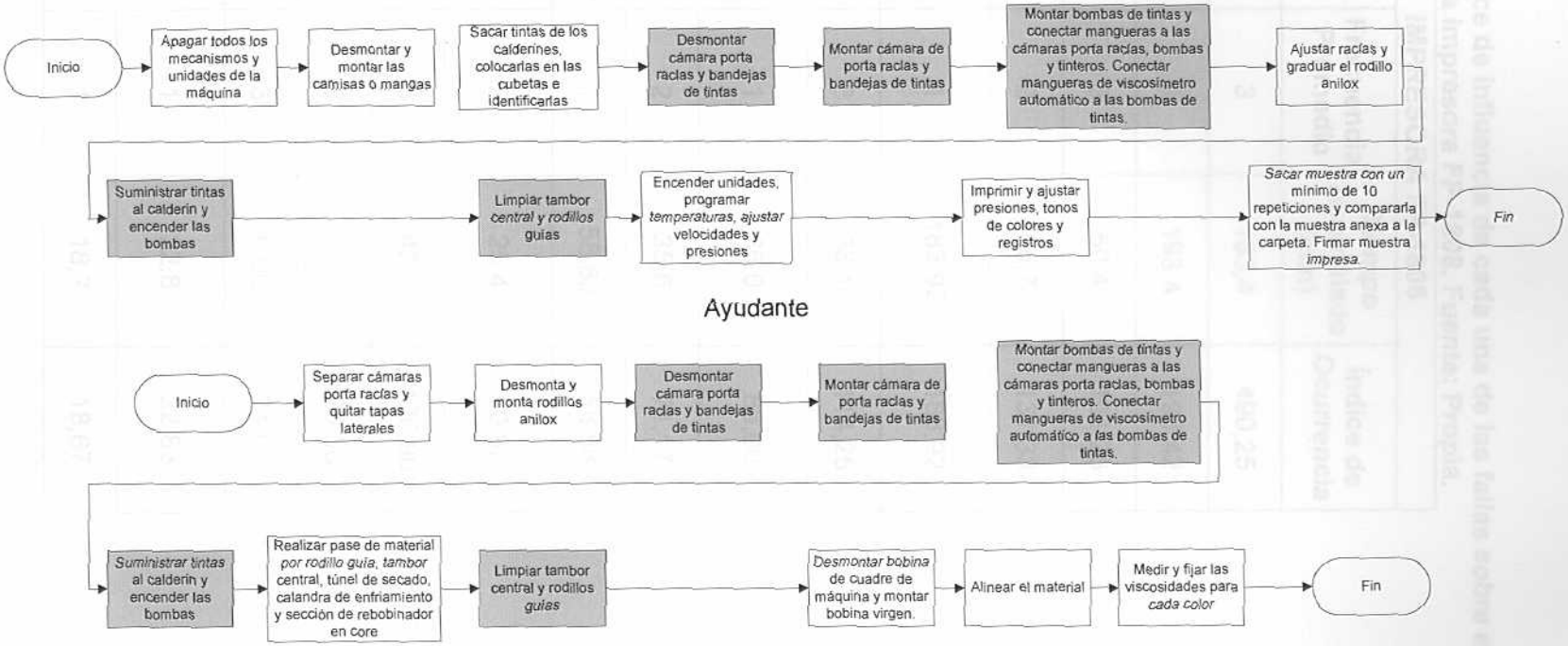
Proceso Productivo		Muestras									
Actividad	**Tiempo Promedio en minutos**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Parar la máquina	0,63	0,63	0,72	0,58	0,52	0,75	0,62	0,67	0,58	0,58	0,63
Desmontar bobina impresa	3,51	4	3	3,5	3,48	3	3,5	3,5	3,4	3,55	3,2
Pesar e identificar la bobina y colocarla en el almacén de producto en proceso	5,08	4,80	5,20	5,00	4,90	5,20	5,60	4,80	5,60	4,50	5,20
Colocar core en el rebobinador # 1	0,84	0,5	0,7	0,95	0,8	0,92	0,92	0,97	0,9	0,85	0,92
Colocar el material en el core	1,12	0,9	1,1	1,2	1,1	0,95	1,3	0,98	1,4	1,2	1,1
Encender unidades	0,75	0,50	0,90	0,75	0,80	0,65	0,50	0,60	0,85	0,90	1,00

Anexo 12: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión. Fuente: Propia.



Nota: las actividades en color amarillo deben ser realizadas por los dos operadores simultáneamente.

Anexo 13: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión. Fuente: Propia.



Nota: las actividades en color amarillo deben ser realizadas por los dos operadores simultáneamente

Anexo 14: Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de impresión en la impresora FP-1808. Fuente: Propia.

IMPRESORA FP-1808			
Falla	**Frecuencia Promedio**	**Tiempo Acumulado (min)**	**Índice de Ocurrencia**
Limpieza de Planchas	3	163,4	490,25
Falta de Materia Prima	1	193,4	193,42
Puntas Levantadas	3	50,4	151,25
Gomas Defectuosas	2	65,7	131,33
Falla de Unidades	1	183,92	183,92
Limpieza de Equipos	3	38,1	114,25
Falta de Programación	1	86,0	86,00
Montaje	2	35,6	71,17
Falla del chiller	1	58,83	58,83
Problemas de Registro	2	25,4	50,83
Limpieza de Anilox	3	42,3	126,90
Cambio de Raclas	3	9,8	29,50
Suplementar Planchas	3	8,00	24,00
Limpieza del Tambor Central	1	22,8	22,83
Falla eléctrica	1	18,7	18,67

Cambio de Tela	1	12,9	12,92
Problemas con Tintas	1	12,6	12,58
Rotura de material	1	8,3	8,25
Calibración de Raclas	1	5	5,25
Falla del compresor de aire	1	4,08	4,08
Falla del Viscosímetro automático	2	1,08	2,17
Falla de Racla	1	2	2,00
Bobina descalibrada	1	1,7	1,67
Cores Colapsados	1	1,2	1,20
Contaminación de Tintas	1	1,00	1,00
Falla mecánica anilox unidad # 8	1	1,00	1,00
Limpieza de la Campana unidad # 6	1	0,50	0,50

Anexo 15: Tabla de FALLAS generales de la impresora FP-1808. Fuente: Propia.

Falla	Causa	Consecuencia	Solución Propuesta
Falla del chiller	Falta de Mantenimiento	Parada de la producción y el operario debe de notificar al departamento de mantenimiento para que solvente la falla.	Diseñar un mantenimiento preventivo
Calibración de Raclas	Hojilla desnivelada	Bote de tinta	Diseñar un mantenimiento preventivo
Falla mecánica anilox unidad # 8	1.- Fuga de aire en las mangueras o en el sistema de rodamiento 2.- Anilox desviado o torcido. 3.- Tinta entre el anilox y el eje.	Parada de la producción para buscar la fuga de aire y tratar de retirar el anilox a la fuerza.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo al sistema hidráulico de la máquina. Reparar las desviaciones de los cilindros anilox. El operario debe cerciorarse antes de colocar los anilox que ni el eje ni el anilox posean tinta.

Anexo 16: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FS-1500. Fuente: Propia.

		Muestras				
Actividad	**Tiempo Promedio en minutos**	1	2	3	4	5
Apagar todos los mecanismos y unidades de la máquina	11	11	9	13	10	12
Apagar y limpiar Viscosímetro	16,8	16	15	18	16	19
Retirar bombas de las cubetas y sacar las cubetas de tintas e identificarlas	30,4	30	29	32	31	30
Desmontar las camisas o mangas	20,4	20	19	23	22	18
Preparar y montar camisas porta clise	20	22	17	21	22	18
Desmontar rodillos anilox	18	15	20	18	22	15
Limpiar rodillos anilox	54,4	50	58	53	55	56

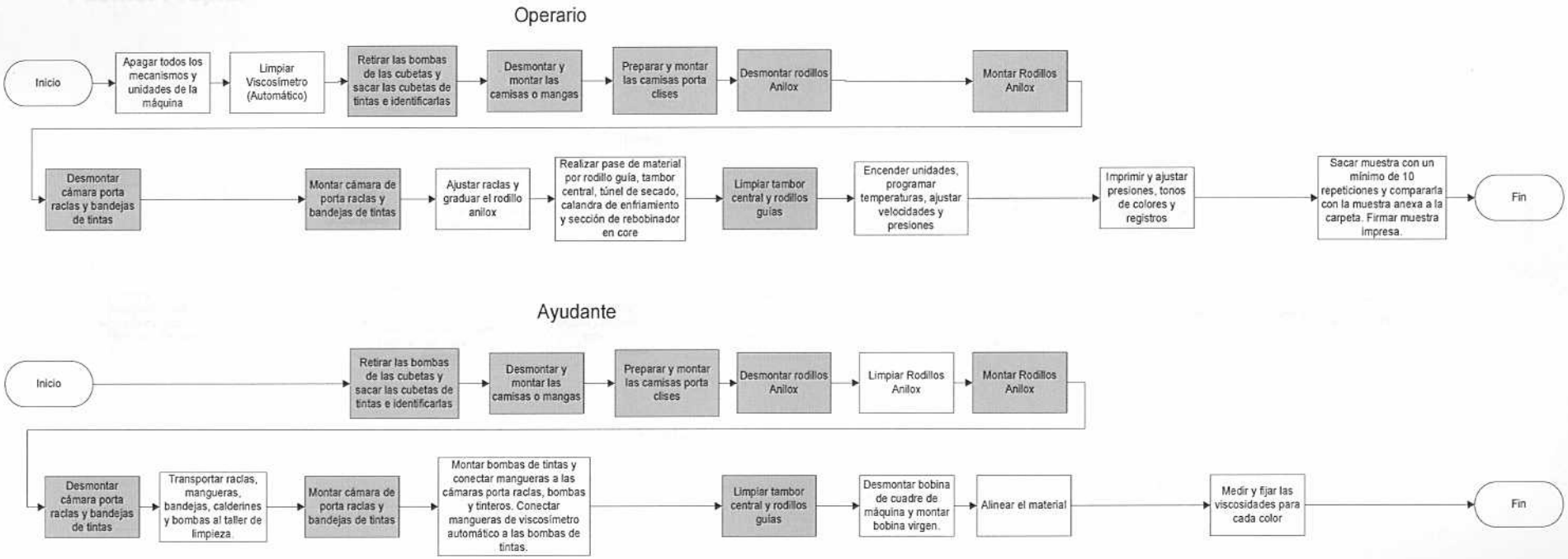
Continuación Anexo 16: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la impresora FS-1500. Fuente: Propia.

Montar rodillos anilox	15	14	15	16	16	14
Sacar cámara porta raclas y bandejas de tintas	15	14	16	14	15	16
Transportar cámaras porta raclas, bandejas y mangueras al taller de limpieza	11	12	10	13	12	8
Montar cámara de porta raclas y bandejas de tintas	18,2	20	16	18	19	18
Montar bombas de tintas y conectar mangueras a las cámaras porta raclas, bombas y tinteros. Conectar mangueras de viscosímetro automático a las bombas de tintas.	15,4	16	13	17	15	16
Ajustar raclas y graduar el rodillo anilox	13	10	16	14	13	12
Montar bobina de cuadre de máquina	4,8	5	4	5	6	4
Realizar pase de material por rodillo guía, tambor central, túnel de secado, calandra de enfriamiento y sección de rebobinador en core	4,6	5	4	5	5	4
Limpiar tambor central y rodillos guías	13,8	15	12	14	13	15
Encender unidades, programar temperaturas, ajustar velocidades y presiones	33	35	34	30	32	34
Desmontar bobinas de preparación y montar bobina virgen	5,2	5	5	5	6	5
Imprimir y ajustar presiones, tonos de colores y registros	31,4	35	32	28	29	33
Alinear el material	4,4	5	4	4	5	4
Medir y fijar las viscosidades para cada color	11,6	13	12	10	12	11
Sacar muestra con un mínimo de 10 repeticiones y compararla con la muestra anexa a la carpeta. Firmar muestra impresa.	7,4	8	6	8	7	8

Anexo 17: Tabla de tiempos por actividad del proceso de impresión de la impresora FS-1500. Fuente: Propia.

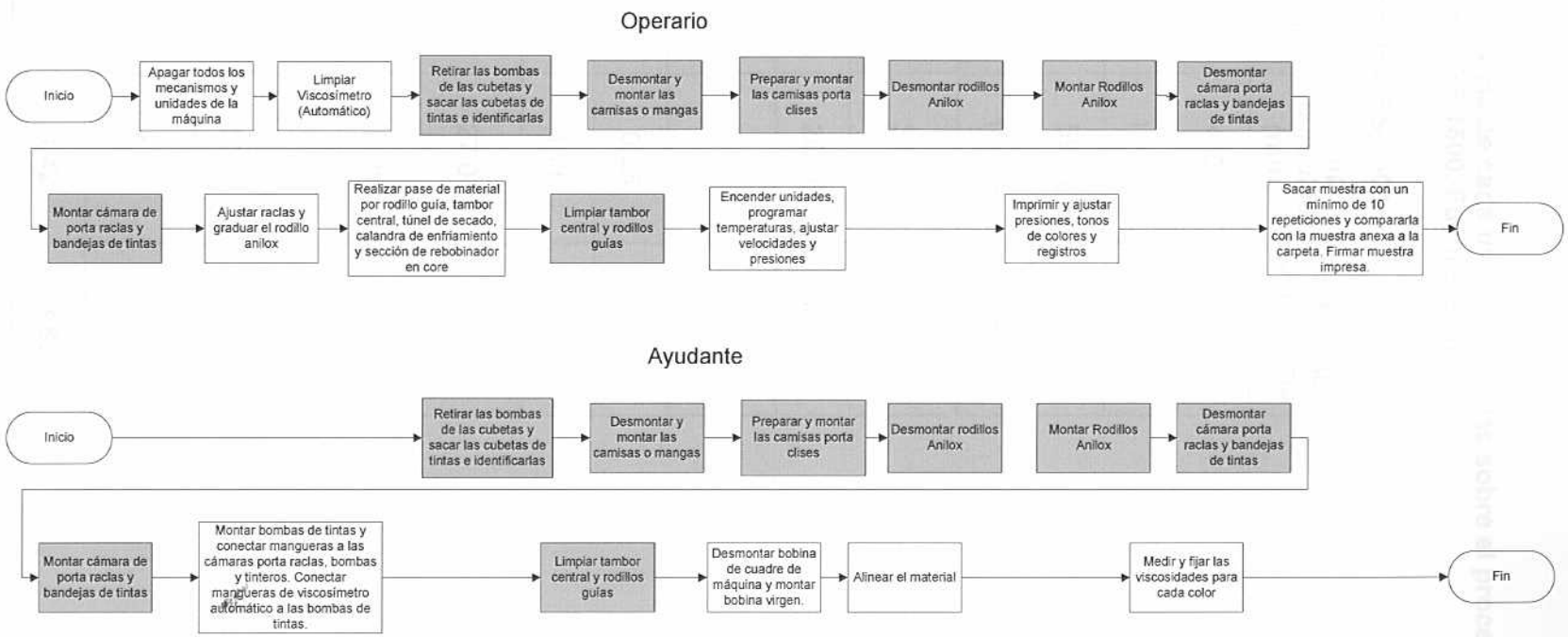
Proceso Productivo		Muestras									
Actividad	**Tiempo Promedio en minutos**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Parar la máquina	0,75	0,85	0,90	0,55	0,60	0,75	0,72	0,85	0,95	0,85	0,50
Pesar e identificar la bobina y colocarla en el almacén de producto en proceso	3,73	3	3,5	4	4,5	4	4	3,6	3,7	3,5	3,5
Colocar core en el rebobinador # 1	1,5	1,2	2,1	1,1	0,9	1	1,8	2,1	1,3	1,3	2,2
Colocar el material en el core	1,3	0,9	2	1,9	1,7	2,1	0,7	0,7	0,9	0,7	1,4
Empatar bobina del desbobinador # 2 con el material en proceso	0,8	0,5	1,1	0,7	0,8	1	1,1	0,75	0,6	0,5	0,9
Encender unidades	0,75	0,7	0,75	0,85	0,72	0,95	0,85	0,6	0,55	0,65	0,9

Anexo 18: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión en la impresora FS-1500. Fuente: Propia.



Nota: las actividades en color amarillo deben ser realizadas por los dos operadores simultáneamente.

Anexo 19: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión en la impresora FS-1500. Fuente: Propia.



Nota: las actividades en color amarillo deben ser realizadas por los dos operadores simultáneamen

Anexo 20: Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de impresión en la impresora FS-1500. Fuente: Propia.

IMPRESORA FS-1500			
Falla	**Frecuencia Promedio**	**Tiempo Acumulado (min)**	**Índice de Ocurrencia**
Falta de Materia Prima	1	489,5	489,50
Limpieza de Planchas	3	116,75	350,25
Limpieza de Equipos	3	59,92	179,75
Falta de Programación	1	155,75	155,75
Limpieza y Cambio de Anilox	3	33,50	100,50
Puntas Levantadas	3	28,50	85,50
Limpieza y Cambio de Raclas	3	17,17	51,50
Cores Colapsados	1	0,25	0,25
Falla eléctrica	2	18,8	37,50
Limpieza del Tambor Central	1	27,08	27,08
Suplementar Planchas	3	8,08	24,25
Montaje	2	9,42	18,83
Problemas con Tintas	1	10,00	10,00
Gomas Defectuosas	2	4,83	9,67
Problemas de Registro	2	4,42	8,83

Rotura de material	1	5,42	5,42
Cambio de Tela	1	3,17	3,17
Limpieza de Rodillos Guía	1	4,00	4,00
Bobinas con fallas	1	1,17	1,17
Falta de Personal	1	7,00	7,00
Falla del chiller	1	14,50	14,50
Falta de Rodamiento (Eje porta clises)	1	8,00	8,00
Falla Manguera Hidráulica	2	9,92	19,84
Falla del Motor Central hidráulico	1	38,33	38,33
Anilox Trancado	1	0,50	0,50
Falla del Motor Principal	1	4,58	4,58
Falla de la bomba	2	4,58	9,16
Falla Mecánica (Tornillos aislado Punta anilox)	1	1,00	1,00

Falla Mecánica (Tornillos aislados Rebobinador # 1)	2	1,00	2,00
Fallas rebobinador # 1	2	32,92	65,84
Armando Anilox	1	7,83	7,83

Anexo 21: Tabla de fallas generales de la impresora FS-1500. Fuente: Propia.

Falla	Causa	Consecuencia	Solución Propuesta
Limpieza de Rodillos Guía	Constante pase de material genera residuos de tinta	Genera una mancha en el material por lo que se debe parar la producción para limpiar los rodillos guías	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que se realice con frecuencia.
Falla del chiller	Falta de Mantenimiento	Parada de la producción y el operario debe de notificar al departamento de mantenimiento para que solvente la falla.	Diseñar un mantenimiento preventivo
Falta de Rodamiento (Eje porta clises)	Falta de Mantenimiento	Parada de Producción.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.
Falla del Motor Central hidráulico	Falta de Mantenimiento	Parada de Producción.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.

Falla del Motor Principal	Falta de Mantenimiento.	Parada de la máquina ya que el motor principal es el que mueve el tambor central.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.
Falla Mecánica (Tornillos aislado Punta anilox)	Falta de mantenimiento	Mala impresión.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.
Falla Mecánica (Tornillos aislados Rebobinador # 1)	Falta de manteniemiento	Parada de la producción y se procede a realizar un cambio de tornillos.	Diseñar un plan de mantenimiento.
Anilox Trancado	1.- Fuga de aire. 2.- Anilox desviado o torcido. 3.- Tinta entre el anilox y el eje.	Parada de la producción para buscar la fuga de aire y tratar de retirar el anilox a la fuerza.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo al sistema hidráulico de la máquina. Reparar las desviaciones de los cilindros anilox. El operario debe cersiorarse antes de colocar los anilox que ni el eje ni el anilox posean tinta.

Anexo 22: Tabla de tiempos por actividad de la preparación de la Laminadora SLC. Fuente: Propia.

		Muestras									
Actividad	**Tiempo Promedio (minutos)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Desmonta Bobina del Desbobinador #2 y coloca la nueva	**2**	3	3	3	2	3	3	1	3	1	2
Empata bobina del desbobinador #2 con corrida anterior para evitar el pase de material	**2**	3	1	1	2	2	2	2	2	1	2

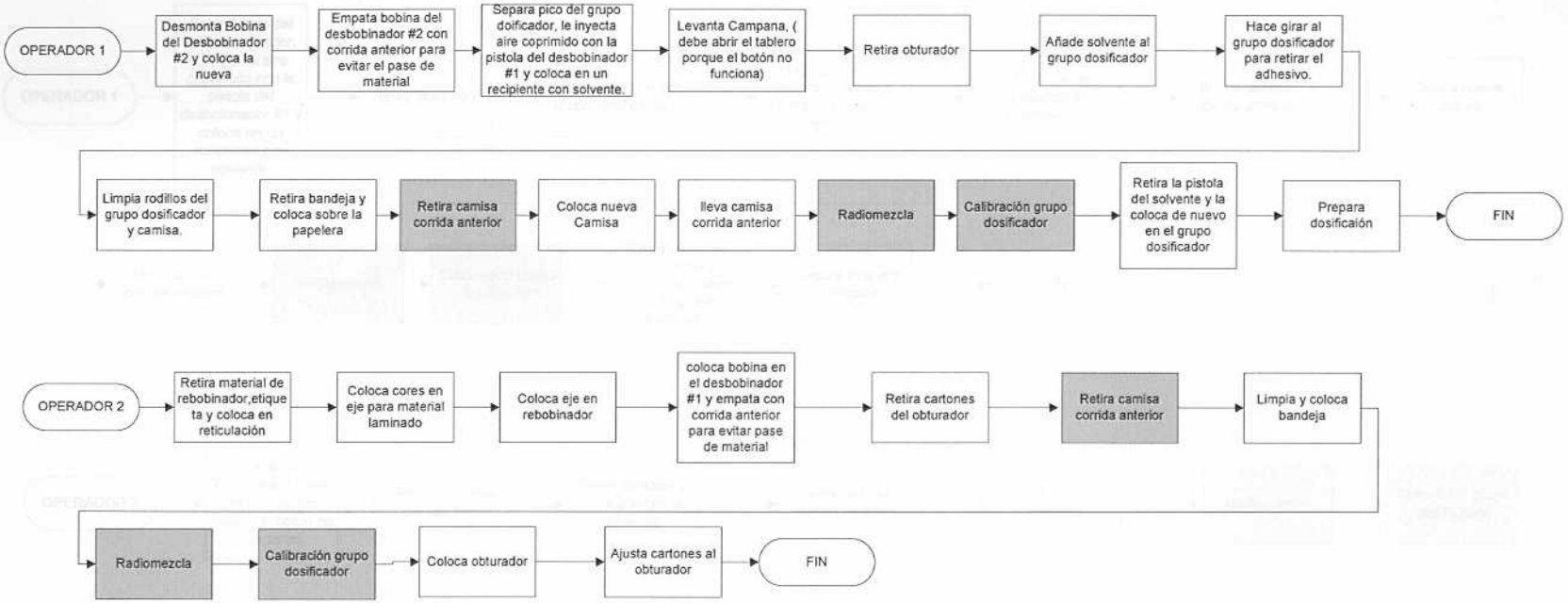
Separa pico del grupo doificador, le inyecta aire coprimido con la pistola del desbobinador #1 y coloca en un recipiente con solvente.	**2**	1	3	2	1	2	2	1	2	3	3
Levanta Campana, (debe arir el tablero porque el botón no funciona)	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Busca Bobina para ser colocada en desbobinador #1	**2**	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1
coloca bobina y empata con corrida anterior para evitar pase de material	**2**	1	2	2	3	3	1	2	2	3	1
Retira obturador y añade solvente al grupo dosificador	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hace girar al grupo dosificador para retirar el adhesivo.	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Busca herramientas para limpiar grupo dosificador	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpia rodillos del grupo dosificado y camisa.	**10**	9	8	11	12	10	12	12	7	12	8
Retira bandeja y coloca sobre la papelera	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Busca camisa nueva	**4**	5	5	5	3	4	2	3	2	4	4
Retirar camisa corrida anterior	**2**	2	3	2	1	1	1	3	1	2	3
Coloca nueva Camisa	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Limpia y coloca bandeja	**2**	2	2	2	1	1	2	1	3	1	3
lleva camisa corrida anterior	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Radiomezcla	**4**	4	5	4	3	5	4	3	2	5	5
Calibración grupo dosificador	**14**	13	11	10	12	15	16	20	19	12	14
Retira cartones del obturador	**3**	5	3	3	1	4	3	4	5	3	3
Busca material para realizar nuevos cartones	**5**	5	5	4	5	5	6	4	4	5	5
Retira material de rebobinador,etiqueta y coloca en reticulación	**5**	2	6	6	5	4	5	5	7	2	6
Coloca cores en eje para material laminado	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Colocar eje en rebobinador	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Coloca obturador	**4**	3	4	3	5	2	5	5	4	3	3
Prepara Cartones	**50**	40	60	47	59	43	45	45	46	59	60
Ajusta cartones al obturador	**9**	10	8	8	9	9	10	10	10	8	8
Retira la pistola del solvente y la coloca de nuevo en el grupo dosificador	**3**	4	3	4	2	4	2	4	2	5	2
Prepara dosificaión	**2**	2	1	1	2	3	3	3	1	3	1

Anexo 23: Tabla de tiempos por actividad del proceso de laminación de la Laminadora SLC. Fuente: Propia.

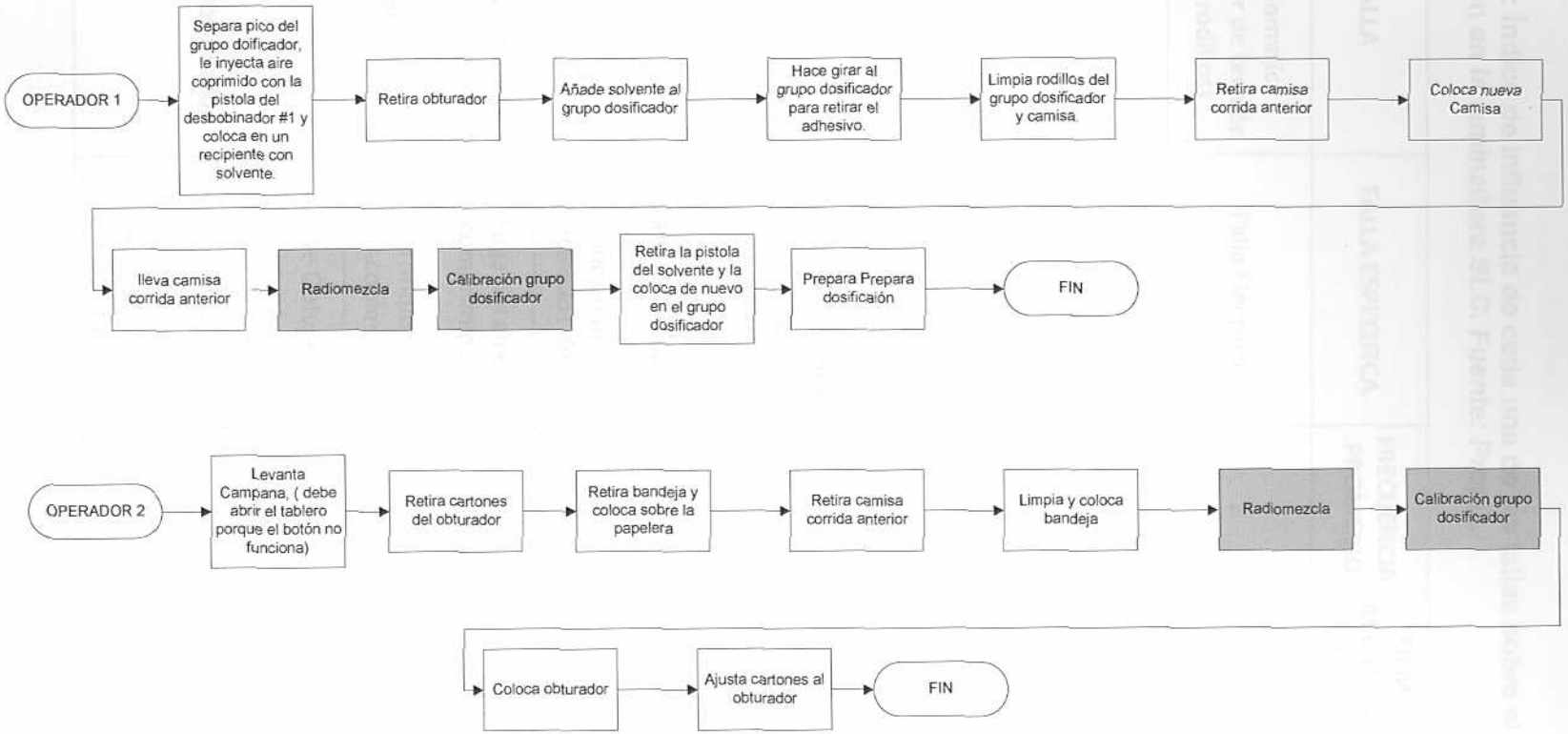
Actividad	Tiempo Promedio (minutos)	Muestras																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Comienza a correr el material	10	10	12	8	9	12	8	10	9	9	11	11	9	11	9	9	10	12	10	10	10
Aumenta la velocidad de la máquina y coloca "bandera"	2	2	2	3	2	1	3	3	1	1	3	1	1	2	3	2	2	3	2	3	3
Para máquina, toma muestras de calidad	3	4	3	3	4	5	2	3	3	4	2	2	2	4	2	2	3	3	2	2	4
Proceso de laminación	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Para la máquina	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2
Desmonta bobina anterior	2	1	1	3	1	3	1	1	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3
Monta bobina nueva	2	2	3	1	2	2	3	2	3	2	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	3
Realiza empate	2	1	2	1	3	1	3	1	1	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	2	1
Sigue corriendo el material	4	2	6	6	3	4	4	3	7	7	4	5	3	3	5	5	2	2	4	5	3
Para la máquina	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
Desmonta bobina laminada anterior	3	3	4	4	2	2	4	4	3	3	2	3	4	4	5	5	3	2	2	4	4
Identifica Bobina y coloca en Reticulación	4	2	3	2	3	5	4	2	5	2	5	3	4	2	3	5	5	4	3	5	5
Desmonta bobina impresa anterior	4	4	5	5	2	2	2	5	2	4	4	5	5	4	5	5	3	3	5	3	2
Monta bobina impresa nueva	3	2	5	5	3	3	2	3	2	2	3	3	2	4	4	4	2	4	4	3	4
Realiza empate	4	4	4	2	2	4	4	3	5	3	4	5	4	2	5	3	4	4	5	4	4
Monta eje con nuevo Core en rebobinador	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1
Realiza empate	2	2	1	2	2	1	3	3	3	1	2	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3
Sigue corriendo el material	4	6	2	4	3	6	2	6	5	4	4	2	7	2	4	3	2	5	7	3	3

Anexo 24: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED sin inversión en la Laminadora SLC. Fuente: Propia.



Nota: las actividades en color amarillo deben ser realizadas por los dos operadores simultáneamente.

Anexo 25: Diagrama de las actividades a realizar por los operarios del SMED con inversión en la Laminadora SLC. Fuente: Propia.



Nota: las actividades en color amarillo deben ser realizadas por los dos operadores simultáneamente.

Anexo 26: Índice de influencia de cada una de las fallas sobre el proceso de laminación en la laminadora SLC. Fuente: Propia.

FALLA	FALLA ESPECIFICA	FRECUENCIA PROMEDIO	TIEMPO ACUMULADO (MIN)	FACTOR DE OCURRENCIA
Tensiomatic (calibrador de tensión de los rodillos)	Falla Eléctrica	2	1.694	3388
Grupo Desbobinador	Falla mecánica, se rompre el apoyo	1	355	355
	FIFE (lector de alineacion de la bobina virgen con respecto a la impresa)	1	40	40
	Montaje de bobina Madre (virgen e impresa)	3	17976	53928
	Gato Hidráulico	1	240	240
Tratador de Corona	Funcionan 2 electrodos de 3	3	3160	9480
Piñas Neumáticas (fijadores de cores)	Fuga del aire comprimido	3	70	210
Rebobinador	Ejes.Trinquetes y Acoples.	2	475	950
Grupo Dosificador	Ajuste Obturador	3	955	2865
	Rodillo Cromado	2	2808	5616
	Tambores contenedores de adhesivo y catalizadores	2	260	520

Materia Prima	Ruptura del Material	3	1382	4146
	Falta de Material en proceso	2	16037	32074
	Core	1	120	120
	Pruebas de Adhesivo	2	330	660
Personal	Falta de Personal	1	1540	1540
Recursos	Falla Eléctrica	2	820	1640
	Falta de Carruchas	3	68	204

Anexo 27: Tabla de fallas generales del proceso de laminación. Fuente: Propia.

FALLA	FALLA ESPECÍFICA	CAUSA	CONSECUENCIA	SOLUCIÓN PROPUESTA
Desbobinador	*Acople trancado*	Falta de *mantenimiento* y desgaste	La perilla se rompe regularmente por el exceso de presión que el operador debe de realizar cuando esta trancada.	*Limpieza y revisión.*
	Falta Tapa protectora	Se retiro para realizar mantenimiento y no se le volvió a colocar	Problema de seguridad industrial que puede ocasionar un accidente irreversible al operador.	Colocar una tapa protectora adecuada que garantice la seguridad del operador.
Rebobinador	El rebobinador #2 no está en funcionamiento.	No se le ha hecho el mantenimiento correctivo.	El operador debe utilizar más tiempo del estipulado para realizar el cambio de bobina laminada.	El departamento de mantenimiento debe de reparar el rebobinador #2.
	Brazo presor cortante	*No se encuentra* en funcionamiento	Mayor tiempo entre cambio de la bobina laminada a la que se va a empezar a laminar.	Reparar el brazo presor cortante.

	Manguera Hidráulica	Fugas Aceite	Paradas de Máquina	Mantenimiento general.
	Campana (extractor de vapores)	No está en funcionamiento	Concentración de vapores del adhesivo y del catalizador que afectan la salud de operador.	Reparar y realizarle un mantenimiento preventivo adecuado para evitar daños futuros.
Grupo Dosificador	No dosifica correctamente	Falta de mantenimiento específicamente en las bombas.	Las bombas se tapan porque no se limpian adecuadamente.	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la limpieza de las bombas.
	No calibra los rodillos correctamente	No se le realiza mantenimiento preventivo, ocasionando la ruptura de uno de los resortes.	El operador debe utilizar más tiempo del estipulado para realizar la calibración del grupo dosificador.	Realizar el mantenimiento preventivo adecuado.
Tablero	Botón pulsador rodillo aplicador	Bombillo indicador dejo de funcionar	El operador no distingue si el grupo dosificador está trabajando adecuadamente.	Mantenimiento general del tablero.
	Perilla del grupo laminador	Falta de mantenimiento	La pieza se aisló dejando de funcionar correctamente.	

Anexo 30: Tarjeta Roja. Fuente: Propia

Tarjeta Roja

NOMBRE DEL ARTICULO		FOLIO N°
CATEGORIA	1. Maquinaria 2. Accesorios y herramientas 3. Instrumental de Medición 4. Materia Prima. 5. Refacción	6. Inventario en Proceso 7. Producto Terminado 8. Equipo de Oficina 9. Librería y papelería 10. Limpieza o pesticidas
FECHA	LOCALIZACIÓN	
CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	
RAZÓN	1. No se necesitan 2. Defectuoso 3. No se necesita pronto 4. Material de desperdicio 5. Uso desconocido	6. Contaminante 7. Otro _____ _____
Consideraciones especiales de almacenaje		
☐ Ventilación especial ☐ Frágil ☐ Explosivo	☐ En camas de _____ ☐ Máxima altura _____ cajas ☐ Ambiente a _____ °C	
ELABORADA POR	Departamento o sección	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar 2. Vender 3. Otros 4. Mover áreas de tarjetas rojas 5. Mover otro almacén 6. Regresar proveedor int o ext	Desecho completo Firma autorizada(s)
FECHA DE DESECHO	Firma de autorización Vender o tirar	FECHA DE DESPACHO

Anexo 31: Tarjeta Amarilla. Fuente: propia

Tarjeta Amarilla		
AREA.		FOLIO N°
CATEGORIA	1. Agua 2. Aire 3. Aceite 4. Polvo 5. Pasta o esmalte	6. Material-Producto 7. Mal funcionamiento de equipo 8. Condición de las instalaciones 9. Acciones del personal
FECHA	LOCALIZACIÓN	
DESCRIPCION DEL PROBLEMA:		
SOLUCIONES		
ACCIÓN CORRECTIVA IMPLEMENTADA:		
SOLUCIÓN DEFINITIVA PROPUESTA:		
ELABORADO POR:		

Anexo 32: Tabla detallada de la inversión en el área de impresión. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A. Y COMEXI GROUP.

	IMPRESIÓN				
	Artículo	**Precio Unitario (Euro)**	**Precio Unitario (BsF)**	**Cantidad**	**Total**
FP-1808	Reparación rebobinador y calibración de la unidad # 3	100	311	48	14928
	Anilox	2100	6531	4	26124
	Raclas	1400	4354	2	8708
	Viscosímetro unidad # 7		8.000	1	8000
	Sistema Self-cleaning	93.000	289230	1	289230
FS-1500	Anilox	2100	6531	4	26124
	Bandejas		1080	2	2160
	Bombas	950	2954,5	4	11818
	Raclas	1400	4354	2	8708
	Sistema Self-cleaning	131.000	407410	1	407410
GENERAL	Bandeja de Limpieza		3.000	1	3000
	Carruchas		2.850	1	2850
	INVERSIÓN TOTAL IMPRESIÓN				**809060**

Anexo 33: Tabla detallada de la inversión en el área de laminación. Fuente: PAVEMA GRÁFICA Y COMEXI GROUP.

	LAMINACIÓN			
	Artículo	**Precio Unitario (BsF.)**	**Cantidad**	**Total**
SLC	Gato Hidráulico	2700	2	5400
	Potenciómetro	300	2	600
	Kit Obturador	3000	2	6000
	Reparación Tratador de Corona	7000	1	7000
Generales	Carrucha	2850	1	2850
	Estantería para organizar Camisas	2500	1	2500
	TOTAL INVERSIÓN LAMINACIÓN			**24350**

Anexo 34: Tabla detallada del tiempo adicional de producción por año de las impresoras FP-1808 y FS1500. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

Falla	Tiempo Acumulado en el período Enero-Junio 2008 (Hr)	Porcentaje de reducción	Tiempo reducido en el período Enero-Junio 2008 (Hr)	Tiempo adicional de producción por año (Hr)
Puntas Levantadas	79	100	79	158
Mal Montaje	45	100	45	90
Problemas de Registro	280,17	100	280,17	560,34
Gomas defectuosas	70,5	100	70,5	141
Suplementar Planchas	16,08	100	16,08	32,16
Cambio de Tela	16,1	100	16,1	32,2
Limpieza de anilox	75,8	100	75,8	151,6
Limpieza de equipos	98	100	98	196
Falla de las diferentes bombas de la impresora FS-1500	4,6	100	4,6	9,2
Rotura de Material	13,7	70	9,59	19,18
Cores Colapsados	1,5	70	1,05	2,1
Total anual				**1391,78**

Anexo 35: Tabla detallada del tiempo adicional de producción por año de la laminadora SLC. Fuente: PAVEMA GRÁFICA C.A.

LAMINADORA SLC (ENERO-JUNIO 2008)				
Falla	**Tiempo acumulado (hr)**	**% de reducción del tiempo**	**Tiempo real de reducción (Hr)**	**Tiempo adicional de producción por año (Hr)**
Tensiomatic (calibrador de tensión de los rodillos)	28	100	28	56
Montaje de bobina Madre (virgen e impresa)	300	30	90	180
Gato Hidráulico	4	100	4	8
Tratador de Corona	53	100	53	105
Ajuste Obturador	16	100	16	32
Ruptura del Material	23	70	16	32
Core	2	70	1	3
Falta de Carruchas	1	100	1	2
TOTAL				419

Anexo 36: Tabla detallada de la depreciación por equipo por máquina.

	Artículo	Precio Unitario (BsF.)	Cantidad	Depreciación unitaria	Depreciación Total
FP-1808	Anilox	6531	4	653,1	2612,4
	Raclas	4354	2	435,4	870,8
	Viscosímetro unidad # 7	8.000	1	800	800
	Sistema Self-cleaning	289230	1	28923	28923
FS-1500	Anilox	6531	4	653,1	2612,4
	Bandejas	1080	2	108	216
	Bombas	2954,5	4	295,45	1181,8
	Raclas	4354	2	435,4	870,8
	Sistema Self-cleaning	407410	1	40741	40741
GENERAL	Bandeja de Limpieza	3.000	1	300	300
	Carruchas	2.850	1	285	285
SLC	Gato Hidráulico	2700	2	270	540
	Potenciómetro	300	2	30	60
	Kit Obturador	3000	2	300	600
	Reparación Tratador de Corona	7000	1	700	700
Generales	Carrucha	2850	1	285	285
	Estantería para organizar Camisas	2500	1	250	250
DEPRECIACIÓN TOTAL					81848,2