

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES COHORTE 2021

Tema: “MODELO DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN EN DERIVADOS DE CARTÓN”

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de cuarto Nivel de Magister en Producción y Operaciones Industriales.

Autor: Ing. Patricio Daniel Vargas Flores

Director: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero Mg.

Ambato-Ecuador
2023

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por la Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Magíster, e integrado por los señores: Ingeniera Jéssica Paola López Arboleda, Magister. y el Ingeniero César Aníbal Rosero Mantilla, Magister., designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: : “Modelo de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta para optimizar el proceso de producción en una empresa de fabricación en derivados de cartón”, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Patricio Daniel Vargas Flores , para optar por el Grado Académico de Magíster en Producción y Operaciones Industriales; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. Jéssica Paola López Arboleda, Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

Ing. César Aníbal Rosero Mantilla, Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “Modelo de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta para optimizar el proceso de producción en una empresa de fabricación en derivados de cartón”, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Patricio Daniel Vargas Flores, Autor bajo la Dirección de la Ingeniera Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Magister, Directora del Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Patricio Daniel Vargas Flores

CC: 180439416-9

AUTOR

Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero, Mg.

CC:180440372-1

DIRECTORA

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Patricio Daniel Vargas Flores
C.C. 180439416-9

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.....	ii
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Introducción	17
1.2. Justificación	19
1.3. Objetivo.....	20
1.3.1. General.....	20
1.3.2. Específicos	20
CAPITULO II	21
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	21
2.1. Estado del arte.....	21
2.2. Revisión literaria.....	21
2.2.1. Lean manufacturing	21
2.2.2. Beneficios de lean manufacturing.....	22
2.2.3. Desperdicios.....	23
2.2.4. El diagnóstico y el mapa de la cadena de valor (VSM)	24
2.2.5. Herramientas de Lean Manufacturing.....	25
CAPITULO III.....	30
MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Ubicación	30
3.2. Equipos y materiales	31
3.3. Tipo de investigación	31
3.3.1. Investigación cuantitativa	31
3.3.2. Investigación de campo.....	32
3.3.3. Investigación bibliográfica.....	32
3.4. Prueba de hipótesis – pregunta científica – idea a defender	36

3.5.	Población o muestra.....	37
3.6.	Recolección de la información.....	37
3.7.	Procesamiento de la información y análisis estadístico	38
3.8.	Variables respuesta o resultados alcanzados.....	38
CAPITULO IV.....		40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		40
4.1.	Mapa de procesos.....	40
4.2.	Identificación de procesos.....	42
4.3.	Diagrama de procesos	42
4.4.	Identificación de criterios para la toma de decisiones.....	43
4.5.	Asignación de ponderaciones a los criterios	43
4.6.	Valoración de las alternativas frente a los criterios de decisión	44
4.7.	Evaluación de las alternativas con criterios de decisión	44
4.8.	Diagrama de flujo de procesos.....	46
4.9.	Estudio de tiempo.....	51
4.10.	Determinación del número de ciclo a tomar	51
4.10.1.	Técnica empleada para la toma de tiempos.....	51
4.11.	Trato con el personal operativo.....	52
4.12.	Análisis y métodos elaborados.....	53
4.13.	Toma de tiempos	53
4.14.	Tiempo observado (T).....	53
4.15.	Tiempo normal (TN).....	53
4.16.	Índice de desempeño (Id).....	54
4.17.	Cálculo del tiempo estándar (TE)	54
4.18.	Suplementos constantes por el estudio de trabajo.....	54
4.18.1.	Suplemento por necesidades personales	54
4.18.2.	Suplemento por fatiga básica	54
4.18.3.	Suplementos por contingencias.....	55
4.18.4.	Clasificación de actividades.....	55
4.18.5.	Hoja de operaciones y tiempos	55

4.19.	Clasificación de las actividades de los procesos	59
4.20.	Desperdicios por materia prima	60
4.21.	Análisis e interpretación de desperdicios	62
4.22.	Análisis e interpretación de la clasificación de las actividades de los procesos ..	63
4.23.	Diagrama VSM situación de la empresa	64
4.23.1.	Cálculo del takt time	64
4.23.2.	Cálculo del tiempo de permanencia	65
4.23.3.	Demanda diaria	66
4.23.4.	Lead time	67
4.24.	Tiempos de espera.....	70
4.25.	Transportes.....	71
4.26.	Análisis por inventario	71
4.27.	Indicadores de la situación actual del proceso productivo	71
4.28.	Ratio de operaciones	71
4.29.	Selección de la herramienta para el plan de mejora	72
4.30.	Selección de las herramientas de mejora	74
4.31.	Método de factores ponderados	75
4.32.	Aplicación teórica de las herramientas de manufactura para el proceso de producción.....	78
4.33.	Metodología 5´S.....	78
4.34.	Criterios para la aplicación teórica 5S- Auditoría interna.....	78
4.35.	Seiri (Clasificación)	81
4.36.	Tarjeta roja.....	82
4.37.	Seiton (Organización)	86
4.38.	Seiso (Limpiar)	91
4.39.	Seiketsu (Estandarizar)	92
4.40.	Shitsuke (Disciplina).....	94
4.41.	Kaizen	94
4.42.	Kanban	114

4.43.	Tablero Kanban.....	114
4.44.	Instrucciones de uso del método Kanban.....	117
4.45.	Ubicación del tablero Kanban.....	118
4.46.	Prueba de hipótesis.....	118
4.47.	Establecer la hipótesis nula y la alternativa	123
4.48.	Selección del nivel de significancia	123
4.49.	Estadístico de prueba	123
4.50.	Regla de decisión	123
4.51.	Decisión del análisis por software.....	125
CAPÍTULO V		127
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS		127
5.1.	Conclusiones	127
5.2.	Recomendaciones.....	129
5.3.	Bibliografía	130
5.4.	Anexos	133
5.5.	Anexo 1. Cuadro de objetivo de trabajos seleccionados.....	134
5.6.	Anexo 2. Cálculo del tiempo normal para cada proceso.....	142
5.7.	Anexo3. Tablas de identificación de desperdicios al proceso.....	157
5.8.	Anexo 4. Análisis de reducción de tiempos en procesos de mejora	166
5.9.	Anexo 5. Evaluación de la mejora propuesta.....	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de mudas/ desperdicios[2].	24
Tabla 2. Datos informativos de la empresa Mikrocartón	30
Tabla 3. Equipos y materiales utilizados en el trabajo de investigación.....	31
Tabla 4. Preguntas de investigación.....	33
Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión de la metodología prisma	35
Tabla 6. Población de la planta	37
Tabla 7. Ponderación de criterios.....	44
Tabla 8. Valoración de alternativas frente a los criterios de decisión.....	44
Tabla 9. Evaluación de las alternativas con criterios de decisión	44
Tabla 10. Modelo empleado para la toma de tiempos	51
Tabla 11. Ciclos aplicados por recomendación del Manual de Gneral Electric Company	52
Tabla 12. Cálculo del tiempo normal para el proceso de recepción de materia prima.	57
Tabla 13. Valoración de suplementos constantes y variables para el proceso recepción de materia prima.	58
Tabla 14. Tabla resumen de productividad actual vs propuesta	59
Tabla 15. Identificación de desperdicios materia prima	60
Tabla 16. Clasificación de tiempos de actividades en VA y NVA	61
Tabla 17. Tipo de desperdicios	61
Tabla 18. Demanda mensual estimada del producto.....	64
Tabla 19. Inventario de producción de caja de pizza	65
Tabla 20. Lead time de la producción de caja de pizza	67
Tabla 21. Análisis ABC en relación a mudas y desperdicios	69
Tabla 22. Herramientas Lean Manufacturing y desperdicios generados	74
Tabla 23. Método de factores ponderados	75
Tabla 24. Calificación de cada factor de ponderación por tiempo de espera.....	76
Tabla 25. Calificación de cada factor de ponderación por transportes	76
Tabla 26. Calificación de cada factor de ponderación por inventario.....	77
Tabla 27. Criterio para la aplicación teórica 5S.....	79
Tabla 28. Resumen Auditoría 5S	81
Tabla 29 Modelo de tarjeta roja	83
Tabla 30. Propuesta de registro del control de tarjetas rojas.....	85
Tabla 31. Formato de objetos necesarios	85
Tabla 32. Criterios de frecuencia de aplicación.....	86
Tabla 33. Elementos necesarios y propuesta de ubicación	87

Tabla 34. Plan de Limpieza Mikrocartón.....	92
Tabla 35. Estandarización en la empresa Mikrocartón	93
Tabla 36. Identificación de desperdicios materia prima	95
Tabla 37. Registro de despacho de materia prima	96
Tabla 38. Identificación de desperdicios Corrugado.....	99
Tabla 39. Identificación de desperdicios impresión.....	102
Tabla 40. Identificación de desperdicios laminado.....	106
Tabla 41. Identificación de desperdicios troquelado.....	109
Tabla 42. Identificación de desperdicios empacado	110
Tabla 43. Nomenclatura para tablero Kanban se establece.....	115
Tabla 44. Estaciones de trabajo para tablero Kanban	115
Tabla 45. Modelo de tablero Kanban.....	116
Tabla 46. Modelo de tarjeta Kanban	116
Tabla 47. Tablero Kanban con tarjetas en proceso	117
Tabla 48. Tabla de cálculo de mejora para el control de operaciones y tiempos.....	120
Tabla 49. Valoración de suplementos constantes y variables para el proceso con plan de mejora de recepción de materia prima.	121
Tabla 50. Tiempo estándar total de la productividad actual y propuesta.....	122
Tabla 51. Datos para el análisis estadístico.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de desperdicios [10].....	23
Figura 2. Ubicación de la empresa Mikrocartón.....	30
Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA	36
Figura 4. Mapa de procesos Mikrocartón	41
Figura 5. Plano de caja de pizza.....	45
Figura 6. Esquema de conformado de cartón.....	46
Figura 7. Caja de pizza armada.....	46
Figura 8. Diagrama de flujo de procesos	48
Figura 9. Representación en porcentajes de los desperdicios	62
Figura 10. Clasificación de las actividades de los procesos de producción.....	63
Figura 11. Mapa de la cadena de valor Mikrocartón	68
Figura 12. Diagrama de Pareto de impacto de defectos.....	70
Figura 13. Representación de la auditoría interna de 5S.....	81
Figura 14. Tratamiento de los elementos, para su selección y orden.....	82
Figura 15. Modelo de implantación de tarjeta roja	83
Figura 16. Propuesta de tarjeta roja en el proceso de producción.....	84
Figura 17. Situación actual vs propuesta de mejora de materiales e insumos	88
Figura 18. Situación actual vs propuesta de mejora en identificación de áreas de producción	89
Figura 19. Situación actual vs propuesta de mejora en área delimitada – control visual.....	90
Figura 20. Situación actual vs propuesta de mejora en el manejo de residuos	91
Figura 21. Delimitación de áreas usando señalética visual.....	97
Figura 22. Montacargas de uso exclusivo en el área de almacenamiento.....	98
Figura 23. Parqueo del montacargas	98
Figura 24. Desperdicios generados	100
Figura 25. Instructivo para el área de corrugado.....	101
Figura 26. Manejo de residuos.....	101
Figura 27. Delimitación nueva de áreas de producción	102
Figura 28. Verificación visual de calidad de impresión y de tintas	104
Figura 29. Montacargas de uso único del área de impresión	105
Figura 30. Manejo de carga de tintas	105
Figura 31. Áreas delimitadas entre maquinaria y paso de montacargas	106
Figura 32. Montacargas eléctrico de clase III	108
Figura 33. Manejo de materiales e insumo en el área de laminado	108
Figura 34. Montacargas eléctrico de clase III	110

Figura 35. Lugar de empaque	112
Figura 36. Empacadora automática eléctrica	112
Figura 37. área en bodega para producto terminado	113
Figura 38. Montacargas eléctrico de clase III, para producto terminado	113
Figura 39. Colector móvil de residuos	114
Figura 40. Importación de datos en software R Commander.....	124
Figura 41. Selección de test estadístico	124
Figura 42. Variables a analizar	124
Figura 43. Condiciones de datos	125
Figura 44. Resultado del análisis en software R Commander.....	125
Figura 45. Gráfica de distribución t	126

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la santísima Virgen María por guiar mi camino en lo largo de mi vida

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial por la apertura del Módulo en producción y operaciones Industriales.

A la Ing. Daysi Ortiz, Mg. en calidad de directora de tesis quien supo guiarme de la mejor manera brindándome su conocimiento y aportando en mi aprendizaje.

A la empresa Mikrocartón por la apertura y la predisposición para el desarrollo de este presente proyecto.

Patricio Daniel Vargas Flores

DEDICATORIA

A mis padres quienes son mi razón de vida, a quienes doy gracias por enseñarme a ser perseverante, a esforzarme mucho más de mis propios límites y por siempre creer en mí potencial.

A mis hermanas que son mis amigas incondicionales y quienes me motivan a nunca renunciar.

A mi esposa que es mi apoyo incondicional en todo momento de mi vida, quien me reconforta a no rendirme y siempre superarnos.

A Elía, el símbolo de esperanza y renacimiento de unión familiar, mi inspiración y mi motor.

Patricio Daniel Vargas Flores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES
COHORTE 2021
TEMA:

“MODELO DE APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN UNA
EMPRESA DE FABRICACIÓN EN DERIVADOS DE CARTÓN”

MODALIDAD DE TITULACION: Proyecto de Titulación

AUTOR: Ing. Patricio Daniel Vargas Flores

DIRECTOR: Ing. Daysi Margarita Ortiz Guerrero Mg.

FECHA: 09 de marzo del 2023

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación está enfocado en desarrollar un modelo de diseño de implementación de herramientas de manufactura esbelta en la empresa Mikrocartón, la cual se denomina como una organización dedicada a la fabricación de cajas de cartón de pizza, zapatos y todo tipo de empaques. El objetivo de la presente investigación es de diseñar un modelo de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta para optimizar el proceso de producción en una empresa de fabricación en derivados de cartón.

La información necesaria para llevar a cabo el objeto de estudio ha sido dirigida mediante la esquematización de un diagrama de VSM (Value stream mapping), el cual ha sido punto de partida para el diagnóstico de la organización. Se determinaron valores de takt time, lead time y producción estimada para determinar sus niveles de operación y ciclos del flujo de materiales, así como también el análisis de sus procesos estratégicos.

Mediante los datos obtenidos por observaciones en campo se definieron los desperdicios y las pérdidas ocasionadas en el proceso de producción de cajas de pizza según el método de factores ponderados siendo estas mudas los tiempos de espera, inventario y transporte. Con la identificación de estos defectos en el proceso se procedió a analizar las herramientas de

manufactura esbelta que podrían disminuir el porcentaje de actividades que no agregan valor.

El estudio permitió identificar las herramientas de manufactura esbelta que permitirían optimizar los procesos de producción y reducir el desperdicio, basada en la reducción de tiempos de espera, las herramientas más viables en la empresa fueron 5S para fomentar la organización, limpieza, orden y estandarizado de proceso; Kaizen para determinar propuestas de mejora prontas y concretas a situaciones impredecibles y Kanban para determinar metodologías de tableros y tarjetas para facilitar el control de inventario.

Basado en los hallazgos preliminares, se diseña una propuesta que engloba la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta en la organización y se establecieron los compromisos y acuerdos de todo el personal para su implementación y mejora continua.

PALABRAS CLAVE:

Herramientas de manufactura esbelta, 5S, Kaizen, Kanban, mapa de la cadena de valor, producción.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El despilfarro y el desperdicio en las empresas es un problema común que afecta la rentabilidad y sostenibilidad de las organizaciones. En lo particular, muchas empresas enfrentan grandes desafíos en sus procesos de producción debido a la gran cantidad de residuos generados, desperdicios en inventarios, transportes, control de materia prima entre otros [1]. Estas problemáticas además de afectar a la eficiencia de procesos y producción, también tienen un impacto en el uso inadecuado de recursos, medio ambiente y satisfacción del cliente [2].

Para hacer frente a esta problemática, muchas empresas buscan adoptar metodologías de calidad que identifiquen las causas y efectos de sus deficiencias en procesos y fuentes de desperdicios [2]. El uso de estas metodologías implica un análisis estructural de la organización en donde se estudian las variables que intervienen en sus procesos como tiempos de operación, esperas, flujos de materia entre otras [3]; esta información permite identificar las fuentes de pérdidas desde puntos de vista objetivos de acuerdo a la naturaleza de la organización.

En las industrias, es necesario buscar procesos que mantengan a las organizaciones competitivas y eficientes en el mercado para lograr mejores éxitos y oportunidades en sus campos de desarrollo [1]. Es desde este punto en donde nace la necesidad de adoptar modelos o metodologías que permitan identificar oportunidades de mejora, reducción de pérdidas, mejoramiento de la calidad y aumento de la productividad [3].

Existen varias herramientas de mejora continua que son ampliamente utilizadas en las industrias para la productividad, estas herramientas tienen como objetivo identificar las causas de los problemas en los procesos y diseñar soluciones efectivas para eliminarlos [4]. Además, permiten implementar mejoras que impulsan el desarrollo de los procesos, estandarizar funciones e incluso medir el desempeño [2].

Las herramientas de manufactura esbelta se enfocan en la eliminación de todo tipo de desperdicio en los procesos de producción, lo que permite la reducción de costos y un aumento en la productividad y la calidad [3] Para lograrlo, se utilizan herramientas y técnicas que permiten llevar a cabo la eliminación de desperdicios en la producción, reducción de tiempos de ciclo, mejoramiento de comunicación y el trabajo en equipo entre todos los colaboradores de la organización [5].

La industria del cartón es un sector que ha experimentado un gran crecimiento en las últimas décadas, lo que ha llevado a una mayor demanda de productos y la necesidad de mejorar sus procesos y productividad [4]. Bajo estos criterios, la manufactura esbelta se ha convertido en una metodología altamente efectiva para lograr una mejora continua y posicionamiento en el mercado.

La empresa “Mikrocartón” ha destinado su misión y visión en el enfoque práctico de brindar servicios de calidad en la elaboración de contenedores cuya materia prima es el derivado de cartón. Esta actividad ha sido desempeñada por 20 años en sus instalaciones localizadas en la ciudad de Ambato, siendo una empresa líder en su comercialización. La empresa tiene potencial para incrementar sus ventas y mejorar la calidad en sus productos ofertados, sin embargo, tiene como principal impedimento la falta de estándares de procesos, tiempos altos de fabricación de productos, sobreproducción y una gestión deficiente en cuanto a sus recursos y procesos. Por lo tanto, un análisis de su situación y aplicación de metodologías de manufactura esbelta podrían generar mejorar en la eficiencia de sus procesos.

La empresa brindó la información necesaria para llevar a cabo el presente proyecto de investigación mediante el levantamiento de información de procesos y documentación de registros operativos con el fin de analizar las posibles causas y soluciones a su problemática presentada.

La estructura del siguiente proyecto se detalla a continuación: en el primer capítulo se establece la justificación del proyecto y se definen sus objetivos como base principal del punto de partida de análisis. En el siguiente capítulo se detallarán los antecedentes investigativos y teóricos que fueron utilizados en el desarrollo del proyecto. La metodología utilizada para su ejecución se detalla en el capítulo tres, seguidamente en

el capítulo cuatro se muestran los resultados obtenidos y la discusión de los mismos. Este trabajo de investigación finaliza con conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

1.2. Justificación

El desarrollo de un estudio que analice la implementación de filosofías de calidad es importante porque se enfoca en la mejora continua como una estrategia para aumentar la eficiencia y la productividad en la empresa Mikrocartón. Es una temática relevante ya que define los principios de organización y procesos de mejora continua para una empresa que ha presentado problemáticas en el control de sus materias primas, procesos e inventarios.

Basándose en la gran importancia que tiene la industria del cartón en la fabricación de empaques y embalajes de alimentos, materias primas y productos terminados de otras industrias, ha sido necesario la innovación en sus procesos para ofertar mejores servicios a nivel local e internacional. Es fundamental resaltar que la implementación de filosofías que aporten a la excelencia en una empresa tiene un notable impacto en mejorar índices de mercado, estándares de calidad e innovación de procesos en tiempos precisos.

Desde el punto de vista económico, el estudio de la calidad y las metodologías para alcanzarla es fundamental para mejorar procesos y establecer a las organizaciones como empresas líderes en sus industrias, mejorar ventas y disminuir pérdidas. Estos estudios permiten tener una idea global de los cambios y paradigmas que surgen si se adoptan ideologías de excelencia en los procesos, servicios y ventas. Para este fin, se requiere un estudio profundo de toda la situación actual de una organización en base a un análisis de sus productos, procesos, materia prima y operarios.

El presente proyecto de investigación se distingue de otras investigaciones previas ya que se plantea como un análisis de las causas y efectos de las pérdidas asociadas a la producción y procesos en planta, busca evaluar su influencia y sus efectos en el control de las operaciones mediante el análisis de aplicación de herramientas de calidad y mejora continua, de igual manera busca minimizar las pérdidas mediante cálculos de

tiempos de producción y etapas de procesos. Por lo tanto, se pretende analizar herramientas de mejora continua como manufactura esbelta para la implementación de sugerencias de acciones de mejora dentro de sus procesos.

Los beneficiarios del desarrollo del proyecto de investigación son principalmente los operarios y los miembros de la alta gerencia de la empresa ya que podrían enfocar los lineamientos de la organización en procesos estandarizados basados en la identificación de puntos de mejora y con reducción de pérdidas y variantes en costos.

Con la ejecución de estrategias de manufactura esbelta y el análisis de los puntos a mejorar de la empresa, se busca implementar herramientas necesarias para incentivar el buen desempeño y funcionalidad de todos los miembros de la organización, conectar a la organización con las necesidades del cliente y con los nuevos desafíos establecidos por mercados vigentes y competitivos.

1.3. Objetivo

1.3.1. General

Diseñar un modelo de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta para optimizar el proceso de producción en una empresa de fabricación en derivados de cartón.

1.3.2. Específicos

Analizar la situación actual de la empresa “Mikrocartón” por medio del levantamiento de los procesos.

Identificar los desperdicios que se generan en el proceso de producción.

Elaborar una propuesta de aplicación de las herramientas de manufactura esbelta para reducir los desperdicios generados.

CAPITULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1. Estado del arte

La implementación de herramientas de mejora continua enfocada en el mejoramiento de la calidad en base a análisis de procesos se ha desarrollado en [7] donde se realiza un estudio sobre la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el desarrollo de la calidad de productos y procesos en el área de producción y ensamblaje de Toyota Dasmari-Cavite. Mediante la adopción de estas herramientas, el estudio demostró una reducción del 84% de desperdicios y la reducción de tiempos de espera en la producción.

En [8] se analizan los beneficios de adoptar principios de manufactura esbelta en la industria de la construcción, se destaca la importancia de minimizar el despilfarro y reducir los tiempos de espera mediante la aplicación de técnicas de manufactura esbelta específicas como 5s, just in time, VSM y Kaizen. La implementación de las herramientas de manufactura esbelta mejoró la productividad, la calidad y la reducción en tiempos de ciclo con índices de 87%, 84% y 69,3% respectivamente.

Las herramientas lean son definidas por varios autores como un conjunto de técnicas que reducen el desperdicio y permiten maximizar la productividad. Según [9], tiene una relación estrecha entre la implementación de herramientas lean y su contribución para mejorar las condiciones de trabajo en empresas automotrices de España, se destaca la importancia de la optimización de recursos y la influencia de otros aspectos por tomar en cuenta mostrando resultados de la reducción del 64% de pérdidas por tiempos de espera.

2.2. Revisión literaria

2.2.1. Lean manufacturing

El término lean manufacturing o manufactura esbelta fue introducido en el siglo 20 con la revolución industrial, su concepto nace a partir de la filosofía de la reducción del desperdicio contribuida a Benjamin Franklin [8], quien ha sido precursor de su

práctica incluso antes de que sea constituida como metodología [9]. Entre sus más importantes contribuciones destacan la teoría del desperdicio cero a través de guías de trabajo ético y frugal [8]. De modo tal que se consolida a Lean como un conjunto de estrategias dirigidas hacia la producción eficiente basadas en técnicas aplicadas al desperdicio dentro de los procesos de manufactura.

La filosofía es reconocida como tal basada en el modelo implantado por el Sistema de Producción de Toyota, principalmente se solidifica en la filosofía del japonés experto en calidad, Genichi Taguchi, quien observó que los excedentes en la producción no solo son problemas de pérdida de capacidad, sino que se pueden producir en cualquier condición anormal [8]. Estos hallazgos permitieron integrarse en el ciclo de la calidad de Deming en 1980 y consecuentemente iniciar investigaciones más profundas en áreas como ciclos de tiempo, variaciones en procesos y técnicas para mejorar la calidad de procedimientos en manufactura y eficiencia- eficacia en la industria [9].

La manufactura esbelta resume técnicas para eliminar el desperdicio y los componentes que no aportan a la cadena de valor de un proceso con meta de la satisfacción del cliente [9]. Su filosofía considera el aprovechamiento de todos los implicados en la organización y la materia prima, considera el aprovechamiento del esfuerzo del personal en la fábrica, disminución de espacios e inventarios y menor cantidad de materia prima para producir el mismo número de productos terminados. Para resumir y facilitar su implementación y comprensión se definen 5 principios que se alinean a valor, cadena de valor, flujo, atracción y perfección [10].

2.2.2. Beneficios de lean manufacturing

Los beneficios de lean manufacturing se resumen en una mejoría total en la productividad de una organización. Estas herramientas permiten a la empresa eliminar todo aquello que no agrega valor con el fin de realizar mejores productos y de esta forma tener la aceptabilidad deseada del cliente [9]. Estos desafíos pueden lograrse prestando atención a la eficiencia, la reducción del despilfarro y el incremento paulatino en la productividad [10].

Las herramientas lean brindan la posibilidad de aumentar la calidad de producción

mediante una mejora en la eficiencia de los empleados y el control de calidad. Se llevan a cabo a su vez mejores controles sobre tiempos al tener mejores respuestas sobre la forma de cumplir procesos basándose en acuerdos estandarizados [10]. Finalmente, la satisfacción de los empleados también es un eje importante de su implementación ya que las herramientas lean a futuro implican rutinas de trabajo más claras sin necesidad de realizar actividades de nulo valor y aporte a la empresa [13].

Para poder acceder a todos los beneficios de la implementación de herramientas de manufactura esbelta, se requiere utilizar técnicas que permitan representar el estado actual de la empresa y la visión hacia las metas por cumplirse en el futuro [12]. Existen técnicas de grafico que facilitan la comprensión de los procesos que se llevan a cabo y que definen las operaciones efectuadas siempre en la organización. Sin embargo, una de las formas más concisas y claras establecidas, es el seguimiento mediante diagrama de Mapeo en la Cadena de valor o VSM por sus siglas en inglés (*Value Stream Mapping*) [13].

2.2.3. Desperdicios

Se define como desperdicios a todas las fuentes que consumen o desaprovechen recursos sin agregar valor al cliente y al producto. Son 7 los tipos de desperdicios los cuales se representan a continuación en la figura 1.



Figura 1. Tipos de desperdicios [10].

Las mudas o desperdicios repercuten en la pérdida de oportunidades de mejora y productividad en la empresa, en la tabla 2 se caracterizan según su definición.

Tabla 1. Tipos de mudas/ desperdicios[2].

Desperdicio/muda	Descripción
Sobreproducción	Producir excediendo la demanda del cliente y generación de costos adicionales por productos adicionales.
Esperas	Tiempo perdido entre acciones o tareas por personas o maquinas.
Defectos	Unidades que no cumplen con los parámetros de calidad esperados.
Movimientos innecesarios	Movimientos innecesarios de operarios o maquinaria en el procesamiento.
Exceso de inventario	Incluye a todos los productos terminados y/o materia prima almacenados en stock para disponerse en imprevistos
Transporte	Son todos los movimientos de recursos o materiales que no agregan valor al producto, pueden relacionarse con daños en calidad.
Sobreprocesamiento	Procesamientos realizados que sobrellevan lo requerido por el cliente.

2.2.4. El diagnóstico y el mapa de la cadena de valor (VSM)

Para conocer el nivel de excelencia de una empresa se requiere realizar diagnósticos que permitan evaluar aspectos como estructura, organización, orden, flujos de procesos y estándares [14]. Las herramientas de diagnóstico permiten generar una idea global de una organización, es una perspectiva basada en datos y observaciones que contextualiza las necesidades de una empresa [15]. El mapa de cadena de valor es una de las herramientas de diagnóstico más utilizadas debido a su nivel de confiabilidad y aplicación.

El mapa de cadena de valor es una herramienta clara, concisa y sencilla que representa la situación actual de una empresa mediante la esquematización de las fases de

producción, operaciones unitarias y flujo de materiales realizados en el proceso [14]. A su vez, permite identificar a las actividades que agregan valor y a las que no durante los procesos productivos mediante un diagnóstico exhaustivo sobre los elementos, acciones, procesos y recursos de la empresa [16].

Previa a su realización, se debe iniciar el proceso recopilando la documentación necesaria que permita comprender su estado inicial, la documentación existente y las formas para acceder a los datos faltantes de las operaciones [16]. Es necesario identificar los procesos principales y las áreas críticas de mayor enfoque durante cada fase. Con toda esta información; esta herramienta funciona bien para el diagnóstico de la organización y el futuro análisis de sus puntos críticos a mejorar [18].

Para realizar un mapa de la cadena de valor, se debe seguir un esquema de trabajo que incluye las siguientes fases: flujo de materiales desde el cliente, operaciones, flujo de información y tiempo de entrega [18]. Mediante el análisis de estas cuatro etapas, las organizaciones constan de la información necesaria para diagnosticar las fuentes de desperdicio asociadas a tiempos de espera entre fases, improvisación de etapas, actividades de poco valor a la empresa y desperdicios [17]. Un correcto análisis del diagrama de mapa de cadena de valor permite seleccionar las herramientas de manufactura esbelta adecuadas para combatir sus despilfarros y tiempos de espera.

2.2.5. Herramientas de Lean Manufacturing

Existen varias herramientas que se utilizan en la metodología de manufactura esbelta, las cuales se desarrollan y aplican en función de los problemas a resolver dentro los procesos productivos, administrativos y de control en la industria [11]. Las herramientas lean tienen como objetivo eliminar el despilfarro mediante la implementación de metodologías tales como 5S, SMED, Kaizen, Kanban, jidoka, entre otras. Su aplicación busca la mejora continua en base a pilares de gestión de la calidad y acciones correctivas.

- **5S**

5S una de las herramientas de fabricación ajustada usada comúnmente para la

aplicación de la metodología de manufactura esbelta, Jaiswal et al [13] realiza un estudio sobre las barreras y oportunidades que se presentan en la implantación del sistema en medianas industrias.

La compañía Toyota fue una de las primeras industrias en poner en práctica esta metodología. El estudio de resultados realizado sobre la aplicación de las 5S dentro de las operaciones de servicio de Toyota Dasmarias-Cavite arrojó datos positivos, en los que se evidenció al uso de esta herramienta como una mejora efectiva y significativa en la calidad del desempeño de los colaboradores de la empresa, así como también aumentó la productividad de las operaciones y el manejo de la seguridad industrial del área de producción, en consecuencia, se generó un impacto positivo para el desarrollo y crecimiento de la empresa, consolidándose, así como una de las más competitivas dentro del sector automotriz [13].

Muchas empresas tuvieron que adaptarse a los cambios frecuentes y avances tecnológicos dentro de cada sector productivo, de tal modo que surgió la necesidad de adaptarse e incentivar las doctrinas competitivas en cuanto a la reducción de residuos; esta acción ayudó a generar mayor cantidad de ingresos y posicionamiento de mercado. Como evidencia de la temática tratada, varios autores concuerdan en estudios relacionados sobre la efectividad e impacto de la aplicación de diferentes herramientas usadas dentro de la manufactura esbelta [14].

Cabe destacar los estudios recientes focalizados en la reducción de desperdicios en las industrias, se ejemplifican los estudios previos en industrias automotrices de la India, en donde se refuerzan las evidencias de la presencia de fallas debido a la mala aplicación de estas; en cuanto a la reducción de residuos, Pagliosa et al. [15] evaluó cada una de las herramientas probadas con un modelo denominado como: regresión múltiple, en donde se reveló que las herramientas Poka-Yoke, Kaizen, 5S, Kanban y Six Big Losses son las que mejores resultados obtuvieron dentro del análisis del estudio [15].

A más de los resultados, varios autores realizan estudios sobre las industrias y su evolución en sus técnicas de procesos productivos, de esta forma se puede identificar dentro de este campo a la mediana industria, como la más compleja en cuanto a la

implementación de dichas herramientas [16].

Según este estudio se deduce que mediante la gestión de la calidad enfocada en las 5s se reducen drásticamente los tiempos de entrega [15]. De esta forma, se evidencia también estudios similares orientados al modelo de producción en el que se desarrollan las micro y pequeñas empresas y se adaptan a prácticas Lean, esta contribuye activamente al conocimiento de técnicas enfocadas en los procedimientos de mejora de la calidad utilizando la efectividad general dentro de la aplicación de las 5S [16].

Una de las principales consecuencias en el proceso, engloba el formar una barrera que no permite la obtención de productos de calidad. De esta manera, Leonardo et al. [17] sintetiza los problemas encontrados, propone metodologías para identificar por medio del inventario de productos terminados, el flujo de proceso, el mantenimiento de datos sobre el inventario inadecuado, y el registro de materia prima. Es así que se determina que, mediante la aplicación de dos herramientas de manufactura esbelta como: las 5S y la gestión visual, se consigue un mejoramiento significativo en la preparación del envío de los productos y, también por medio de ambas se consolidó un significativo incremento en las ganancias de la industria [16].

La herramienta de las 5S para el mejoramiento de la calidad también está enfocada en la reducción de tiempos en la producción, estos tiempos que no agregan valor al producto se denominan desperdicios [15]; el sustento de la premisa expuesta se realizó mediante un estudio efectuado dentro una empresa perteneciente a la industria textil de Perú, en donde la aplicación de esta herramienta ayudó a la reducción de los tiempos denominados como desperdicios, y permite mejorar efectivamente la calidad y su notoriedad dentro del sector textil ganando también mayor competitividad en el mercado internacional [17].

- **Just in time**

La herramienta just in time (JIT), es utilizada para la aplicación de la metodología de manufactura esbelta y, tiene como objetivo la eliminación de actividades desarrolladas que no aportan valor dentro de los procesos productivos, se encuentra orientado en el mejoramiento de la administración del flujo de materiales con la finalidad de reducir

los inventarios y de esta manera optimizar la calidad durante los procesos de producción [20].

Cabe resaltar que existen estudios que validan su aplicación en las industrias, por ejemplo, en el área de la construcción, se ha desarrollado un modelo en el que se ha reducido significativamente el tiempo de fabricación de un edificio mediante la implementación de una simulación, basada en la prefabricación; todas estas acciones ayudaron a reducir costos de mano de obra y la simplificación de tiempos [21].

En la actualidad y debido a la evolución tecnológica, las industrias manufactureras cuentan con el uso de herramientas tecnológicas un tanto complicadas, mismas que ayudan a establecer parámetros de minimización en los tiempos de producción, en la industria 4.0 se ha implantado la automatización [19]. Punna et al. [22] establece una metodología cuantitativa mediante un sistema Kanban para administrar la herramienta Just in time, a partir de la implementación de un sistema inteligente de maquinaria, productos, procesos y sistemas de TIC en toda la cadena de valor para conformar una industria inteligente.

Sahoo [23] muestra el análisis de la posibilidad de implementar un nuevo modelo, basado en el enfoque de Just in time con el objetivo de analizar las variantes a disminuir dentro de los procesos productivos por medio del uso de nuevas metodologías que sean manejables para los trabajadores [24]. De esta manera se deduce que con el desarrollo del sistema gradual en la implementación rápida de esta nueva herramienta se logró reducir significativamente los tiempos de producción y el manejo de un ambiente más amigable entre los operarios y las nuevas herramientas utilizadas.

La implementación de la herramienta Just in time es fundamental en el desempeño organizacional de las industrias, Dresh et al. [24] propone la elaboración de un análisis estadístico aplicado a varias industrias del sector mediante variables cuantitativas. Las empresas que formaron parte del estudio, contaban con la implementación de Lean, y se implementó el uso de la herramienta Just in time de esta forma en la recopilación de datos arrojó resultados positivos en el desempeño operacional y a su vez se evidenció mayor eficacia y efectividad lo que generó un aumento del 30% en la

optimización de los tiempos y sus procesos productivos [25,26].

- **Kaizen**

El método Kaizen está orientado a un sistema de gestión que implementa la mejora continua de las actividades que se realizan dentro de un proceso para eliminar todos los procesos ineficientes que provocan un menor tiempo de respuesta a los imprevistos, no se logra la calidad en los productos y genera desperdicios, los estudios relacionados a esta metodología son descritas por Andrade et al. [27] trata de la implementación de una metodología Lean enfocado a la mejora continua para una industria de cuero, el objetivo del estudio está enfocado en evaluar la eficiencia de los procesos actuales, el tiempo estimado de las entregas y la productividad antes y después de aplicar el método Kaizen [18].

Bamana [29] presenta un estudio de caso que está enfocado en la mejora de la productividad con la participación de los trabajadores; busca optimizar la mano de obra y reduce los tiempos de paralización mediante el método Kaizen con la ayuda de la aplicación del mapa de flujo de valor para la medición de los resultados que son positivos, concluyendo que existen mejoras en los procesos.

En el estudio literario sobre las técnicas y herramientas que se necesitan para la implementación de la metodología Kaizen enfocado a la mejora continua; [30] el autor establece una comparativa en tiempos pasados y las coincidencias en un contexto actual y su enfoque en la demanda de los clientes para optimizar los procesos y ejecutar las mejoras continuas [31].

Maware [32] contribuye en sus estudios, un enfoque en el desarrollo del marco conceptual que sirva como guía para implementar la aplicación de los ciclos PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) en la que se han complementado con el uso del método Kaizen para la adaptación en el entorno PYMES de la mejora en el desempeño de la organización. Por otra parte, en el estudio de caso analizado se detalla las causas y efectos mediante un diagrama de Ishikawa en donde el autor identifica los problemas por la ausencia de la aplicación de una metodología Kaizen para establecer los parámetros de una mejora continua [33].

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

Mikrocartón, la empresa objeto de estudio de esta investigación se ha constituido a nivel nacional por ser líder en la producción de productos derivados de cartón y por los precios accesibles competitivos en el mercado, se encuentran ubicados en la zona centro del Ecuador, específicamente en la ciudad de Ambato, parroquia Huachi Chico, calles Julio Zaldumbide y Ramón Salazar, como se muestra en la figura 2 y en la tabla 3 los datos informativos de la empresa.



Figura 2. Ubicación de la empresa Mikrocartón

Tabla 2. Datos informativos de la empresa Mikrocartón

Datos informativos de la empresa	
Razón social	Mikrocartón
Logo	
Dirección	Parroquia Huachi Chico, calles Julio Zaldumbide y Ramón Salazar
Cantón	Ambato
Provincia	Tungurahua
Página web	https://servicarton.com.ec
Correo electrónico	servicarton@hotmail.es ventas@mikrocarton.com
Teléfono	032585877 - 032585655

3.2. Equipos y materiales

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó los siguientes equipos y materiales detallados en la tabla 3.

Tabla 3. Equipos y materiales utilizados en el trabajo de investigación

Equipos y materiales	Descripción de uso
Computador	Utilizado en el análisis y redacción de datos informativos recopilados durante el transcurso de la investigación
Reloj cronómetro	Instrumento empleado para toma de tiempos en cada proceso del área de producción
Distanciómetro	Empleado para tomar distancias entre el dispositivo hasta donde el puntero lo señale, ideal para medir distancias que se desplazan los operarios.
Libreta de apuntes	importante para la toma de datos e información que se presente durante el desarrollo de la investigación.
Cámara fotográfica	Útil para el registro visual capturado por fotografías, evidenciando el proceso productivo
Office 365	Paquete de Microsoft utilizado tanto para la redacción de la información recolectada y el análisis de los datos recolectados en el desarrollo de esta investigación

3.3. Tipo de investigación

3.3.1. Investigación cuantitativa

Esta investigación fue diseñada en un enfoque cuantitativo; se recopiló datos

numéricos donde se identificó en el proceso de producción de derivados de cartón a las variables que influyen como fuentes de desperdicio y consecuentemente debilitan el proceso de optimización de recursos. Los datos obtenidos permitieron identificar las variables de los procesos y reconocer analíticamente su influencia en el despilfarro de la empresa.

3.3.2. Investigación de campo

Como aporte a la metodología tomada se desarrolló una investigación exploratoria donde se realizó un análisis situacional sobre el modo de operación de la empresa y en base a esta información, se detalló una propuesta clara acorde a los principios de la manufactura esbelta con el fin de encontrar soluciones a los objetivos planteados.

3.3.3. Investigación bibliográfica

La revisión bibliográfica aportó en la investigación sobre los métodos aplicados en el análisis e implantación de mejora continua en la elaboración de derivados de cartón, la metodología utilizada fue la metodología PRISMA ya que su uso, facilitó la delimitación del estudio y las fuentes confiables y certeras para analizar, implementar e interpretar variables en empresas o situaciones de contextos similares.

Para el propósito de este estudio, se estructuró en 4 etapas; preguntas de investigación, búsqueda de documentos, selección y extracción de información más relevante. En las etapas previas, se realizó una búsqueda de información delimitada basándose a los criterios obtenidos a partir de las preguntas de investigación, los criterios se identifican como palabras claves que permiten facilitar la investigación y el acceso a la recopilación de información relevante al campo de estudio objetivo.

- **Preguntas de investigación**

La revisión sistemática de la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar el proceso de producción en una empresa fue desarrollada para investigar toda la información certificada o en proceso de certificación asociada al campo de estudio. Esta revisión sistemática se llevó a cabo mediante la aplicación de

herramientas de check list de la metodología PRISMA [6,7].

Las preguntas de investigación que se muestran en la tabla 1, fueron establecidas de acuerdo a marcos que facilitan su estructura y dan una visión clara sobre los conceptos y enfoque del tema de investigación.

Los puntos de vista que se consideran en el estudio engloban ejes como el enfoque del tema, la intervención- respuesta a la problemática presentada, los resultados esperados y el contexto en que se desarrolla.

Tabla 4. Preguntas de investigación

Número	Pregunta de investigación (RQ)	Alcance
RQ1	¿Cuáles son las herramientas de manufactura esbelta que mejoran la producción?	Analizar las herramientas que se pueden implementar en producción; 5s, just in time, kanban.
RQ2	¿Cuáles son los desafíos y oportunidades que generalmente presentan las pequeñas y medianas empresas en la implementación de manufactura esbelta?	Analizar la situación actual-global que presentan las industrias previo a la implementación de manufactura esbelta.
RQ3	¿Cuáles son las fuentes de desperdicio que se generan en las industrias antes de la implementación de manufactura esbelta?	Identificar los desperdicios generados en las líneas de producción.
RQ4	¿Qué acciones se ejecutan después del análisis de implementación de manufactura esbelta en las industrias?	Proponer acciones de mejora.

- **Búsqueda de artículos**

Con el fin de lograr una investigación veraz se realizó la revisión de artículos publicados en los años recientes, se delimitó en la búsqueda sistemática de páginas oficiales, artículos publicados desde el año 2016 hasta el año en curso, los sitios de búsqueda escogidos fueron Springer, Scopus, MDPI y Web of science. Esta decisión se tomó por la confianza y el compromiso que conllevan para fines científicos e investigativos, de tal forma que reúne los criterios de varios autores alrededor del mundo. Facilita la obtención de una visión global y local sobre los beneficios y barreras que varias industrias presentan en la implementación de herramientas lean y provee los argumentos necesarios para aplicarlos en un contexto nacional.

El modo de búsqueda se basó como primera etapa en el ingreso de variables limitantes del tema, estas variables abarcan la respuesta al tema de investigación, las palabras claves escogidas se adaptaron a los campos de las preguntas de investigación formuladas anteriormente, para RQ1 (“Lean Tools” OR “Continuous Improvements” OR “Tools And Techniques”), para RQ2 (“Lean Manufacturing” OR “Manufacturing Industries”), del mismo modo para RQ3 (“5s” OR “just in time” OR “Kanban”), y finalmente para RQ4 (“continuous improvement”).

Los artículos fueron revisados por sus títulos, abstracts y palabras claves, sin embargo, después de ser revisados y clasificados de acuerdo a los intereses de búsqueda del tema y de los autores, se clasificaron aquellos con más relevancia para el estudio mediante una revisión minuciosa de sus contenidos.

- **Selección de artículos**

En la metodología prisma los criterios de inclusión y exclusión hacen referencia a las fuentes literarias que contienen información que se limita de acuerdo a las necesidades de la investigación y al tema del proyecto de adaptación de herramientas de manufactura esbelta. En la figura 3 se demuestra el modelo establecido para limitar las fuentes de información. Los límites consisten en identificar los objetivos de la búsqueda y su relevancia en el desarrollo de la temática, es importante destacar que las categorías para la decisión de estos criterios evalúan el año de publicación, la

certificación de las referencias y su localización en los sitios de búsquedas oficiales, así como también el país del estudio, el estado de la investigación y las herramientas usadas.

A continuación, se detalla en la tabla los criterios de inclusión y exclusión de artículos con la finalidad de realizar un análisis de cumplimiento para una correcta selección.

Tabla 5. Criterios de inclusión y exclusión de la metodología prisma

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos que tengan relevancia en optimización de procesos por herramientas de mejora	Artículos duplicados
C2	Artículos relacionados a la mejora en calidad y tiempos de producción	Artículos que no estén relacionados con la mejora en calidad y producción
C3	Artículos que estén relacionados en procesos operacionales con tiempos, flujos, entradas y salidas.	Artículos relacionados a otros temas de estudio.
C4	Artículos relacionados al estudio de tiempos de producción	Artículos que no tengan relación con el tema de estudio
C5	Artículos publicados a partir del año 2016 en adelante con un alto grado de confiabilidad.	Publicaciones anteriores al año 2016

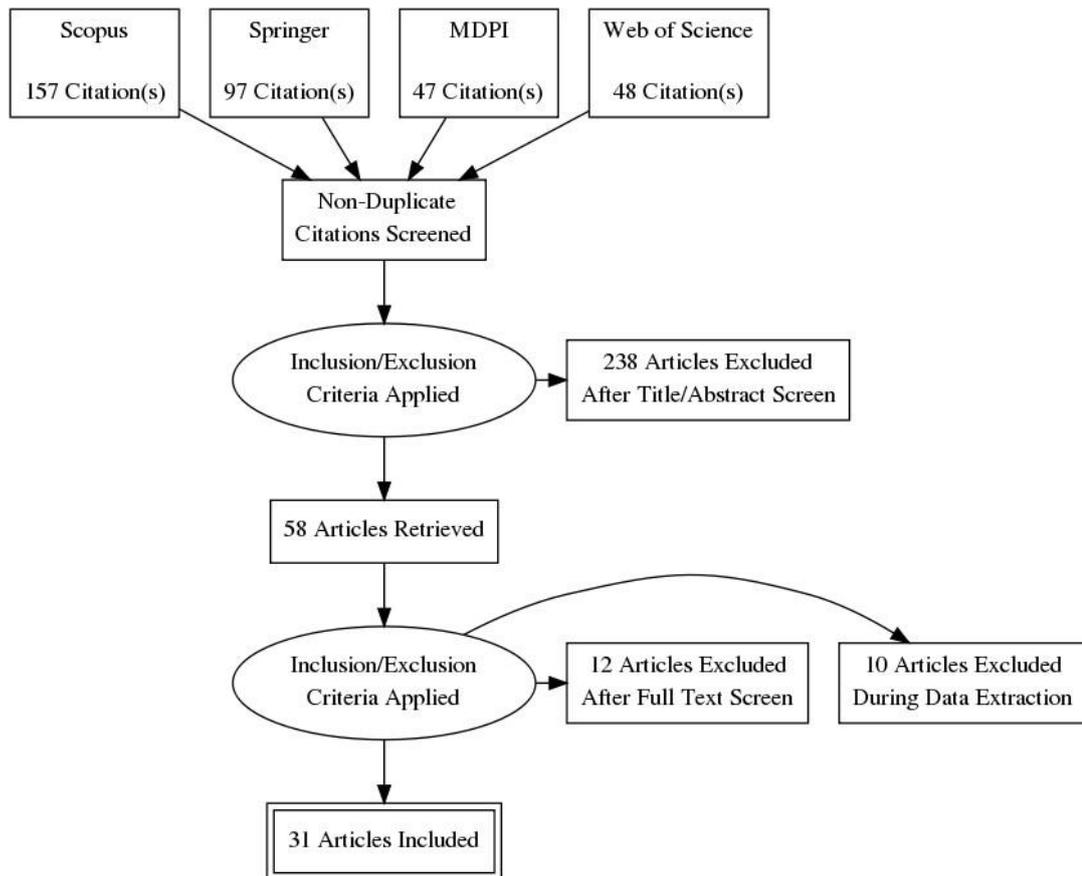


Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA

- **Extracción de datos**

Desde otro punto de vista en la tabla 1 se encuentran las preguntas de investigación. Los 31 artículos finales fueron revisados destacando que la elección fue muy minuciosa y apropiada. En el anexo 1 se presentan los artículos ordenados por año de su publicación.

Para poder delimitar la información se basó en las preguntas de la investigación considerando varios aspectos como el desarrollo de la producción, nivel de competitividad, metodología y herramientas aplicadas para poder analizar su aporte en la investigación.

3.4. Prueba de hipótesis – pregunta científica – idea a defender

- Hipótesis nula (Ho): La implementación de herramientas de manufactura esbelta no incrementará la eficiencia de los procesos en la empresa Mikrocartón.

- Hipótesis alternativa (Ha): La implementación de herramientas de manufactura esbelta incrementará la eficiencia de los procesos en la empresa Mikrocartón.

3.5. Población o muestra

La población objetivo está delimitada por la línea de producción de la empresa Mikrocarton, que establece una población finita donde involucra todos los datos obtenidos de los procesos de la organización que serán tomados por el desempeño que cada operario tiene a su cargo, estos datos serán la toma de tiempos en forma de variables numéricas, para las etapas operacionales que van desde el inicio en la recepción de materia prima hasta el despacho de producto terminado.

La toma de tiempos se basa según el método Time Study Manual de los Eric Works de *General Electric Company*, que se describen en la tabla 10, que acorde a los tiempos empleados por cada proceso se toman las mediciones a realizar para su respectivo análisis

A continuación, en la tabla 6, se detalla el rol que ejercen en Mikrocartón todo el personal involucrado:

Tabla 6. Población de la planta

Población		%
Gerente general	1	6,66%
Jefe de producción	1	6,66%
Jefe de calidad	1	6,66%
Operaciones	12	80%
Total	15	100%

3.6. Recolección de la información

La información se obtuvo en primera instancia mediante técnicas de observación, se buscó no interferir en el trabajo habitual de los operarios por lo que se les solicitó que efectúen su trabajo de manera habitual para evitar sesgos en el momento de la clasificación de los datos en matrices de Excel. La obtención de datos tuvo como

finalidad comparar la productividad en cada fase entre operarios. Por lo tanto, se evidenció el trabajo realizado mediante fotografías y toma de tiempos destinados a cada actividad, así como la cuantificación de desperdicios generados por etapa.

Adicionalmente, se organizaron los datos en base a check list para el cumplimiento del diagrama de flujo del proceso, así como también se distribuyó la información entregada por la alta gerencia, directivos y operarios en entrevistas para la elaboración de diagramas de Pareto.

El nivel de confianza de las herramientas utilizadas es bastante aceptable debido a que conlleva la toma de datos en tiempo real y la perspectiva del talento humano de la organización, ambos enfoques brindan una visión global y específica sobre las oportunidades de la empresa y sus debilidades en la implantación de sistemas de gestión de la calidad mediante Manufactura Esbelta.

3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico

Para procesar la información se registraron datos obtenidos de las observaciones en planta en el software Excel. Las matrices permitieron definir el contexto de la organización referente a estudios de tiempo en el procesamiento de cartón.

Mediante Excel, se realizó el mapa de procesos y la cadena de valor de la empresa para identificar el flujo de materiales y sus procesos estratégicos con el fin de revisar puntos críticos de mejora en la planta de producción.

El diseño experimental del proceso estadístico se realizó con el fin de evaluar las hipótesis de estudio. La prueba estadística “T-Student” se utilizó para analizar las diferencias significativas entre las variables tiempos y procesos de operación en el software R Commander, el cual detalla la media de una población normalmente distribuida y determina las medias de dos grupos con el fin de validar o refutar las hipótesis establecidas.

3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados

Las variables respuesta de este estudio permitieron conocer cuantitativamente los

tiempos observados respecto a actividades que se efectúan en cada proceso. La toma de datos fue socializada con los operarios con el fin de que realicen sus actividades de forma habitual y evitar sesgos en el registro de las observaciones.

La toma de tiempos se realizó con la ayuda de un cronómetro digital y se registró el inicio y el final de cada actividad por los operarios en minutos. Cada tiempo fue registrado en una libreta de notas y fue clasificado en base a las actividades pertenecientes a cada proceso de la fabricación de cartón.

Esta técnica es usada como una herramienta diagnóstica previo a la implementación de herramientas de manufactura esbelta ya que identifica a la variable respuesta como una variable cuantitativa y comparada entre distintos parámetros como operarios, maquinarias y naturaleza de la actividad. Un referente importante para este estudio es el Manual de tiempos estimados por General Electric que define el número de ciclos a observar en un proceso.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis e interpretación de resultados se realiza por medio de los datos obtenidos en el estudio de los procesos que se desarrollan mediante la aplicación de herramientas como mapa de procesos, diagrama de procesos y estudios de tiempos de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la industria de la confección del cartón.

Lean Manufacturing involucra a la alta gerencia para que tenga conocimiento del desempeño de la producción y de los inconvenientes asociados al proceso. Es primordial realizar una recolección de datos que sean verídicos, reales, concretos y oportunos los cuales son enlistados como índice de producción, capacidad de equipos, distribución de la planta, operarios con tareas definidas, entre otros.

4.1. Mapa de procesos

Con la finalidad de tener una visión en conjunto de todos los procesos que se desarrollan en la empresa se realiza un mapa de operaciones, esta herramienta analiza los procesos realizados en la planta, los sus y flujos correspondientes, desde las necesidades del cliente, el proceso operativo hasta la satisfacción del cliente, en la figura 4, se describen detalladamente los flujos operacionales en la empresa Mikrocartón.

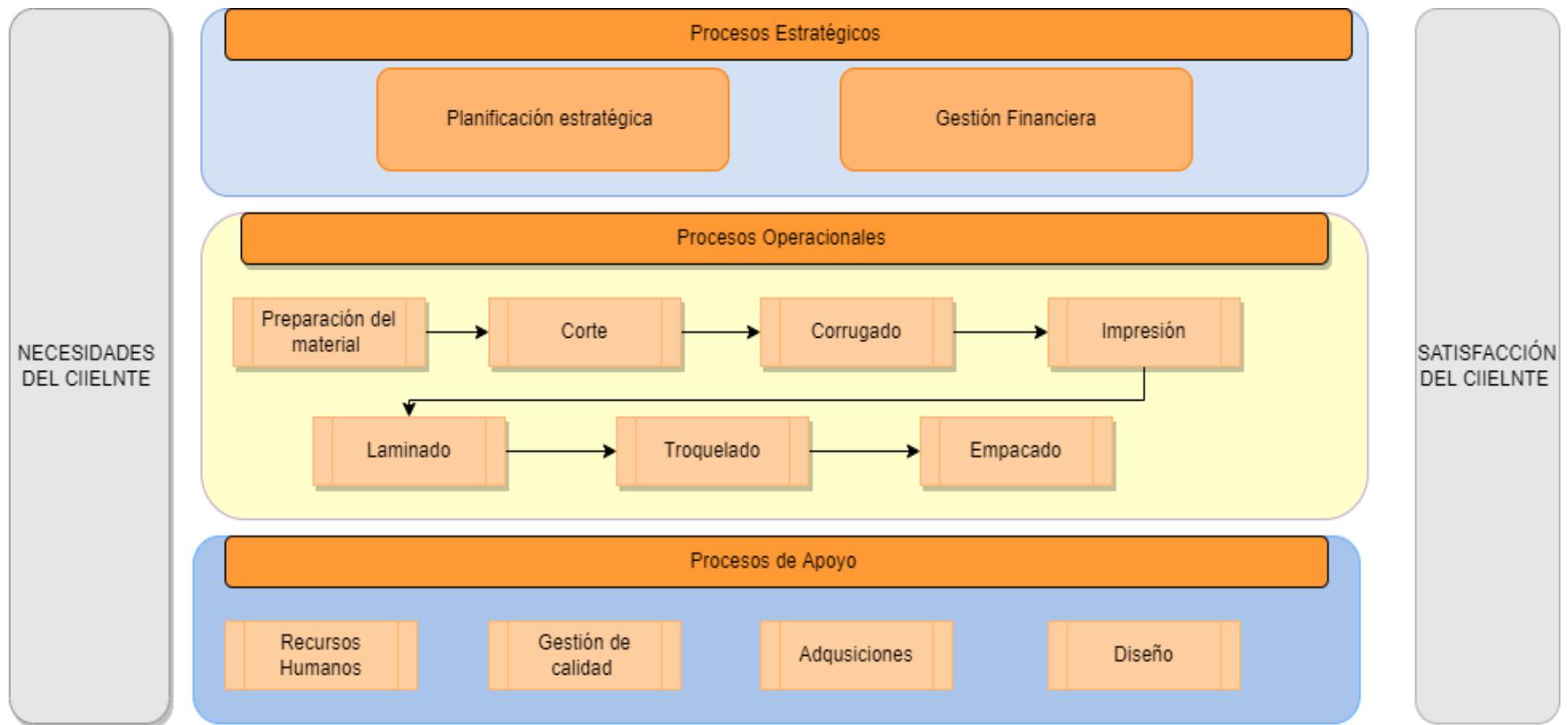


Figura 4. Mapa de procesos Mikrocartón

Elaborado por: Daniel Vargas

4.2. Identificación de procesos

- **Procesos estratégicos**

Procesos orientados a cumplir con las demandas internas, estratégicas metas y objetivos en cuanto al modo de operación de la empresa, planificación estratégica y gestión financiera, con el fin de establecer parámetros de uso de recursos para la proyección de metas previstas.

- **Procesos operacionales**

Involucran todas las fases del procedimiento y procesamiento de cajas de cartón a partir del tratamiento de la materia prima, se consideran operaciones unitarias tales como laminado, cortes, troquelados, corrugados, empacados, entre otros.

- **Procesos de apoyo**

Integrado por los procesos necesarios que brindan los recursos para el cumplimiento de otros procesos llevados en la empresa como diseño, recursos humanos, adquisiciones y gestión de la calidad.

4.3. Diagrama de procesos

La elaboración de cajas de cartón comprende los procesos de corte, troquelado y laminado del material siguiendo medidas y diseños estructurados acorde a los lineamientos de cada cliente, se observan variantes en el proceso de formación de los empaques como el tipo de troquel en el corte, tipo de lámina de cartón laminado o corrugados, dobleces en el armado entre otros.

En la empresa Mikrocarton se elaboran varios tipos de cajas de cartón corrugado y micro prensado, sus modelos varían en relación a colores, tipo de molde y necesidades de cada cliente. El análisis propuesto busca enfocarse en una gama de productos de empaques con un diseño y procesamiento similar en cuanto a uso de materiales, maquinaria y operaciones en su proceso; por tal motivo, a continuación, se identifican los criterios para la selección del producto.

4.4. Identificación de criterios para la toma de decisiones

Acorde al punto de vista del investigador se toman cinco criterios a ser analizados

- **Demanda mensual**

Cantidad de modelos de cajas solicitadas por los clientes por mes, en base a este criterio se analizará la rentabilidad mensual de lo producido por la empresa.

- **Procesos que intervienen**

Cantidad de procesos que se requieren para la elaboración de cada modelo de caja, cuya finalidad es identificar los puntos críticos en el proceso.

- **Cantidad de productos defectuosos**

Hace referencia a los productos que tienen fallas en sus procesos, siendo una oportunidad de mejora en los procesos que implican.

- **Índice de sobreproducción**

Cantidad extra de modelos de caja fabricados que se acumulan en bodega al no poder ser vendidos.

- **Costo del producto**

Costos con respecto a materia prima, insumos y mano de obra para la elaboración de una caja.

4.5. Asignación de ponderaciones a los criterios

Para cada criterio se establece una ponderación máxima de 3 al criterio de mayor relevancia y el valor de 1 al de menor relevancia, como se describe en la tabla 7.

Tabla 7. Ponderación de criterios

Criterios	Ponderación
Demanda mensual	3
Procesos que intervienen	2
Cantidad de productos defectuosos	1,5
Índice de sobreproducción	1,5
Costo del producto	2

4.6. Valoración de las alternativas frente a los criterios de decisión

En la tabla 8 se encuentra la valoración con respecto a los criterios de decisión, por una escala de puntuación de 5 puntos:

- a) 5: alto
- b) 4: sobre el promedio
- c) 3: promedio
- d) 2: debajo del promedio
- e) 1: bajo.

Tabla 8. Valoración de alternativas frente a los criterios de decisión

Alternativa	Demanda mensual	Procesos que intervienen	Cantidad de productos defectuosos	Índice de sobreproducción	Costos del producto
Cartón de calzado	4	4	3	4	4
Cartón de navidad	3	3	1	2	2
Cartón de pizza	5	4	4	5	4
Cartón de frutas	3	3	1	1	2

4.7. Evaluación de las alternativas con criterios de decisión

En la tabla 9 se hace una descripción de los productos que la empresa fabrica, siendo el cartón de pizza el seleccionado por tener mayor importancia.

Tabla 9. Evaluación de las alternativas con criterios de decisión

Alternativa	Demanda mensual	Procesos que intervienen	Cantidad de productos defectuosos	Índice de sobreproducción	Costos del producto	Suma total
Cartón de calzado	12	8	4,5	6	8	38,5

Cartón de navidad	9	6	1,5	3	4	23,5
Cartón de pizza	15	8	6	7,5	8	44,5
Cartón de frutas	9	9	3	1,5	4	26,5

A partir de la ponderación establecida se puede observar que la valoración por alternativas obtenida, el proceso de elaboración de cartón de pizza tiene un índice mayor al resto de productos, motivo por el cual se considera de mayor importancia para aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta y de esta manera establecer los puntos de mejora en su procesamiento y la obtención de beneficios para la empresa. Se ha seleccionado un modelo de armado de cartón de pizza como se muestra en la figura 5, en la figura 6 se presenta el esquema del conformado del cartón con dos papeles lisos y en la mitad un papel corrugado. La figura 7 presenta un esquema de una caja de pizza armada.

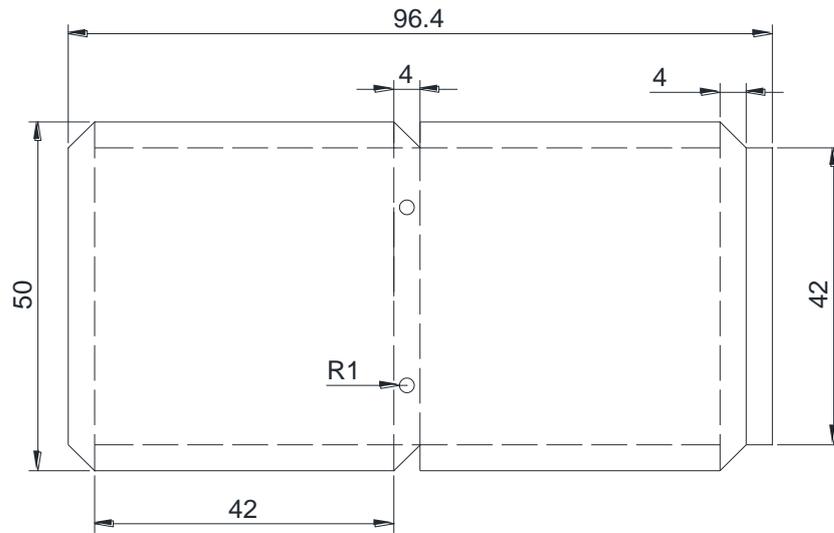


Figura 5. Plano de caja de pizza

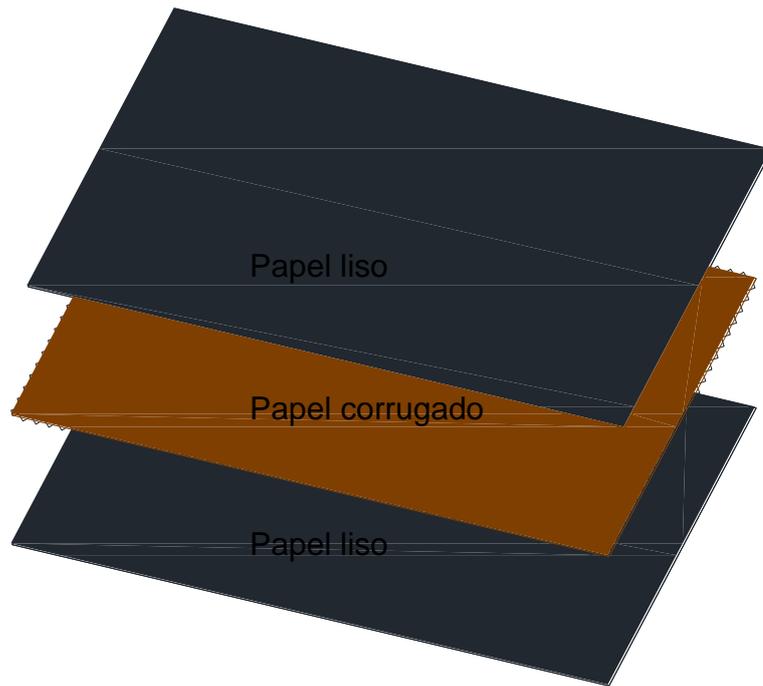


Figura 6. Esquema de conformado de cartón

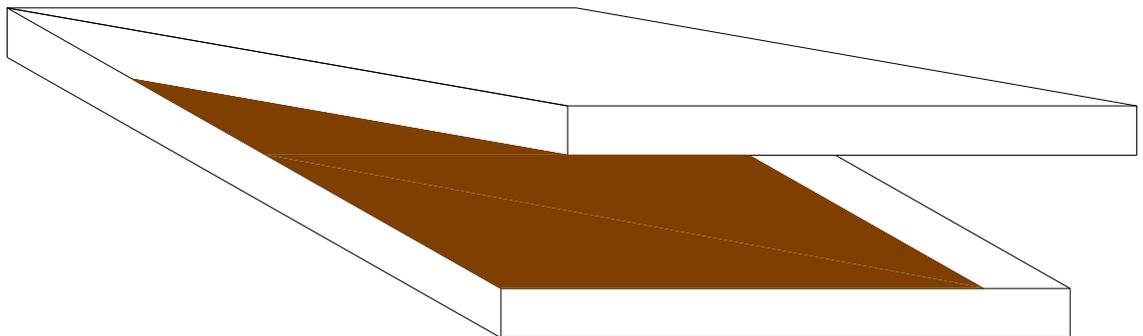


Figura 7. Caja de pizza armada

4.8. Diagrama de flujo de procesos

El diagrama de flujo de procesos de la empresa Mikrocarton establece las fases que se incluyen en sus procesos desde el cliente, la planificación y la adquisición. A su vez, demuestra las operaciones unitarias del proceso hasta finalizar con el despacho del producto terminado. En la figura 8 se detallan los procesos.

El proceso de la elaboración de cartón de pizza consiste en dar forma a un modelo que el cliente necesite, se puede dar asesoría de modelos ya elaborados o también se atiende

acorde a los requerimientos pedidos o sugeridos en varios aspectos como en colores, tipos de letra de marca o logotipos, largo, ancho, altura, tipos de abertura y cierre.

El caso de estudio se realiza para una familia de productos es decir entre productos que conllevan procesos similares como se lo describe en la figura 8 el diagrama de procesos.

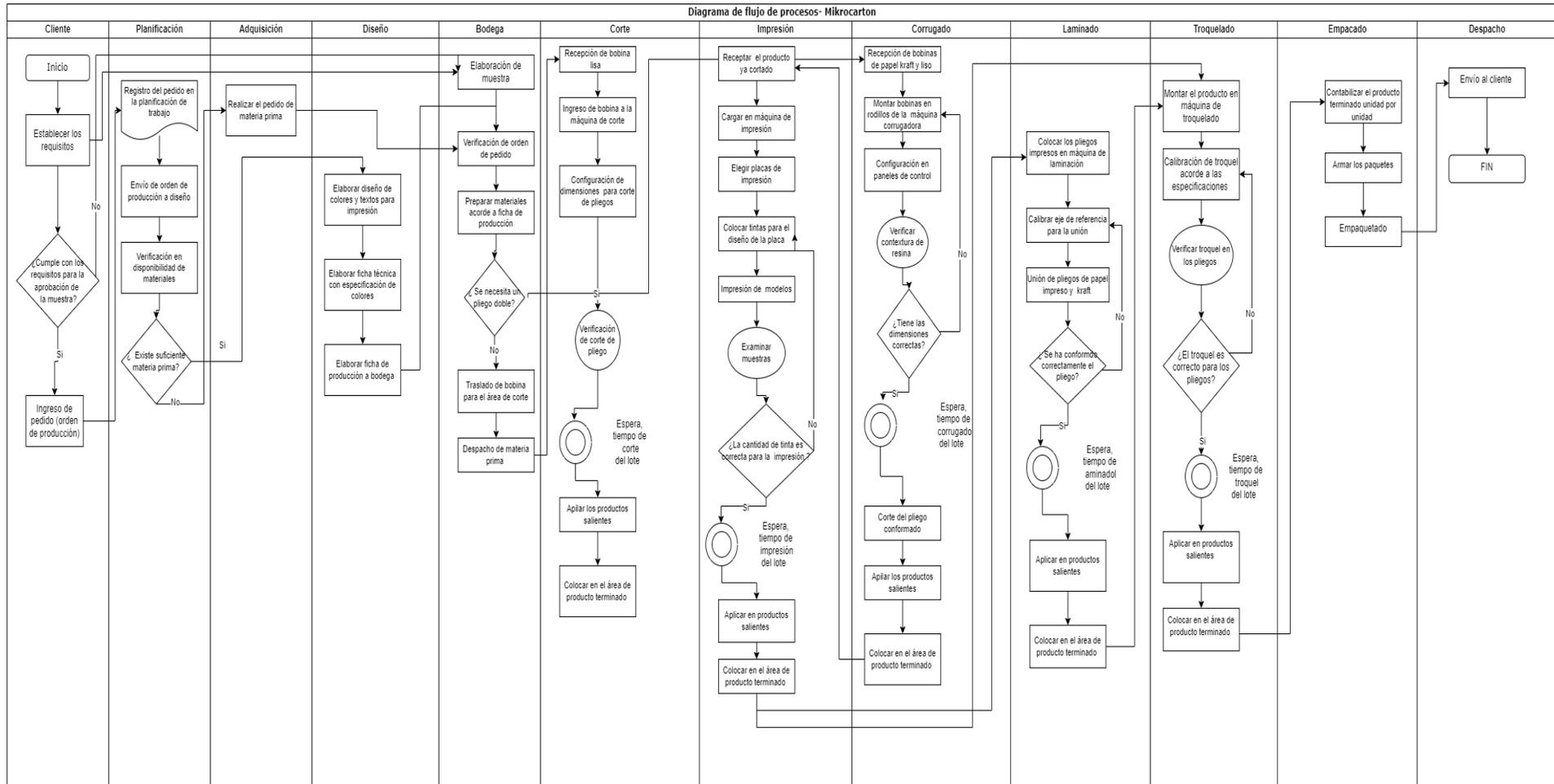


Figura 8. Diagrama de flujo de procesos

A continuación, se detallan las fases que intervienen en la fabricación de una caja de pizza:

- **Cliente**

Como punto de partida se socializa con el cliente acorde a sus requerimientos respecto a modelos y especificaciones que requiera para su producto.

- **Muestra de tipos de modelos.**

En base a los requerimientos del cliente se puede indicar los tipos de productos que se adaptan a su solicitud y diseño.

- **Cliente**

El cliente recibe el modelo para su visualización de ser el caso propone cualquier modificación y posterior aprobación.

- **Orden de producción.**

Se elabora una orden de producción la cual se envía a planificación, donde el cliente previamente ha detallado la cantidad de productos que requiere y la fecha de entrega del producto terminado.

- **Planificación**

Se realiza un control interno del flujo del pedido mediante la orden de producción y se solicita al departamento de diseño poner en marcha el proceso.

- **Diseño**

Acorde a la ficha de especificaciones del producto a elaborar, se determina las cantidades de materia prima, si el modelo seleccionado es diferente, se elabora el troquel, de lo contrario se maneja con los ya existentes.

- **Adquisiciones**

Se revisa si se cuenta con la disponibilidad de la materia prima en bodega y en caso de no existir se realiza los pedidos a proveedores directos de Mikrocartón.

- **Bodega**

Se prepara la materia prima en función a las especificaciones de la ficha y orden de pedido.

- **Corte**

Se coloca la bobina de papel en la máquina de corte acorde al modelo y especificación.

- **Corrugado**

Se coloca las dos bobinas de papel una en cada lado, y se forma los pliegos corrugados.

- **Impresión**

Se procede a imprimir el diseño que se ha programado en la máquina de impresión.

- **Laminado**

Se procede a la unión de los pliegos del papel Kraft y papel liso impreso.

- **Troquelado**

Proceso de líneas guía y corte para dobleces de las cajas de cartón formadas acorde a especificaciones del cliente.

- **Empacado**

Proceso en el cual se embala los paquetes de cajas de cartón ya troqueladas, se verifica la calidad y detalles de las especificaciones del cliente y la cantidad de unidades a entregar.

- **Control de calidad.**

Proceso en el cual el cliente externo realiza una revisión de su producto para luego ser despachado.

- **Despacho**

El cliente se acerca a retirar su pedido, o a su vez se realizan envíos si la ubicación del cliente lo amerita. El diagrama de flujo del conformado de la caja de cartón da a notar la secuencia y relación en sus procesos.

4.9. Estudio de tiempo

Técnica utilizada para medir el tiempo que implica realizar un producto de acuerdo al desempeño de un operario como un parámetro estándar. Por lo tanto, se identifican las operaciones en los procesos y la capacidad real de los operadores y las máquinas.

En la empresa Mikrocartón no se ha desarrollado un estudio de tiempos estándar para cada etapa de sus operaciones, por tal razón se ha visto necesario implementar su análisis con el fin de conocer la realidad actual de la empresa y facilitar la aplicación de herramientas de manufactura esbelta.

Un estudio de tiempo permite tener información veraz y precisa sobre la realidad en relación a empresa-operarios-maquinaria. La empresa Mikrocartón no cuenta con un estudio que estandarice la capacidad real de producción basada en tiempos por proceso. Con el fin de llevar a cabo el proyecto de investigación se ha visto la necesidad de realizar un análisis en la planta de producción con el objetivo de conocer el índice de desempeño actual de los operarios.

4.10. Determinación del número de ciclo a tomar

4.10.1. Técnica empleada para la toma de tiempos

Para la presente investigación se ha utilizado la técnica basada en el método Time Study Manual de los Eric Works de *General Electric Company*, descrita en la tabla 10, para lo cual se realizó la toma de tiempos preliminares. Las mediciones se realizaron por medio de la observación, se socializó con los operarios el propósito del estudio y la necesidad de realizar las mediciones en tiempo real, obteniendo un tiempo de ciclo promedio de cada proceso.

Tabla 10. Modelo empleado para la toma de tiempos

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2,00-5,00	15
5,00- 10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 0 mas	3

Para la toma de los datos se tomó el número de ciclos recomendado acorde a los tiempos de ciclo en minutos como lo describe la tabla 11.

Tabla 11. Ciclos aplicados por recomendación del Manual de Gneral Electric Company

Recomendación del manual de los eric works de general electric company			
Proceso	Tiempo referencial para el número de ciclos (min)	Tiempo referencial para el número de ciclos (min)	Número de ciclos
Materia prima	19,33	10,00-20,00	8
Corrugado	19,73	10,00-20,00	8
Impresión	68.99	40,00 0 mas	3
Laminado	50,25	40,00 0 mas	3
Troquelado	35,32	20,00-40,00	5
Empacado	7,07	5,00- 10,00	10

4.11. Trato con el personal operativo

Establecer una relación de cooperación con los operarios es positivo ya que permite entablar un diálogo y solventar dudas; gracias a la comunicación es posible tener acceso a información sobre su de su desenvolvimiento personal en el área de trabajo.

4.12. Análisis y métodos elaborados

El analista debe estar a una distancia prudente del operario para no interferir en su diaria labor, además de que es preciso tener un layout de la planta para facilitar su acceso a todas las áreas de la planta de producción [34].

4.13. Toma de tiempos

Para la toma de tiempos existen dos métodos; de forma continua y retornos a cero. El método continuo es aquel que registra todas las actividades del operario durante el proceso sin pausa alguna.

El método de retorno a cero registra los tiempos por ciclos que inician en cada subetapa desde cero, en esta metodología se registra retrasos debido a la lectura de cada tiempo. Este método depende mucho de los ciclos a tomar en consideración para el estudio respectivo.

Para el análisis e ilustración de la situación actual de la empresa se definen los procesos en diagrama de flujo a través de la cadena de valor (VSM), en la cual se detalla la obtención de los datos de los procesos los cuales al referirse a tiempos pueden ser estimados o medidos con un cronómetro [34].

4.14. Tiempo observado (T)

Se define como los tiempos observados y medidos por el analista en cada operación. Los tiempos observados son registrados en la matriz de datos del estudio.

4.15. Tiempo normal (TN)

Tiempo en que tarda un operario en desarrollar cierta actividad objeto de estudio en su diario desenvolvimiento. La toma de datos debe realizarse de tal forma que no interfiera en el desenvolvimiento del operario. Para su cálculo se suman los promedios de los tiempos tomados y se detallan como tiempo de desempeño del operario. Se debe incluir un índice de desempeño normal para el trabajo, llamado índice temporal [34].

$$TN = \text{Tiempo promedio observado} * \text{índice de desempeño} \quad (2)$$

El (TN) va ser igual al promedio de los tiempos observados multiplicado por el índice de desempeño como se observa en la ecuación (2)

4.16. Índice de desempeño (Id)

Se valora el desempeño del operario de manera imparcial, es decir siendo capaz de discernir afinidades, personalidad y/o relación alguna con el operador, se cuantifica en porcentajes, es decir el 100% es relacionado con un estándar idóneo para el desempeño de un operario calificado [34].

4.17. Cálculo del tiempo estándar (TE)

El tiempo estándar se desarrolla por medio de la sumatoria de los tiempos normales tomando en cuenta aperturas y espacios para cubrir las necesidades personales de los operarios tales como pausas, cambios de posturas corporales, tiempos de ir al baño, calibrado y ajuste de equipos, entre otras. A continuación, se detalla su cálculo en la ecuación [34].

$$T_s = \text{tiempo normal} (1 + \text{suplementos}) \quad (3)$$

4.18. Suplementos constantes por el estudio de trabajo

4.18.1. Suplemento por necesidades personales

Integran los casos que no se pueden evitar y que son necesarios para mantener el bienestar del equipo de operaciones; estos casos conllevan actividades como hidratación, ir al sanitario y lavado de manos. Las condiciones de trabajo y la clase de trabajo inciden en tiempo correspondiente que se toma el operario en sus necesidades. En la mayoría de empresas el tiempo empleado oscila entre el 5 al 7 % [35].

4.18.2. Suplemento por fatiga básica

Aplica para la compensación de la energía aplicada para un trabajo siendo algo constante y evitar la monotonía. La fatiga no es igual en ningún aspecto, puede ser desde el cansancio físico hasta una fatiga mental o la combinación de ambos. Se considera el 4% del tiempo normal que cumple un trabajador [35].

4.18.3. Suplementos por contingencias

Se contabilizan los tiempos inevitables, pudiendo ser breves estos aparecen sin frecuencia ni regularidad incluyendo un pequeño porcentaje del tiempo estándar. Este tiempo no deberá superar al 5% del tiempo total normal que cumple un trabajador [35].

4.18.4. Clasificación de actividades

Las actividades que se desarrollan en un proceso pueden ser clasificadas en actividades que agregan valor (Value Adding) (VA) y actividades que no agregan valor por sus iniciales en inglés (Non-Value Adding) (NVA), de todos los procesos que se consolidan para la formación de un producto final.

4.18.5. Hoja de operaciones y tiempos

Se describen las operaciones que se desarrollan para la conformación de un pliego de cartón.

T = Tiempo Observado (segundos)

TN = Tiempo Normal (segundos)

Id = Índice de desempeño

TE = Tiempo Estándar (segundos)

VA = Actividades que agregan valor.

NVA = Actividades que no agregan valor.

La tabla 11 se tomó como referencia para describir el cálculo del tiempo normal del proceso de recepción de materia prima, se describen las actividades que están dentro de este proceso las cuales han sido observadas y se ha tomado los tiempos referenciales según el Manual de los Eric Works de *General Electric Company*; se calcula un tiempo promedio por cada actividad y también se realiza una valoración por desempeño tomando en cuenta los criterios por habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones de trabajo del operario en su puesto de trabajo en la tabla 12.

En la tabla 13 se describe la valoración de suplementos constantes y variables para el proceso, se toma como referencia el caso del proceso de materia prima, donde se realiza la valoración de cada actividad presente en dicho proceso, como son los suplementos constantes y cantidades de variables añadidas al suplemento básico por

fatiga permitiendo calcular el tiempo estándar en base a los datos obtenidos.

Los cálculos de los procesos posteriores para la fabricación de las cajas de cartón se muestran en el anexo 2.

Tabla 12. Cálculo del tiempo normal para el proceso de recepción de materia prima.

Tabla de cálculo para el control de operaciones y tiempos																	
ACTIVIDAD: Preparar la materia prima base (bobinas de papel)										Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)										Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8								
1	Revisar la orden del pedido	28,5	21,7	24,5	28,6	27,9	25,4	27,2	24,7	208,4	26,1	0,00	0,02	0,00	0,02	1,04	27,1
2	Buscar el tipo de bobina de papel a utilizarse acorde a los requerimientos	118,4	122,6	119,1	116,7	118	105,6	112,4	116,5	929,32	116,2	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	119,6
3	Verificar especificaciones de la bobina	32,4	34	37,3	36,9	28,4	36,8	32,2	36,6	274,6	34,3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	34,3
4	Verificar estado de la bobina	40,7	42,9	44,8	42,2	41,2	42,6	46,0	44,6	345,03	43,1	-0,05	0,00	0,00	0,02	0,97	41,8
5	Subir la bobina al montacargas	198,7	206,4	202,3	205,7	210,1	264,8	218,9	206,2	1713,1	214,1	0,03	0,05	0,01	0,02	1,11	237,7
6	Tomar la bobina y llevarla a el área de corrugado	664,3	714,8	765,5	711,4	763,7	716,4	750,1	724,0	5810,2	726,3	0,11	0,05	0,01	0,02	1,19	864,3
	TOTAL (segundos)									9280,6	1160,1						1324,9
	TOTAL (minutos)									154,7	19,3						22,1

Tabla 13. Valoración de suplementos constantes y variables para el proceso recepción de materia prima.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar	
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física					
1	Revisar la orden del pedido	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	27,1	30,34
2	Buscar el tipo de bobina de papel a utilizarse acorde a los requerimientos	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	119,6	136,40
3	Verificar especificaciones de la bobina	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	34,3	39,47	
4	Verificar estado de la bobina	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	41,8	48,11	
5	Subir la bobina al montacargas	5	4	2	2	8	0	0	0	2	1	4	2	0,3	1,3	237,7	309,00	
6	Tomar la bobina y llevarla a el área de corrugado	5	4	2	2	8	0	0	0	2	1	4	2	0,3	1,3	864,3	1123,54	
Tiempo estándar en segundos																	1686,87	
Tiempo estándar en minutos																	28,11	

En la tabla 14, se da a conocer los resultados obtenidos del tiempo normal y tiempo estándar de cada proceso de elaboración de la caja de cartón.

Tabla 14. Tabla resumen de productividad actual vs propuesta

Procesos	Tiempo normal (minutos)	Tiempo estándar (minutos)
Recepción de materia prima	22,08	28,11
Corrugado y formado de lámina de papel	21,68	26,28
Impresión de diseño	77,98	95,63
Laminado del papel corrugado	52,79	62,75
Troquelado de láminas de cartón	38,68	44,49
Empacado del producto	8,55	10,14

4.19. Clasificación de las actividades de los procesos

Una vez determinado los tiempos normal y estándar de cada proceso de producción en la tabla 15 se identificaron las actividades que agregan valor y las que no agregan valor, basados en los fundamentos de las Manufactura esbelta, como ejemplo la identificación de los desperdicios del proceso de materia prima y las acciones a tomar.

Se adjunta el anexo 3 con los procesos de la producción total.

En la tabla 16, se muestra el resumen de todas las actividades del proceso productivo

4.20. Desperdicios por materia prima

Tabla 15. Identificación de desperdicios materia prima

Identificación de desperdicios Materia prima																	
ACTIVIDAD: Preparar la materia prima base (bobinas de papel)	Tiempo normal	Tiempo Estándar			V A	NVA	Desperdicios							Acción a tomar			
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar	
1	Revisar la orden del pedido	27,1	30,3	30,3		X			X								X
2	Buscar el tipo de bobina de papel a utilizarse acorde a los requerimientos	138,6	158,0	158,0		X			X								X
3	Verificar especificaciones de la bobina	34,3	39,5	39,5		X						X		X			
4	Verificar estado de la bobina	41,8	48,1	48,1		X		X									X
5	Subir la bobina al montacargas	524,4	681,7	681,7		X				X							X
6	Tomar la bobina y llevarla a el área de corrugado	1043,4	1356,5	1356,5		X				X							X
TOTAL (segundos)		1809,6	2314,1	0,0	2314,1					Observaciones:		Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:			
TOTAL (minutos)		30,2	38,6	0,0	38,6	1				Versión inicial		Ing. Daniel Vargas	Supervisor de Planta	Gerente General			

Tabla 16. Clasificación de tiempos de actividades en VA y NVA

Actividades	Agregan valor (VA)	No agregan valor (NVA)
	0,00	2314,05
	21,63	5582,99
	42,14	1559,24
	103,77	3660,95
	1385,78	4067,34
	130,24	882,24
	1683,56	18066,82
Tiempo total en (s)	19750,38	
Porcentajes (%)	9%	91%

Los desperdicios ocasionados en el proceso de formación de cajas de cartón se detallan a continuación en la tabla 17.

Tabla 17. Tipo de desperdicios

Tipo de Desperdicios	Cantidad	Porcentaje (%)
Sobreproducción	0	0,00%
Procesos innecesarios	7	10,61%
Tiempo de espera	20	30,30%
Transportes	18	27,27%
Mov. innecesarios	9	13,64%
Inventario	11	16,67%
Defectos	1	1,52%
Total	66	100%

En la figura 9, se puede observar la representación en porcentajes de los desperdicios en el proceso productivo.

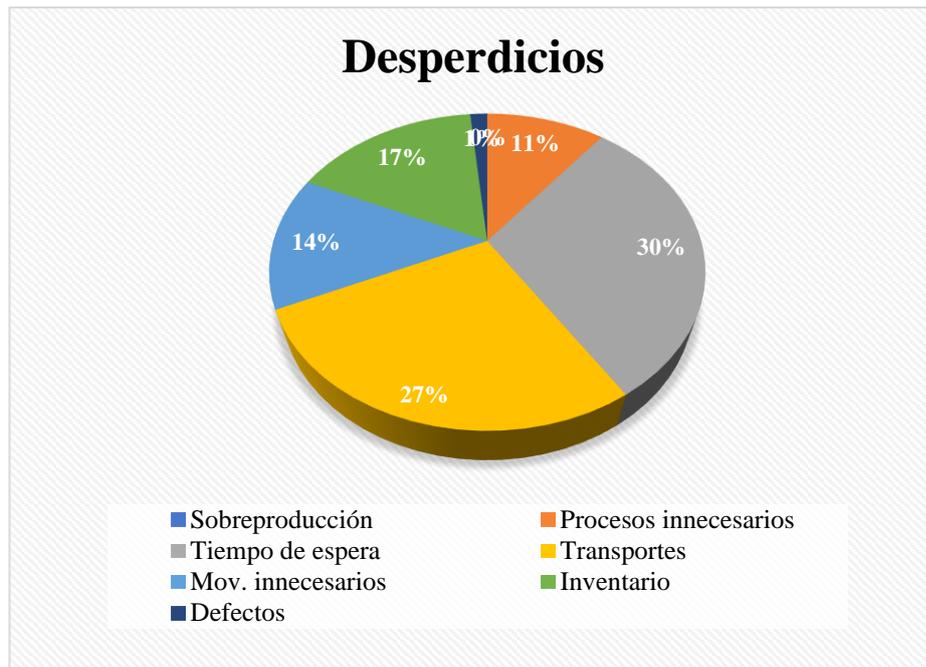


Figura 9. Representación en porcentajes de los desperdicios

4.21. Análisis e interpretación de desperdicios

Por medio del análisis en planta se identificaron los desperdicios con una observación directa de 66 actividades distribuidas de la siguiente forma: 30% corresponde a actividades con tiempo de espera, 27% corresponde a transportes y 17% a inventarios los cuales ocasionan mudas en el proceso. 14% corresponde a movimientos innecesarios, 11% a procesos innecesarios, 1% a defectos y finalmente el 0% corresponde a sobreproducción.

Consecuentemente, se identificaron los desperdicios y mudas en el proceso de producción. El diagrama de VSM (*Value Stream Mapping*) esquematiza la cadena de valor de la empresa Mikrocartón.

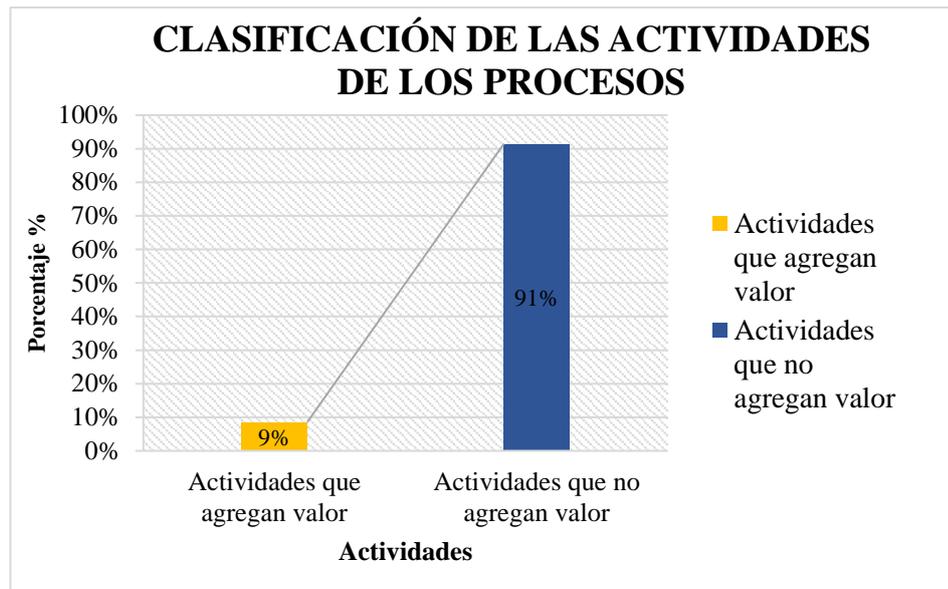


Figura 10. Clasificación de las actividades de los procesos de producción.

En la figura 10 se representan los porcentajes de la clasificación de actividades que intervienen en el proceso de producción y conformación de las cajas de cartón, evidenciando el porcentaje de desperdicios que existen en todo el proceso desde las esperas, movimientos innecesarios, transporte, revisiones reprocesos, lo mencionado anteriormente se relaciona directamente con el incremento en los tiempos empleados y costos de producción.

4.22. Análisis e interpretación de la clasificación de las actividades de los procesos

Para la ejecución de los procesos existen actividades que no agregan valor porque no están estandarizadas en sus procesos operativos, la empresa no cuenta con un manejo adecuado de desperdicios; a pesar de contar con maquinaria para comprimir los desperdicios, la línea de transporte se encuentra obstaculizada por sus restos y causan tardanza en la entrega de sus pedidos a los clientes.

De la clasificación de actividades del tiempo estándar con valor agregado y las que no agregan valor se ha podido verificar que con el 9% están en actividades que agregan valor y el 91% están en actividades que no agregan valor

La filosofía de Lean Manufacturing se enfoca en la mejora de la producción en un sistema organizacional de trabajo en una empresa. Se basa en la eliminación de

actividades que no agreguen valor al proceso operacional y al cliente como consumidor final.

4.23. Diagrama VSM situación de la empresa

4.23.1. Cálculo del takt time

El takt time es aquel tiempo en el cual se produce una unidad del producto total cumpliendo con la demanda de pedidos, para lo cual es necesario determinar un promedio de demanda mensual, días laborables y jornada laboral. Para lo cual se utiliza las ecuaciones 3 y 4.

$$\text{Mejor nivel de operación} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Días de trabajo al mes}} \quad (3)$$

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Mejor nivel de operación}} \quad (4)$$

En la tabla 18 se muestra la demanda mensual estimada de la producción del cartón de caja de pizza, de acuerdo al histórico del año 2022.

Tabla 18. Demanda mensual estimada del producto

Mes	Demanda (unidades/paquetes)
Enero	91
Febrero	74
Marzo	86
Abril	102
Mayo	67
Junio	96
Julio	72
Agosto	81
Septiembre	77
Octubre	112
Noviembre	120
Diciembre	115
Demanda promedio	91

Acorde al análisis planteado existe una demanda promedio mensual de 91 paquetes de cajas, cabe recalcar que cada paquete contiene 20 unidades de cajas.

Para realizar el cálculo de nivel de operación de la empresa se emplea las ecuaciones de los cuales como datos son: 20 días a la semana sin fines de semana, 8 horas diarias (480 minutos) como jornada laboral

$$\text{Mejor nivel de operación} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{Días de trabajo al mes}} \quad (3)$$

$$\text{Mejor nivel de operación} = \frac{91 \text{ paquetes}}{20 \text{ días}}$$

$$\text{Mejor nivel de operación} = 4,55 \text{ paquetes}$$

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Mejor nivel de operación}} \quad (4)$$

$$\text{Takt time} = \frac{480 \text{ min}}{91 \text{ paquetes}}$$

$$\text{Takt time} = 5,27 \frac{\text{min}}{\text{paquetes}}$$

4.23.2. Cálculo del tiempo de permanencia

Para el cálculo del tiempo de permanencia se utiliza la información observada en la planta de producción conjuntamente con la información entregada por la empresa.

El inventario se lo estima en función de los datos observados en conjunto con los datos entregados por la empresa como se indica en la tabla 19.

Tabla 19. Inventario de producción de caja de pizza

Operación	Inventario unidades (metros lineales)
Preparar la materia prima base	156
Formado y corte de lámina de papel	208
Impresión de diseño	234

Operación	Inventario unidades (metros lineales)
Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas	156
Corte de láminas de cartón	104
Preparar el producto terminado para su entrega	117

4.23.3. Demanda diaria

Se determina al dividir la demanda mensual por los días laborables de la empresa, con el mejor nivel de operación para este caso sería 4.55 paquetes

El tiempo de permanencia se lo calcula a partir de la cantidad de inventario dividida para la demanda diaria, como ejemplo de cálculo se hace el lead time de la materia prima.

$$\textit{Tiempo de permanencia} = \frac{\textit{Cantidad de Invenrario}}{\textit{Demanda diaria}} \quad (5)$$

$$\textit{Tiempo de permanencia} = \frac{156 \textit{ metros lineales}}{4,55 \textit{ paquetes}}$$

Para este cálculo los paquetes se los transforma a metros líneas que se utiliza para cada caja de pizza.

- 4,55 paquetes de 20 unidades
- Una unidad de cartón para caja de pizza mide 1,30 metros
- Cada paquete de 20 unidades utiliza 114,4 metros lineales

$$\textit{Tiempo de permanencia} = \frac{156 \textit{ metros lineales}}{114,4 \frac{\textit{metros lineales}}{\textit{día}}}$$

$$\textit{Tiempo de permanencia} = \frac{156 \textit{ metros lineales}}{114,4 \frac{\textit{metros lineales}}{\textit{día}}}$$

$$\textit{Tiempo de permanencia} = 1,36 \textit{ días}$$

En la tabla 20, se presenta el tiempo de permanencia de cada uno de procesos que implican la formación de la caja de pizza; esto indica el tiempo que la empresa Mikrocartón se demora en entregar un pedido al cliente.

Tabla 20. Lead time de la producción de caja de pizza

Operación	Tiempo de permanencia (días)
Preparar la materia prima base	1,36
Formado y corte de lámina de papel	1,82
Impresión de diseño	2,05
Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas	1,36
Corte de láminas de cartón	0,91
Preparar el producto terminado para su entrega	1,02
Total	8,52

4.23.4. Lead time

Para el cálculo del lead time se realizó la sumatoria del tiempo de permanencia más el tiempo de ciclo del proceso, tomados del mapa de la cadena del valor.

$$\text{lead time} = \text{tiempo de permanencia} + \text{tiempo de ciclo}$$

$$\text{lead time} = (8.52 + 0.23)\text{días}$$

$$\text{Lead time} = 8.75 \text{ días}$$

A continuación, se muestra el mapa de la cadena de valor (VSM) en la figura 11, de la situación actual de la empresa Mikrocartón para el procesamiento de formación de la caja de pizza.

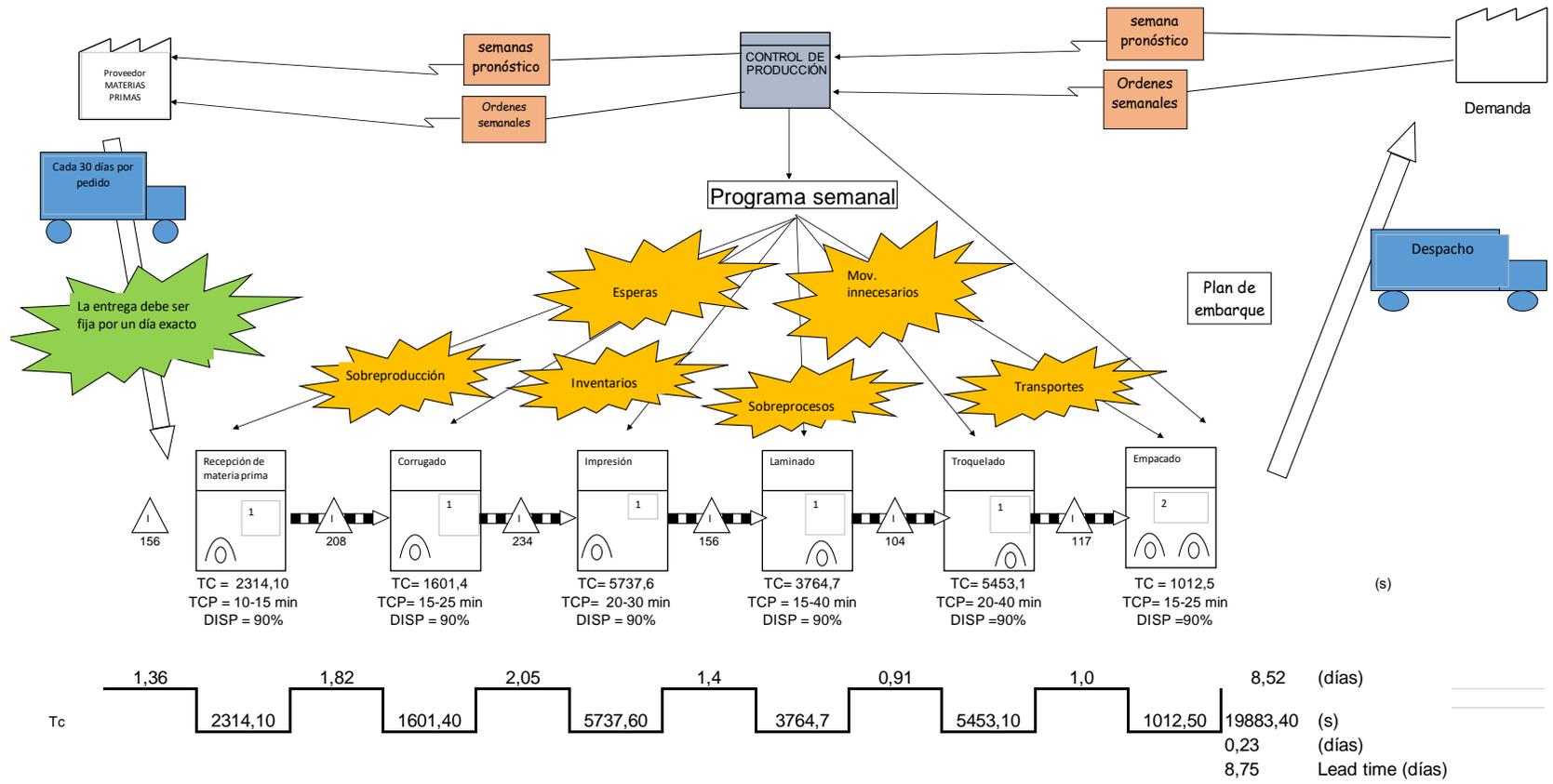


Figura 11. Mapa de la cadena de valor Mikrocartón

Una vez identificados los desperdicios en el proceso productivo es necesario determinar aquellos que influyen de una manera negativa en la producción. Por este motivo se procede a realizar un análisis ABC; en este análisis se establece una relación causa-efecto en relación a mudas y desperdicios. En la tabla 21, se identifica la relación de mudas y desperdicios en la empresa Mikrocartón.

Tabla 21. Análisis ABC en relación a mudas y desperdicios

Tipo de desperdicio	Cantidad	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada %	80-20
Tiempo de espera	20	30,30%	40,91%	80,00%
Transportes	18	27,27%	68,18%	80,00%
Inventario	11	16,67%	84,85%	80,00%
Mov. innecesarios	9	13,64%	98,48%	80,00%
Procesos innecesarios	7	10,61%	10,61%	80,00%
Defectos	1	1,52%	100,00%	80,00%
Sobreproducción	0	0,00%	100,00%	80,00%
Total	66	100%		

A continuación, en la figura 12 se presenta un análisis de los desperdicios de mayor impacto en el proceso de producción de la empresa mediante la realización de un diagrama de Pareto.

Diagrama de Pareto

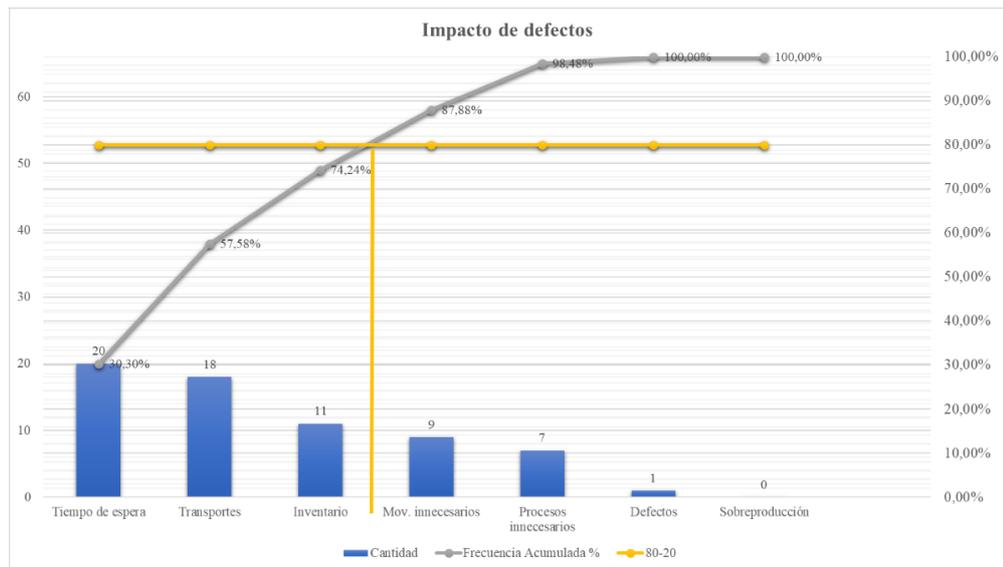


Figura 12. Diagrama de Pareto de impacto de defectos

Una vez realizado el análisis por medio del diagrama de Pareto, se observan las etapas en dónde existe mayor impacto y mayor causa en los desperdicios del proceso de producción de cajas de cartón. Dentro del 80% se definen tres tipos de mudas las cuales requieren mayor atención y énfasis siendo estos:

- Tiempos de espera
- Transportes
- Inventario

Estos desperdicios causan inconvenientes en el desarrollo de la producción, se consideran un impacto negativo para el avance de la empresa. Con el fin de detallar ampliamente los hallazgos obtenidos, a continuación, se realiza un análisis de cada uno de los desperdicios identificados mediante el diagrama de la producción.

4.24. Tiempos de espera

Las esperas que se producen en cada etapa del proceso detienen el avance continuo de la producción, existen varias etapas del proceso donde el trabajador espera a que la máquina cumpla con su ciclo de trabajo, o si la máquina requiere algún ajuste ante las verificaciones constantes dentro de su etapa de proceso.

En ocasiones, existen procesos donde el operario encargado del proceso debe solicitar a otro operario su colaboración para poder realizar cierta actividad, originando

desperdicios ante una programación de trabajo no muy bien organizada. Este tipo de muda es un problema general siendo el de mayor complejidad en la empresa Mikrocartón.

4.25. Transportes

Este tipo de muda describe los traslados cortos o largos que los operarios realizan en la planta de producción, en su mayoría son traslados que no suman directamente al sistema de producción. Puede influir el tener varios sitios de almacenamiento que puede ser a causa de un mal manejo de inventarios. Esto ocurre debido a una distribución inadecuada de las instalaciones y áreas de trabajo y repercute con el manejo de programación en la producción.

4.26. Análisis por inventario

En planta existe productos en exceso o productos que están siendo almacenados ya sea por un mal manejo de insumos para la elaboración exacta de las cantidades requeridas por el cliente. El mal manejo de los productos en cada etapa del proceso, provoca que existan productos defectuosos y por tal razón ya no se elaboran exactamente el pedido del cliente; más bien se tiene un aumento de unidades producidas en los lotes de producción y esta condición influye en tiempos prolongados que producen cambios en su desarrollo además de un impacto en la repercusión económica para la empresa.

4.27. Indicadores de la situación actual del proceso productivo

Se procede a indicar la situación actual que maneja la empresa en sus procesos de producción versus a una propuesta de mejora en su desarrollo de producción, se muestra a continuación el cálculo del ratio de operaciones.

4.28. Ratio de operaciones

Para su respectivo análisis, se deben conocer todas las actividades que se incluyen en el proceso productivo para la obtención de la caja de cartón de pizza. Se tienen 77 actividades, de las cuales 66 son operaciones que no agregan valor y representan a los desperdicios. El cálculo de la obtención de la ratio de operaciones se calcula mediante la ecuación:

$$RO = \frac{\text{Número de operaciones}}{\text{Número total de actividades}} \quad (6)$$

$$RO = \frac{66 \text{ actividades}}{77 \text{ actividades}} \times 100$$

$$RO = 85.71\%$$

También se utiliza la ecuación 4 para el cálculo de la ratio de operaciones con los tiempos del proceso de las actividades versus el tiempo del proceso.

$$RO = \frac{\text{Tiempo de operaciones}}{\text{Tiempo total}} \quad (7)$$

$$RO = \frac{249.27}{274.4} \times 100$$

$$RO = 90.84 \%$$

4.29. Selección de la herramienta para el plan de mejora

Es necesario que se implanten herramientas de mejora en las instalaciones de la empresa Mikrocarton para reducir o eliminar los desperdicios que se generan y están presentes en la producción.

A continuación, se realiza un análisis de beneficios donde se describen las herramientas para cumplir con la mejora.

5S

Este tipo de herramienta es muy factible para reducir tiempos de ciclo optimizando en su mayoría el tiempo para producir, dando importancia al orden y calidez en cada puesto de trabajo.

Crea un ambiente de organización optimización de actividades, mejora la productividad generando resultados positivos.

SMED

Encargada de la mejora en relación a los tiempos de preparación y en el íntegro

proceso de cambio.

Esta herramienta implica en separar actividades internas y externas y elimina desperdicios para estandarizar un nuevo procedimiento.

Estandarización de procesos

Considerado como un punto de partida el cual comprende técnicas y normas más eficaces para producir y garantizar cumplimientos con un flujo continuo en producción.

Comprende en analizar operaciones y tiempos detección de despilfarros, eliminar inventarios, transportes, sobreproducción, movimientos innecesarios

Poka yoke

Diseñado para evitar producción con defectos por medio de detecciones prontas.

Permite realizar inspecciones y tomar decisiones inmediatas ante los defectos que se susciten, evita reprocesos con el fin de obtener una mejor calidad del producto.

JIT

Establece a la manufactura como un flujo continuo eliminando el trabajo por lotes, combina a la vez calidad, cantidades debidas y costos acorde a la producción de los productos solicitados por el cliente.

Kaizen

Hace relación a una mejora mediante la implementación de herramientas que reducen las fuentes de generación de desperdicios para mejorar la calidad, además de una mejora en el ambiente laboral para los operarios.

Jidoka

Basada en la automatización de los sistemas con la implementación de dispositivos capaces de detectar cualquier anomalía o defecto que se produzca.

Permite mejorar en la fabricación de productos sin defectos, reduce cuellos de botella elimina la sobreproducción y fusiona el trabajo entre el operario y la máquina.

Kanban

Sistema de control e información de modo visual por medio de la implementación de tarjetas para un control sincronizado de la producción, donde se indica el inicio de una producción o si existe algún requerimiento en cualquier etapa del proceso de producción. Esta metodología optimiza un aumento en la productividad, sostenibilidad de la empresa y evita sobrecarga laboral o reprocesos.

4.30. Selección de las herramientas de mejora

Se proponen en la tabla 22, las herramientas de mejora que tienen relación con las necesidades de la empresa. A su vez se ordenan los desperdicios generados de mayor a menor impacto, este procedimiento permite analizar el proceso de eliminación o reducción de mudas en el proceso. Para su codificación se establece un código de colores.

- **Verde:** Existe una excelente relación de mejora entre la herramienta y el desperdicio
- **Amarillo:** Existe una relación media relación de mejora entre la herramienta y el desperdicio.
- **Rojo:** Existe una relación baja relación de mejora entre la herramienta y el desperdicio.

Tabla 22. Herramientas Lean Manufacturing y desperdicios generados

Desperdicios \ Herramientas	5S	SMED	Estandarización de procesos	Poka Yoke	JIT	Kaisen	Jidoka	Kanban
Tiempo de espera	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Rojo	Amarillo
Transportes	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Rojo
Inventario	Verde	Rojo	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Rojo	Verde
Mov. innecesarios	Verde	Rojo	Rojo	Verde	Amarillo	Amarillo	Rojo	Amarillo
Procesos innecesarios	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde
Defectos	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde	Verde	Rojo	Verde	Amarillo
Sobreproducción	Rojo	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo	Verde

Se puede determinar ante los desperdicios, que las herramientas de mejora son aplicables y viables como medios de acciones correctivas para disminuir o eliminar los desperdicios que causan impactos negativos ante el proceso de producción de cajas de cartón.

Con la finalidad de tomar decisiones correctas y proponer las herramientas de mejora se ha optado por el método de factores ponderados.

4.31. Método de factores ponderados

Por medio de este método se realiza un análisis cuantitativo en el que se comparan entre sí las diferentes alternativas. En cada alternativa se delimita de acuerdo a su factibilidad de aplicación el proceso de producción.

A continuación, se enuncian los pasos a seguir para llevar a cabo la ponderación.

- Determinación de la relación de factores relevantes frente a su influencia positiva en este método.
- Se debe realizar una ponderación de cada uno de los factores acorde a lo que se ha propuesto la empresa.
- Asignación de valoración para las alternativas eligiendo una escala del 1 al 10
 - 9-10 muy importante
 - 7-8 importante
 - 5-6 algo importante
 - 4-3 poco importante
 - 1-2 no es importante

En la tabla 23, se muestran los factores relevantes de la empresa Mikrocartón según el porcentaje de impacto de las herramientas de manufactura esbelta.

Tabla 23. Método de factores ponderados

Método de factores ponderados	
Factores	% de impacto de la herramienta
Tiempo de implementación	15%
Capacitación al personal de la planta	15%
Costos de implementación	20%
Relación con la causa y raíz	30%
Impacto de la herramienta	20%

Se procede a la calificación cuantitativa de cada factor utilizando la escala elaborada para los desperdicios que presentan mayor índice de influencia en la producción de la empresa.

La tabla 24, 25 y 26 muestran las alternativas que se pueden aplicar a los desperdicios que están presente en su mayoría en los procesos de la formación de las cajas de cartón, los cuales son: tiempos de espera, transporte e inventario respectivamente. En el análisis por colores de la tabla 22 se pudo determinar el impacto que cada uno de las herramientas lean tienen en los desperdicios; ya analizado se verificó las herramientas lean que mayor influencia tienen en los desperdicios y se procedió por ponderación de factores influyentes y las posibles alternativas de herramientas lean.

Tabla 24. Calificación de cada factor de ponderación por tiempo de espera

Método de factores ponderados						
Muda o Desperdicio		Tiempos de Espera				
Factores	Ponderación relativa (%)	Alternativas				
		5S	SMED	Est. de procesos	JIT	Kaizen
Tiempo de implementación	15	8	9	7	8	6
Capacitación al personal de la planta	15	9	7	7	8	9
Costos de implementación	20	7	5	6	7	6
Relación con la causa y raíz	30	7	7	8	7	6
Impacto de la herramienta	20	9	8	8	8	8
Total	100	7,85	7,10	7,30	7,50	6,85

Análisis e Interpretación

De acuerdo a la información procedente de la tabla 25, la herramienta más óptima para contrarrestar el desperdicio por tiempo de espera en los procesos de producción y administrativos es la herramienta 5S con una valoración de 7,85. La estandarización, el orden y la reducción de desperdicios disminuirá el tiempo de espera entre procesos. En este caso, se lo realizará por análisis de toma de tiempos.

Tabla 25. Calificación de cada factor de ponderación por transportes

Método de factores ponderados				
Muda o Desperdicio		Transportes		
Factores	Ponderación realtiva (%)	Alternativas		
		SMED	Est. de procesos	Kaizen
Tiempo de implementación	15	9	9	9

Capacitación al personal de la planta	15	8	7	9
Costos de implementación	20	6	6	7
Relación con la causa y raíz	30	6	6	8
Impacto de la herramienta	20	9	7	8
Total	100	7,35	6,80	8,10

Análisis e Interpretación

Considerando los datos obtenidos en la tabla 26, el desperdicio producido en el transporte, la herramienta Kaizen tiene una ponderación de 8.10 siendo la de mayor importancia. Kaizen impulsa a que se ponga en práctica acciones de mejora en organizaciones cuyo objetivo sea el de reducir desperdicios, mejorar en calidad y condiciones de trabajo que se adaptará minimizando los movimientos innecesarios y mejorando la distribución de estaciones de la planta para el proceso de armado del cartón.

Tabla 26. Calificación de cada factor de ponderación por inventario

Método de factores ponderados					
Muda o Desperdicio		Inventario			
Factores	Ponderación realtiva (%)	Alternativas			
		5S	Est. de procesos	Kaizen	Kanban
Tiempo de implementación	15	8	8	8	8
Capacitación al personal de la planta	15	7	7	6	8
Costos de implementación	20	8	7	6	7
Relación con la causa y raíz	30	7	6	5	7
Impacto de la herramienta	20	8	7	7	9
Total	100	7,55	6,85	6,20	7,70

Análisis e Interpretación

Para mitigar las pérdidas procedentes del inventario, se evalúa la herramienta con una ponderación más alta según el método de factores ponderados para tal criterio, consecuentemente, la tabla 26 muestra que la herramienta más adecuada es Kanban, la cual es una herramienta que permite organizar el inventario mediante técnicas de etiquetado en base a códigos. Para implementar esta herramienta se realizarán acciones para disminuir los niveles de inventario de los productos de los procesos en línea mediante un etiquetado y mejora en la organización.

4.32. Aplicación teórica de las herramientas de manufactura para el proceso de producción

Una vez analizadas las herramientas de manufactura anteriormente seleccionadas para la reducción o eliminación de los desperdicios, se procede a la propuesta de mejora para la organización.

4.33. Metodología 5'S

La implementación de la herramienta 5S en la empresa Mikrocartón es de vital importancia para incentivar la mejora de los procesos evitando el despilfarro y eliminando movimientos innecesarios durante la producción. El propósito de su aplicación en la empresa es con el fin de disminuir los tiempos de espera y mejorar las condiciones de trabajo y servicios.

5S es una herramienta esbelta que fundamenta su filosofía en 5 pilares que orientan a una mejor organización y optimización de la productividad; la selección, orden, limpieza, estandarización y diseño son los estándares que ratifican la reducción de desperdicios y mejora de la productividad.

El presente trabajo de investigación se enfoca en analizar propuestas de mejora a los problemas que presenta la empresa. A continuación, se exponen las propuestas para su futura implementación en planta con el objetivo de eliminar las mudas por tiempo de espera

4.34. Criterios para la aplicación teórica 5S- Auditoría interna

En base a las observaciones realizadas en campo y a los datos obtenidos a partir del proceso, se realiza una auditoría interna con el fin de evaluar los criterios de la empresa y su cumplimiento. La auditoría es un proceso que incluye a las 5S's de la herramienta y exhibe una ponderación del 1 al 5 de conformidad y cumplimiento. Siendo 1 = no cumple, 2 = cumple de forma parcial y 3 = cumple de forma correcta. La sumatoria de estos valores generan porcentajes sobre los cumplimientos de la organización en cuanto a 5S y los ordenan de mayor y menor enfoque para detectar propuestas de mejora para cada una de sus etapas.

En la tabla 27, se muestran los criterios de la auditoría interna de cada fase de implementación de 5S. Esta información define el diagnóstico de la empresa acorde a

su realidad.

Tabla 27. Criterio para la aplicación teórica 5S

Indicador		Criterios:	Puntuación
Clasificar			
1	Las herramientas se encuentran clasificadas en un lugar predeterminado acorde a su uso y función		1
2	La materia prima, productos semielaborados y/o residuos están en lugares específicos fuera del área de operación.		1
3	Todos los objetos de uso frecuente se encuentran ordenados y etiquetados según su función y área de trabajo.		1
4	Existen espacios para la clasificación de objetos, herramientas, maquinaria		2
5	Existen registros de la utilización de herramientas y objetos del trabajo para su control y anticipación.		1
TOTAL _/20			6
Organizar			
Indicador	Criterios:		Puntuación
1	Las herramientas de trabajo se encuentran cerca del área de su uso		2
2	Las herramientas están etiquetadas y codificadas según al proceso al que corresponden.		1
3	Las distintas áreas de trabajo están señalizadas para el paso de transporte, operarios y almacén.		1
4	Se encuentra marcado el flujo de materiales y operaciones para registro de inventarios		1
5	Existen áreas definidas y organizadas para el control de residuos y desechos durante los procesos.		2
TOTAL _/20			7
LIMPIAR			
Indicador	Criterios:		Puntuación
1	Cada zona de trabajo consta de protocolos		1

Indicador	Criterios:	Puntuación
Clasificar		
	de limpieza a seguir.	
2	Existen manuales y/o registros sobre las rutinas de limpieza en la planta	1
3	Se identifican puntos de suciedad y de materiales ajenos al área de procesos.	1
4	Los desechos están clasificados de acuerdo a su procedencia para tomar decisiones de reciclaje o reproceso	1
5	Existen acuerdos de limpieza y registros de parte de los miembros de la organización.	2
TOTAL _/20		6
DISCIPLINA		
Indicador	Criterios:	Puntuación
1	Los controles de limpieza, orden y clasificación de la empresa son realizados a diario.	1
2	Existen auditorias constantes sobre la eficacia de la limpieza y organización	1
3	Se socializa y capacita al personal en cuanto al cumplimiento de las normas 5S.	1
4	Se realiza seguimiento a todas las áreas y se muestran visibles los acuerdos.	1
5	Se realizan informes sobre la eficacia de la limpieza y organización.	2
TOTAL _/20		6
ESTANDARIZACIÓN		
Indicador	Criterios:	Puntuación
1	Existen enunciados los responsables del cumplimiento de cada fase	2
2	Se realizan inspecciones y notificaciones sobre los avances en la corrección de errores	1
3	Existen cronogramas específicos para el mantenimiento de la maquinaria.	1
4	Se han desarrollado sobre el mantenimiento de las condiciones de la planta	1
5	Se presentan correcciones y sugerencias de mejora	2
TOTAL _/20		7

Para resumir los resultados de la auditoría interna de la empresa previo a la propuesta de mejora, se muestra en la tabla 28 el resumen de los criterios y sus porcentajes.

Tabla 28. Resumen Auditoría 5S

5s	Puntos obtenidos	Porcentaje
Clasificar	6	30%
Organizar	7	35%
Limpieza	6	30%
Disciplina	6	30%
Estandarización	7	35%
General	32	32%

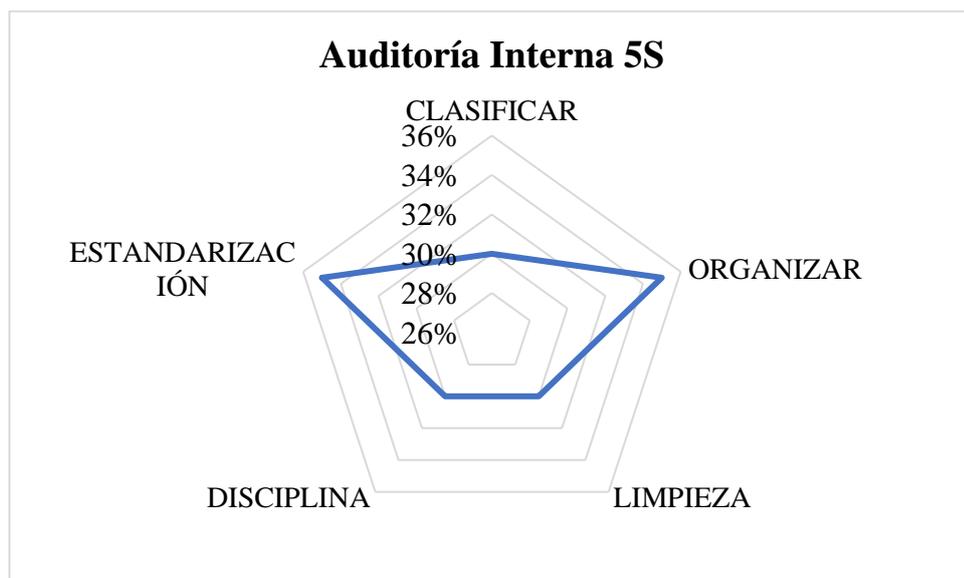


Figura 13. Representación de la auditoría interna de 5S

La auditoría interna representada en la figura 13, indica que los puntos de mayor atención a la empresa son clasificar, limpieza y disciplina con un 30% cada uno. Estos valores son el punto de partida para lograr definir las acciones correctivas frente a las mismas.

4.35. Seiri (Clasificación)

En esta etapa se establecen los criterios para separar lo necesario de lo innecesario en

la planta de producción. Los tiempos de espera tienden a aumentar al momento en el que se determina un espacio de trabajo lleno de herramientas innecesarias que obstruyen el flujo de las operaciones. Para lograr llevar a cabo el primer paso de las 5S se establecen los criterios que definen las herramientas necesarias de las innecesarias según su utilidad en tiempos definidos y su organización en planta. En la figura 14 se esquematiza el diagrama de acción y decisión de clasificación de elementos.

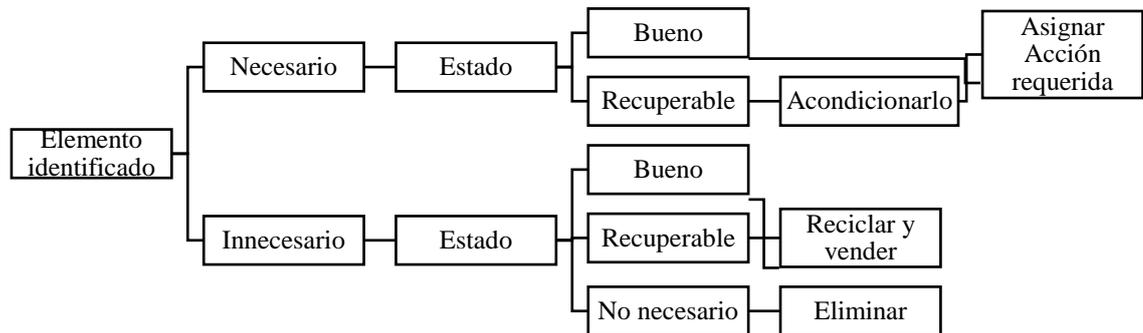


Figura 14. Tratamiento de los elementos, para su selección y orden

De la figura 14, se puede deducir que es necesario tomar decisiones sobre los elementos identificados como innecesarios ya que su ubicación en zonas estratégicas evidentemente permitirá que los objetos necesarios sean más accesibles para el operario y su efecto en la productividad sea positivo.

4.36. Tarjeta roja

La metodología de la tarjeta roja busca identificar mediante un etiquetado a los elementos presentes en áreas estratégicas de la empresa. Permite identificar la frecuencia de uso de los instrumentos y etiquetarlos para localizar su ubicación exacta y permanente, siendo otro de sus beneficios el alcanzar un mejor control sistemático y documentado en inventarios.

La forma de su implementación prioriza el orden y la clasificación. Consiste en identificar las herramientas o actividades que no agregan valor al proceso y las delimita según su última fecha de uso, ubicación, razón de identificación, entre otras.

En el caso particular de la empresa Mikrocartón, se realiza una tarjeta roja que resume la información antes mencionada y se presenta a continuación.

Tabla 29 Modelo de tarjeta roja

Tarjeta Roja				
Fecha:		Etiquetado por:		
Elemento				
Ubicación				
Categoría				
Equipo		Materia prima		
Herramienta		Materia en proceso		
Productos terminados		Otros		
Razón de la etiqueta roja				
No requerido		Obsoleto		
Defecto		Objeto desconocido		
Desperdicios				
Acción requerida sugerida				
Limpiar		Ordenar		Acondicionar
Reciclar		Eliminar		Reciclar y vender

En la figura 15, se muestra el diseño de la tarjeta roja con un modelo de escritura de los datos, los elementos que pueden ser utilizados en la clasificación son todos aquellos involucrados en el procesamiento y entrega de productos terminados.

Aplicación de la tarjeta roja

Tarjeta Roja				
Fecha:	9/2/2023	Etiquetado por:		
Elemento	Producto terminado			
Ubicación	Producto terminado- Bodega			
Categoría				
Equipo		Materia prima		
Herramienta	X	Materia en proceso		
Productos terminados		Otros		
Razón de la etiqueta roja				
No requerido	X	Obsoleto		
Defecto		Objeto desconocido		
Desperdicios				
Acción requerida sugerida				
Limpiar		Ordenar	X	Acondicionar
Reciclar		Eliminar		Reciclar y vender

Figura 15. Modelo de implantación de tarjeta roja



Figura 16. Propuesta de tarjeta roja en el proceso de producción

Como se observa en la figura 16, la tarjeta roja es un sistema que clasifica elementos de la empresa con el seguimiento a los criterios de la auditoría. Permite dar seguimiento y trazabilidad a las herramientas de trabajo y reduce tiempos de espera en búsquedas y ubicaciones. Como es el caso del ejemplo mostrado, se establecen criterios para trasladar el producto terminado a su ubicación final.

Se debe llevar un registro de control para las tarjetas rojas durante su evaluación para saber su fecha de etiquetado, puesta en marcha de dicha observación y la firma de los responsables de cada actividad. En la tabla 30, se muestra un ejemplo de seguimiento en forma de modelo de ficha de registro de tarjetas rojas. Se identificaron los elementos innecesarios encontrados en el área de procesamiento de la empresa. Los elementos fueron residuos del proceso de cortado y laminado del cartón, palets y los bultos recolectados para realizar el reciclaje.

Tabla 30. Propuesta de registro del control de tarjetas rojas.

Registro de objetos necesarios					
Elaborador por:					
Revisado por:					
N°	Elemento	Fecha de observación	Acción a ejecutar	Fecha de puesta en marcha	Responsable
1	Desechos de cartón	20/02/2023	Reciclar y vender	10/03/2023	
2	Cartones armados	20/02/2023	Acondicionar	10/03/2023	
3	Pallets	20/02/2023	Acondicionar	10/03/2023	
4	Bultos de Reciclaje	20/02/2023	Reciclar y vender	10/03/2023	
5	Materiales de oficina	20/02/2023	Acondicionar	10/03/2023	

Es importante definir un registro para asegurar que la implementación de la metodología por tarjeta roja sea controlada y estandarizada, por este motivo se diseñó el siguiente registro que debería usarse en la planta en la fase de clasificación, como la tabla 31.

Tabla 31. Formato de objetos necesarios

Registro de objetos necesarios		Área:
Elaborador por:		
Revisado por:		
N°	Objeto	Ubicación

A partir de la clasificación de lo necesario e innecesario, la organización se asegura de que dichos elementos no obstruyan el paso y las actividades que se desempeñan en el área de producción o incrementando los tiempos de espera.

Finalmente, en este punto se debe comprometer a los operarios al llenado y registro de las variables solicitadas en un horario definido para clasificar lo necesario y lo estrictamente innecesario.

4.37. Seiton (Organización)

Para establecer la organización en la Empresa Mikrocarton, es necesario identificar la frecuencia de uso de los materiales en los procesos, así como también clasificar lugares y localizaciones de elementos considerando las frecuencias de sus usos. Para disminuir las mudas por pérdidas de tiempo se pueden realizar análisis de la productividad de los materiales y su organización en la segunda etapa.

Posteriormente a la clasificación, es necesario utilizar tarjetas o símbolos que identifiquen los materiales y las áreas a las que pertenecen.

Posterior a la clasificación de las herramientas, es necesario implementar sistemas de codificación y localización para su ubicación en la planta y de tal manera reducir los tiempos de espera en el proceso.

Las herramientas que son utilizadas con mayor frecuencia son identificadas y ubicadas en lugares visibles y accesibles al área de producción. Para su identificación, se establecen criterios de frecuencia; rara vez, una vez al año, al mes, semana, al día y constante, en la tabla 32.

Se deben crear los medios para asegurar que cada artículo se encuentre en su lugar y posterior a su uso sea ubicado en el mismo.

Tabla 32. Criterios de frecuencia de aplicación

Frecuencia de Uso	Acción/Localización
Escaso uso- Rara vez	Ubicación en un anaquel en bodega con debida identificación por precaución.
Uso poco frecuente-Una vez al año	Ubicación en bodega, nave de herramientas.
Uso moderado- Unas veces por mes	Ubicación en el ingreso a bodega, anaquel
Frecuente-Varios meses por semana	Ubicación cerca del área de producción.
Bastante frecuente- Varias veces al día	Ubicación cerca del área de producción.
Uso permanente- Muchas veces al día	Ubicación cerca del área de producción.

De acuerdo a su clasificación, se procede a ordenar y se proponen acciones de mejora para facilitar su localización y ubicación.

- **Materiales e insumos**

Los materiales o insumos que necesita el operario no están colocados en áreas próximas a el sitio de trabajo, por esta razón influyen en sitios de trabajo, actualmente no tienen un lugar definido se colocan encima de las máquinas, existen pérdidas de herramientas por no tener un lugar exacto lo colocan en lugares donde tengan espacios vacíos, se mezclan entre documentación del proceso, convirtiéndose en obstáculos que afectan a la continuidad del proceso.

En la tabla 33 se enuncian los materiales encontrados en la empresa que son necesarios, pero no se encuentran en el lugar adecuado y ordenado.

Tabla 33. Elementos necesarios y propuesta de ubicación

Elemento/ material	Zona encontrada	Ubicación sugerida
Escoba	Área de producción	Zona de útiles de limpieza
Folders	Área de impresión	Archivo
Herramientas	Pasillos	Junto a zona de corte
Papel film	Área de impresión	Junto a zona de empaque
Paños de limpieza	Área de corte	Zona de útiles de limpieza
Prendas de vestir	Área de laminado	Lockers personales
Tanque de gas	Almacén	Bodega
Escalera	Almacén	Bodega
Aceite	Área de producción	Zona de laminado

Como propuesta de mejora es colocar un anaquel o repisas donde reposen los materiales o insumos que necesita el operario deben ser colocados en áreas próximas a el sitio de trabajo, definiendo un lugar estratégico cerca a cada máquina, disponiendo de las herramientas e insumos necesarios, recomendando al operario su cuidado y control. Estos anaqueles deben estar bien identificados de modo que se eviten movimientos innecesarios como se indica en la figura 17.

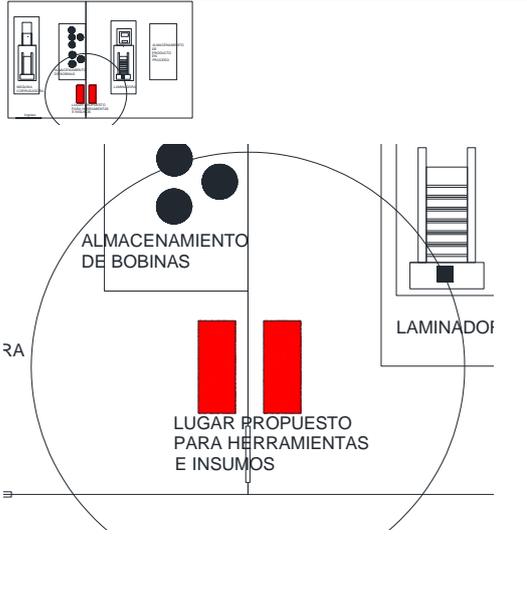
SITUACION ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
	
Insumos, máquinas herramientas sin un sitio definido	Propuesta de un lugar específico de herramientas e insumos

Figura 17. Situación actual vs propuesta de mejora de materiales e insumos

Existe inconvenientes en relación a la producción total ya que la empresa no dispone de áreas definidas para el almacenamiento de productos en proceso, producto en tránsito y productos finalizados, razón por la cual existen tiempos de espera que afectan a varias áreas de trabajo causando retrasos en sus tiempos de producción.

Se propone definir sitios exactos de almacenamiento temporales o de almacenamiento por cada proceso para que el siguiente operario pueda tomar el producto y pueda continuar su proceso en su sitio de trabajo. Estos sitios temporales son definidos como áreas determinadas de la planta de producción, estimar lugares predestinados que no muestren interferencia con el proceso de operación ni el paso de operarios. Es importante incentivar el orden la organización para que pueda fluir todo el proceso operativo sin interferencias o confusiones de productos que se están elaborando, como se indica en la figura 18.

SITUACION ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
	
<p>Desorganizacion entre producto en proceso, producto en tránsito y producto terminado</p>	<p>Propuesta de identificación de producto en proceso, producto en tránsito y producto terminado</p>

Figura 18. Situación actual vs propuesta de mejora en identificación de áreas de producción

- **Área delimitada – control visual**

Actualmente, Mikrocartón no tiene en el área de producción zonas delimitadas que orienten las zonas seguras de operación, seguras para el paso peatonal y líneas de transporte. para lo cual se propone una delimitación de sus áreas de trabajo y sitios de paso peatonal. Además, se propone también la identificación de las zonas de trabajo, identificación de sus procesos en el área de producción para poder ejecutar un control visual de sus procesos, como se indica en la figura 19.

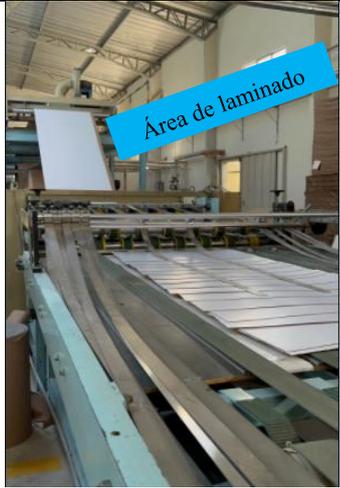
SITUACION ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
	
Falta de control visual en el área de producción	Propuesta de limitación de áreas de trabajo
SITUACION ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
	
Áreas sin identificación de procesos	Propuesta de identificación en el área de procesos

Figura 19. Situación actual vs propuesta de mejora en área delimitada – control visual

Manejo de residuos

En cada una de las actividades que se suscitan en la producción, generan residuos de basura no solamente de papel sino residuos sólidos o líquidos siendo colocados en sitios que obstaculicen el paso de operarios en zonas de producción, o son arrumados en sitios temporales. Se propone el manejo de residuos en cada sitio de trabajo siendo correctamente identificados y señalados donde no causen interferencia en el paso y los

procesos de producción.

En la figura 20, se observa la propuesta de mejora frente al manejo de residuos en la empresa. La empresa Mikrocartón desecha residuos de cartón procedentes de las etapas de cortado y laminado, al ser este un material de reciclaje se propone la adquisición de contenedores azules propios de envases de cartón y papel.

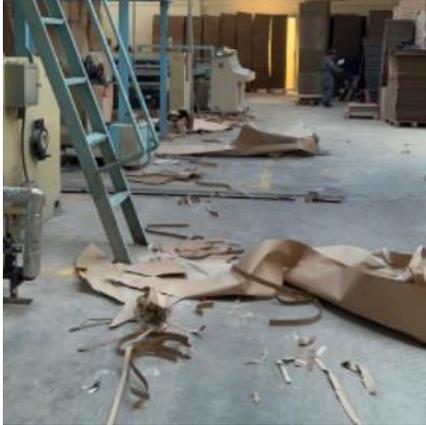
SITUACION ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
	
<p>Inadecuado manejo de residuos producidos en planta</p>	<p>Propuesta de identificación de producto en proceso, producto en tránsito y producto terminado</p>

Figura 20. Situación actual vs propuesta de mejora en el manejo de residuos

4.38. Seiso (Limpiar)

Seiso es el siguiente paso de la implementación de 5s, significa limpiar todas las áreas que involucran las zonas estratégicas del área de producción y plantear metodologías para mantenerlas. Posterior a los pasos realizados de organización y clasificación, la limpieza es un factor determinante para alinear los nuevos estándares de clasificación y para mantenerse previos a la estandarización de procesos.

Una propuesta de mejora que facilitará la implementación de estándares de limpieza en la organización puede ser los mencionados a continuación:

- Crear protocolos de limpieza mediante la implementación de manuales de limpieza que permitan a los operarios seguir adecuadamente las actividades previstas y las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de manera

rutinaria y organizada.

- Mantener documentación perteneciente a los cumplimientos de los estándares de limpieza de la organización. Los registros de los autores de los procesos y las fechas de sus realizaciones podrían facilitar el compromiso de los operarios con las necesidades de la organización.
- Adecuar áreas específicas para el manejo de residuos y mantener la generación de desechos controlados y en lugares adecuados para toma de decisiones futuras.
- Asignar responsables de limpieza de acuerdo a cada área de proceso.

Para esquematizar las áreas que requieren mayor atención en su control de limpieza se ha esquematizado a aquellas que necesitan mayor atención. En la tabla 34, se describen las actividades realizadas, los problemas presentados generalmente, las herramientas que se requieren, el procedimiento y la frecuencia de su desarrollo.

Tabla 34. Plan de Limpieza Mikrocartón

Actividad	Problema	Herramientas	Procedimiento	Frecuencia
Almacén	Grandes cantidades de materia prima, materia en proceso, producto terminado y desechos.	-Escoba -Colector -Etiquetas	Barrer el área. Recoger todos los elementos ajenos a sus secciones y ubicarlos con sus respectivas tarjetas rojas.	Diaria antes de iniciar la jornada
Corte Corrugado	Restos del proceso en el suelo.	-Escoba -Colector	Barrer el área. Recoger los elementos de gran tamaño con la mano.	Diario al iniciar y terminar los procesos.
Laminado	Restos de goma en el suelo	-Agua -Papel absorbente -Jabón	Lavar el área del piso al tener grandes cantidades de goma.	Dos veces por semana por la calibración de la maquinaria.
Troquelado	Restos de producto en el suelo y alrededor de la maquinaria.	-Escoba -recogedor	Barrer el área. Recoger los elementos de gran tamaño con la mano.	Diario al iniciar y terminar la jornada

4.39. Seiketsu (Estandarizar)

La siguiente etapa, no se refiere específicamente a desarrollar actividades concretas;

sin embargo, establece condiciones para mantener las fases anteriores, clasificación, orden y limpieza. Esta etapa consiste en establecer las directrices pertinentes para comprometer y mantener lo implementado.

Dentro de los compromisos que se recomienda a la organización implementar, se incluye a alta dirección como los encargados de controlar y asegurarse que todos los pasos antes mencionados sean cumplidos a cabalidad para mantener los progresos adquiridos en las etapas previas.

A su vez compromete a todos los miembros de la organización a identificar las condiciones normales y anormales en las que la empresa debe operar, colaborar en todas las acciones correctivas y llenado de registros que permitan tener control y seguimiento de las actividades realizadas con el fin de buscar la mejora continua.

Finalmente, se sugiere la práctica de atención a registros e inventarios con la finalidad de prevenir falta de insumos, desorden en la planta y falta de limpieza sean las principales causas de mudas por tiempo de espera. En la tabla 35, se muestran los acuerdos y los responsables para mantener en orden los procesos de acuerdo al estándar de la empresa.

Tabla 35. Estandarización en la empresa Mikrocartón

CONTROL DE ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS MIKROCARTÓN		
Actividades	Responsable	Frecuencia
Mantener la clasificación de los elementos necesarios de innecesarios.	Operadores de la planta	Durante la jornada laboral
Uso y registro correcto de las tarjetas rojas en los procesos.	Operadores de la planta	Durante la jornada laboral
Control de zonas y lugares de almacenamiento de herramientas	Operados de la planta	Durante la jornada laboral
Mantenimiento de signos y señaléticas de la empresa.	Operadores de la planta	Durante la jornada laboral
Control de desechos y lugar de almacenamiento previo al reciclaje.	Operadores de la planta	Dos veces por semana durante la jornada laboral
Revisión registro de limpieza en cada área	Supervisor y operadores de planta	Dos veces por semana durante la jornada laboral

4.40. Shitsuke (Disciplina)

Para concluir con la implementación del 5s, se necesita cumplir con la última fase de la herramienta. La disciplina es la etapa en la cual se promueve y socializa cada acuerdo y medida de mejora, se realizan todos los documentos posibles para que la organización mantenga los procedimientos para el beneficio de la compañía.

De acuerdo a la auditoria enunciada anteriormente, es necesario:

- Identificar las nuevas responsabilidades para corregir los puntos a mejorar y mantener el avance del proceso.
- Entrenar al personal y formar un equipo de implementación con las técnicas necesarias para mantener el compromiso de la organización con sus empleados.
- Comprometer a la alta directiva a garantizar que la implementación sea socializada con todos los operarios.
- Establecer un tiempo y desarrollo del programa de implementación y de proveer los recursos necesarios para llevar a cabo.
- Los operarios deben comprometerse a recibir y aplicar el entrenamiento y las capacitaciones orientadas a la mejora continua.

Finalmente, es necesario que la empresa se comprometa a realizar la auditoría interna cada 6 meses con el fin de evaluar los avances alcanzados periódicamente.

4.41. Kaizen

Esta herramienta permite realizar mejoras en una empresa no solo a nivel de producción sino a nivel general. Se basa en un régimen de organización donde se pueden realizar cambios sin mucha inversión de capital dando la oportunidad de ser más productivos.

Se plantea un plan de mejora ante los inconvenientes detectados y se da un plan de acción. La metodología Kaizen para su mejora tiene como herramienta al diagrama de Pareto en el que detalla un análisis de las actividades de la organización como se

planteó en la tabla 22.

Para el siguiente análisis de las actividades que no agregan valor al proceso se ha podido cuantificar en cada uno de los procesos los tiempos invertidos en transporte donde existen esperas continuas entre procesos desde la entrega y la recepción del material procesado hasta llegar a su etapa final, cada operario debe garantizar que se cumpla con las cantidades solicitadas. A continuación, se detallan las actividades presentes en cada en la fabricación.

- **Materia prima**

Tabla 36. Identificación de desperdicios materia prima

Identificación de desperdicios Materia prima							
ACTIVIDAD: Preparar la materia prima base (bobinas de papel)		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
1	Revisar la orden del pedido	27,1	30,3		30,3		X
2	Buscar el tipo de bobina de papel a utilizarse acorde a los requerimientos	138,6	158,0		158,0		X
3	Verificar especificaciones de la bobina	34,3	39,5		39,5		X
4	Verificar estado de la bobina	41,8	48,1		48,1		X
5	Subir la bobina al montacargas	524,4	681,7		681,7		X
6	Tomar la bobina y llevarla a el área de corrugado	1043,4	1356,5		1356,5		X
TOTAL (segundos)		1809,6	2314,1	0	0,0	2314,1	
TOTAL (minutos)		30,2	38,6	0	0,0	38,6	

Acorde a la tabla 36, los tiempos que no agregan valor en el proceso de preparación de la materia prima existe un total de 2314.1 segundos o 38.6 minutos invertidos de los cuales se debe tomar correctivos para mitigarlos.

- 1 Se debe realizar una reunión entre todos los miembros de la planta, para designaciones semanales de actividades desde los bodegueros o despachadores

que sean quienes manejen un control de sus inventarios.

- 2 Realizar fichas de control para el despacho respectivo de los materiales a utilizar.

Situación actual

Actualmente, la empresa Mikrocartón no tiene registros documentados de despachos de materia prima solamente consta con las órdenes de pedidos de sus clientes. Las operaciones se realizan de forma intuitiva, en donde el operario únicamente procede a operar sin especificar el estado de la materia prima a utilizar.

Situación propuesta

Se propone la elaboración de un registro de despacho de materia prima como lo indica la tabla 37. En este documento deberían constar las características, el estado de la materia prima despachada, su codificación y observaciones previas al proceso.

Tabla 37. Registro de despacho de materia prima

Registro de despacho de materia prima			Orden N°
Responsable:			Fecha:
Referencia	Denominación	Unidades	Observaciones / Estado
Código	2950741	1	En excelente estado, sin abolladuras
Tipo de bobina	Regercoat Economic		
Gramaje del papel	125 gramos		
Peso (Tn)	1,2 Tn		
Ancho	160 cm		

- 3 Ante la generación de la orden de proceso por parte del área administrativa, se deberá comunicar al área de materia prima donde preparará el material a ser utilizado.
- 4 Crear rutas establecidas de paso exclusivo para poder entregar la materia prima, evitar obstáculos que generen pérdidas de tiempo o intervenga con otras actividades.

Situación actual

Actualmente, la empresa Mikrocartón dispone de un área de bodega donde se almacena materia prima, producto en proceso y producto terminado. Carece de un área delimitada para el paso peatonal, rutas de movilización con montacargas y áreas específicas para almacenamiento de material. Esta situación genera tiempos de espera porque el operario primero debe liberar espacios para llevar materia prima a la planta de producción.

Situación propuesta

Se propone delimitar áreas usando señalética visual en el piso de la planta según el decreto ejecutivo 2393, Art. 24, con la finalidad de separar áreas predispuestas a almacenamiento y maquinaria y asegurar el paso de operarios, como se indica en la figura 21.

Situación actual	Situación propuesta
	
Carencia visual de áreas delimitadas de almacenamiento	Propuesta de áreas delimitadas entre almacenamiento y paso de montacargas en base al decreto ejecutivo 2393, Art. 24

Figura 21. Delimitación de áreas usando señalética visual

- 5 Designar un montacargas manual solo para bodega en el cual el operario se encarga de las entregas, como se indica en la figura 22.

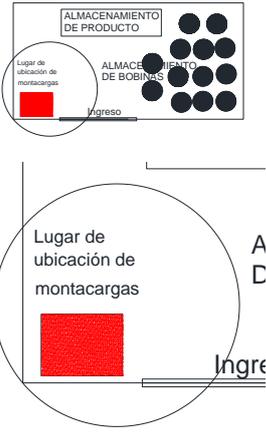
Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Montacargas de uso general en la planta de producción y almacenamiento.</p>	<p>Propuesta de uso de montacargas de uso exclusivo en el área de almacenamiento.</p>

Figura 22. Montacargas de uso exclusivo en el área de almacenamiento.

- 6 Documentar los tiempos de entrega frente a la cantidad de producto terminado en cada pedido y establecer parámetros matemáticos sobre el tiempo estimado al siguiente proceso.
- 7 Implementar el buen uso del montacargas eléctrico designando un sitio habitual que no interfiera en el proceso, como se indica en la figura 23.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Sin definir lugar de parqueo de montacargas</p>	<p>Propuesta de lugar de parqueo del montacargas</p>

Figura 23. Parqueo del montacargas

- **Corrugado**

Tabla 38. Identificación de desperdicios Corrugado

TABLA de Identificación de desperdicios Corrugado							
ACTIVIDAD: Formado y corte de lámina de papel		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
1	Revisar la orden del pedido	12,09	13,78		13,78		X
2	Montar la bobina de papel en el corrugador	699,58	860,49		860,49		X
3	Realizar correcciones de dimensiones de la bobina	168,03	196,59		196,59		X
4	Trasladarse al puesto de control	56,23	64,66		64,66		X
5	Puesta en marcha la máquina corrugadora	41,08	49,70		49,70		X
6	Corte de láminas y verificación de láminas salientes	35,71	42,14	42,14		X	
7	Agrupar las láminas cortadas	252,12	305,07		305,07		X
8	Llevar a el área de producto cortado	56,99	68,96		68,96		X
TOTAL (segundos)		1321,8	1601,4	42,1	1559,2	Versión	
TOTAL (minutos)		22,0	160,1	0,7	26,0	1	

Para el área de corrugado se ha podido verificar acorde a la tabla 38, que se invierte un tiempo de 1559.2 segundos o 26 minutos en actividades que no agregan valor siendo un proceso en el que se forma la o las láminas de cartón para ser cortadas. El operario deberá realizar la cantidad exacta que fue solicitada por el cliente y los desplazamientos puntuales.

1. Implementar bandejas de recolección del cartón sobrante de los cortes que se realizan para posteriormente ser recolectados una vez concluido la actividad. En la figura 24 se describe el manejo adecuado de los residuos generados, como

se indica en la figura 24.

Situación actual	Situación propuesta
	
Manejo inadecuado de desperdicios generados	Propuesta de bandeja de recolección de desperdicios generados.

Figura 24. Desperdicios generados

2. Implementar el desarrollo de una guía de cumplimiento, previa a el arranque de la máquina donde se señale el cumplimiento de las actividades tales como: colocación de materia prima, encendido de la máquina, calibración de rollos, textura del papel, limpieza de residuos, revisión de calidad de la plancha cortada y corrugada, para trasladar a la siguiente etapa de trabajo, como se indica en la figura 25.

Situación actual	Situación propuesta																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parámetros de control y operación de Corrugadora</th> </tr> <tr> <th>Actividad</th> <th>Acción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Colocar bobina en el rodillo</td> <td>Fijar y sujetar las bobinas dentro de la línea eje.</td> </tr> <tr> <td>Alineación de láminas</td> <td>Regular los rodillos estriados y el rodillo engomador a la línea eje.</td> </tr> <tr> <td>Pre calentamiento de fibra de goma</td> <td>Realizar el calentamiento de la goma, para una correcta resistencia al efecto de engomado</td> </tr> <tr> <td>Conformación del pliego</td> <td>Revisar la adhesión de las láminas de papel y verificar su alineamiento que no tenga sobrantes a los costados.</td> </tr> <tr> <td>Corte de la lámina</td> <td>Revisar previamente las cuchilas para un corte exacto</td> </tr> <tr> <td>Tamaño de lámina</td> <td>Revisar con un instrumento de medición, el tamaño de las láminas cortadas</td> </tr> <tr> <td>Limpieza del área de trabajo</td> <td>Eliminar desechos que interfieran en el proceso</td> </tr> <tr> <td>Ubicación del producto terminado</td> <td>Ubicar el producto en un sitio designado para que continúe con el siguiente proceso.</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros de control y operación de Corrugadora		Actividad	Acción	Colocar bobina en el rodillo	Fijar y sujetar las bobinas dentro de la línea eje.	Alineación de láminas	Regular los rodillos estriados y el rodillo engomador a la línea eje.	Pre calentamiento de fibra de goma	Realizar el calentamiento de la goma, para una correcta resistencia al efecto de engomado	Conformación del pliego	Revisar la adhesión de las láminas de papel y verificar su alineamiento que no tenga sobrantes a los costados.	Corte de la lámina	Revisar previamente las cuchilas para un corte exacto	Tamaño de lámina	Revisar con un instrumento de medición, el tamaño de las láminas cortadas	Limpieza del área de trabajo	Eliminar desechos que interfieran en el proceso	Ubicación del producto terminado	Ubicar el producto en un sitio designado para que continúe con el siguiente proceso.
Parámetros de control y operación de Corrugadora																					
Actividad	Acción																				
Colocar bobina en el rodillo	Fijar y sujetar las bobinas dentro de la línea eje.																				
Alineación de láminas	Regular los rodillos estriados y el rodillo engomador a la línea eje.																				
Pre calentamiento de fibra de goma	Realizar el calentamiento de la goma, para una correcta resistencia al efecto de engomado																				
Conformación del pliego	Revisar la adhesión de las láminas de papel y verificar su alineamiento que no tenga sobrantes a los costados.																				
Corte de la lámina	Revisar previamente las cuchilas para un corte exacto																				
Tamaño de lámina	Revisar con un instrumento de medición, el tamaño de las láminas cortadas																				
Limpieza del área de trabajo	Eliminar desechos que interfieran en el proceso																				
Ubicación del producto terminado	Ubicar el producto en un sitio designado para que continúe con el siguiente proceso.																				
Actividades desarrolladas por el operario al momento de estar en operación la maquinaria	Implementación de un instructivo de trabajo de actividades previas al arranque de la operación																				

Figura 25. Instructivo para el área de corrugado

3. Minimizar el tiempo de traslado del producto terminado, eliminando los desperdicios en el suelo que dificultan el paso del montacargas, como se indica en la figura 26.

Situación actual	Situación propuesta
	
Manejo inadecuado de los desperdicios generados.	Colector móvil de residuos propuesto.

Figura 26. Manejo de residuos

4. Designar rutas de traslado para la operación de corrugado, para no tener cruce con otro proceso que intervenga en su trayecto, como se indica en la figura 27.

Situación actual	Situación propuesta
	
Áreas de producción sin un control visual de uso	Propuesta de delimitación nueva de áreas de producción, en base al decreto ejecutivo 2393, Art. 24

Figura 27. Delimitación nueva de áreas de producción

- **Impresión**

Tabla 39. Identificación de desperdicios impresión

Identificación de desperdicios Impresión						
ACTIVIDAD: Impresión de diseño	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
1	Recepción del material en proceso del área de corrugado	946,92	1164,71		1164,71	X
2	Ubicar el material en la máquina de impresión	1646,53	2091,10		2091,10	X
3	Movilizar al sitio de almacenamiento de placas de impresión	66,61	76,60		76,6	X
4	Seleccionar la placa del diseño a imprimir	6,20	7,13	7,13		X
5	Ubicar placa de impresión	43,22	51,86		51,86	X
6	Trasladarse al puesto de control	18,17	20,53		20,53	X
7	Puesta en marcha la impresión	37,99	42,92		42,92	X
8	Desplazarse hasta el sitio de láminas impresas	22,93	26,37		26,37	X

Identificación de desperdicios Impresión							
ACTIVIDAD: Impresión de diseño		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
9	Esperar a primeros productos impresos	129,2	149,88		149,88		X
10	Elegir una muestra	9,087	10,45		10,45		X
11	Movilizarse al sitio de control de calidad	9,888	11,17		11,17		X
12	Control de impresión, tonificación de colores	200,21	246,26		246,26	X	
13	Regulación de colores, verificar cantidades	139,41	179,83		179,83		X
14	Trasladarse nuevamente al puesto de control	15,55	17,57		17,57		X
15	Esperar a los productos impresos	69,23	79,61		79,61		X
16	Elegir una nueva muestra	9,36	11,05		11,05		X
17	Movilizarse al sitio de control de calidad	18,2	21,19		21,19		X
18	Examinar muestras acordes a lo requerido	122,92	147,5	14,5		X	
19	Movilizarse hasta el puesto de control	10,64	12,02		12,02		X
20	Esperar a que finalice el lote del producto	939,44	1099,14		1099,14		X
21	Llevar el coche montacarga	17,7	22,13		22,13		X
22	Montar el lote terminado	63,19	80,88		80,88		X
23	Llevar a el área de laminado	136,35	167,71		167,71		X
TOTAL (segundos)		4678,9	5737,6	21,6	5583	Versión	
TOTAL (minutos)		78	95,6	0,4	93	1	

En la tabla 39, de las actividades que no agregan valor en este proceso de impresión de modelos que solicita el cliente o son modelos ya definidos en planta, desde la recepción del material en proceso y la entrega a la siguiente etapa con un tiempo de 5583.0 segundos o 93 minutos siendo en su mayoría tiempo que no agrega valor para tomar correctivos que permitan suprimir este tiempo de desperdicios.

- 1 Existen traslados repetitivos que realiza el operario para el control o verificación de la operación de la maquinaria. Para que la empresa pueda tener un control más óptimo en sus procesos se debe realizar un chequeo previo del estado de la maquinaria al comenzar y al finalizar las jornadas de trabajo. Además, es necesario prevenir operaciones mediante el control de insumos que

se necesita para esta operación. De este modo se pueden evitar traslados innecesarios o movimientos repetitivos por una misma actividad, como se indica en la figura 28.

Situación actual	Situación propuesta																																																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4" data-bbox="746 521 1390 551">Check list - Impresión</th> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="746 551 1114 580">Responsable:</td> <td colspan="2" data-bbox="1114 551 1390 580">Fecha:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="746 580 1114 609">Hora de ingreso de materia prima :</td> <td colspan="2" data-bbox="1114 580 1390 609">Hora de salida de material en proceso:</td> </tr> <tr> <th colspan="4" data-bbox="746 636 1390 665">Arranque del proceso</th> </tr> <tr> <th data-bbox="746 665 1002 694">Actividad</th> <th data-bbox="1002 665 1114 694">Conforme</th> <th data-bbox="1114 665 1241 694">No conforme</th> <th data-bbox="1241 665 1390 694">Comentarios</th> </tr> <tr> <td data-bbox="746 694 1002 723">Colocación del material</td> <td data-bbox="1002 694 1114 723"></td> <td data-bbox="1114 694 1241 723"></td> <td data-bbox="1241 694 1390 723"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 723 1002 752">Calibración de impresión</td> <td data-bbox="1002 723 1114 752"></td> <td data-bbox="1114 723 1241 752"></td> <td data-bbox="1241 723 1390 752"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 752 1002 781">Encendido de la máquina</td> <td data-bbox="1002 752 1114 781"></td> <td data-bbox="1114 752 1241 781"></td> <td data-bbox="1241 752 1390 781"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 781 1002 810">Cantidad de tintas a utilizar</td> <td data-bbox="1002 781 1114 810"></td> <td data-bbox="1114 781 1241 810"></td> <td data-bbox="1241 781 1390 810"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 810 1002 840">Limpieza de rodillos</td> <td data-bbox="1002 810 1114 840"></td> <td data-bbox="1114 810 1241 840"></td> <td data-bbox="1241 810 1390 840"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 840 1002 869">Calidad</td> <td data-bbox="1002 840 1114 869"></td> <td data-bbox="1114 840 1241 869"></td> <td data-bbox="1241 840 1390 869"></td> </tr> <tr> <th colspan="4" data-bbox="746 869 1390 898">Avance del proceso</th> </tr> <tr> <th data-bbox="746 898 1002 927">Actividad</th> <th data-bbox="1002 898 1114 927">Conforme</th> <th data-bbox="1114 898 1241 927">No conforme</th> <th data-bbox="1241 898 1390 927">Comentarios</th> </tr> <tr> <td data-bbox="746 927 1002 956">Calidad de impresión</td> <td data-bbox="1002 927 1114 956"></td> <td data-bbox="1114 927 1241 956"></td> <td data-bbox="1241 927 1390 956"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 956 1002 985">Cantidad de tintas en uso</td> <td data-bbox="1002 956 1114 985"></td> <td data-bbox="1114 956 1241 985"></td> <td data-bbox="1241 956 1390 985"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 985 1002 1014">Rodillo alineados</td> <td data-bbox="1002 985 1114 1014"></td> <td data-bbox="1114 985 1241 1014"></td> <td data-bbox="1241 985 1390 1014"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 1014 1002 1043">Espesor de impresión en lámina</td> <td data-bbox="1002 1014 1114 1043"></td> <td data-bbox="1114 1014 1241 1043"></td> <td data-bbox="1241 1014 1390 1043"></td> </tr> <tr> <th colspan="4" data-bbox="746 1043 1390 1072">Final del proceso</th> </tr> <tr> <th data-bbox="746 1072 1002 1102">Actividad</th> <th data-bbox="1002 1072 1114 1102">Conforme</th> <th data-bbox="1114 1072 1241 1102">No conforme</th> <th data-bbox="1241 1072 1390 1102">Comentarios</th> </tr> <tr> <td data-bbox="746 1102 1002 1131">Cantidad de láminas</td> <td data-bbox="1002 1102 1114 1131"></td> <td data-bbox="1114 1102 1241 1131"></td> <td data-bbox="1241 1102 1390 1131"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="746 1131 1002 1160">Calidad de impresión</td> <td data-bbox="1002 1131 1114 1160"></td> <td data-bbox="1114 1131 1241 1160"></td> <td data-bbox="1241 1131 1390 1160"></td> </tr> </thead></table>	Check list - Impresión				Responsable:		Fecha:		Hora de ingreso de materia prima :		Hora de salida de material en proceso:		Arranque del proceso				Actividad	Conforme	No conforme	Comentarios	Colocación del material				Calibración de impresión				Encendido de la máquina				Cantidad de tintas a utilizar				Limpieza de rodillos				Calidad				Avance del proceso				Actividad	Conforme	No conforme	Comentarios	Calidad de impresión				Cantidad de tintas en uso				Rodillo alineados				Espesor de impresión en lámina				Final del proceso				Actividad	Conforme	No conforme	Comentarios	Cantidad de láminas				Calidad de impresión			
Check list - Impresión																																																																																					
Responsable:		Fecha:																																																																																			
Hora de ingreso de materia prima :		Hora de salida de material en proceso:																																																																																			
Arranque del proceso																																																																																					
Actividad	Conforme	No conforme	Comentarios																																																																																		
Colocación del material																																																																																					
Calibración de impresión																																																																																					
Encendido de la máquina																																																																																					
Cantidad de tintas a utilizar																																																																																					
Limpieza de rodillos																																																																																					
Calidad																																																																																					
Avance del proceso																																																																																					
Actividad	Conforme	No conforme	Comentarios																																																																																		
Calidad de impresión																																																																																					
Cantidad de tintas en uso																																																																																					
Rodillo alineados																																																																																					
Espesor de impresión en lámina																																																																																					
Final del proceso																																																																																					
Actividad	Conforme	No conforme	Comentarios																																																																																		
Cantidad de láminas																																																																																					
Calidad de impresión																																																																																					
Traslados repetitivos en su área de trabajo	Propuesta de un control por check list para el control y avance de la calidad de																																																																																				

Figura 28. Verificación visual de calidad de impresión y de tintas

- 2 Designar un montacargas para el área de trabajo para el retiro del producto ya elaborado y poder ser trasladado. En la figura 29, se propone el uso único de esta área de trabajo.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Montacargas de uso de varias áreas de trabajo</p>	<p>Designar un montacargas de uso único del área de impresión para traer y llevar pallets con el producto en proceso de conformación.</p>

Figura 29. Montacargas de uso único del área de impresión

- 3 El control de calidad de la primera impresión debe cumplir con lo esperado, para lo cual se debe controlar previamente niveles de carga de tintas a utilizar reduciendo la variabilidad entre tonalidades y mejorando la calidad. Actualmente se lo realiza por un control visual con un modelo de la imagen del diseño con la lámina impresa asemejando las tonalidades, como se indica en la figura 30.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Manejo inadecuado de carga de tintas para impresión</p>	<p>Propuesta de implementar un medidor de cantidades por color para impresión de modelos en el cartón.</p>

Figura 30. Manejo de carga de tintas

- 4 Establecer una ruta destinada para el paso libre hacia el siguiente proceso. En la figura 31, se platea la situación actual y la propuesta en el área de trabajo.

Situación actual	Situación propuesta
	
Carencia visual de áreas delimitadas de paso libre	Propuesta de áreas delimitadas entre maquinaria y paso de montacargas, en base al decreto ejecutivo 2393, Art. 24

Figura 31. Áreas delimitadas entre maquinaria y paso de montacargas

- **Laminado**

Tabla 40. Identificación de desperdicios laminado

Identificación de desperdicios Laminado							
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
1	Recepción del material en proceso del área de impresión	345,52	421,54		421,54		X
2	Ubicar el material en la máquina de laminado	133,45	158,81		158,81		X
3	Trasladarse al puesto de control	11,5	12,88		12,88		X
4	Nivelar pliegos e igualarlos	94,72	110,82		110,82		X
5	Puesta en marcha el laminado	8,86	10,01	10,01		X	
6	Esperar a primeros productos laminados	33,34	37,67		37,67		X
7	Elegir una muestra	4,13	4,75		4,75		X
8	Control de calidad, pliegos formados	52,55	63,07	63,07		X	

Identificación de desperdicios Laminado							
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
9	Apilar pliegos laminados	48,85	57,16		57,16		X
10	Descarga en el área de producto laminado terminado	50,27	58,31		58,31		X
11	Regulación de rieles de pliegos	214,14	244,12		244,12		X
12	Trasladarse nuevamente al puesto de control	14,87	16,65		16,65		X
13	Esperar a los productos laminados	88	98,57		98,57		X
14	Elegir una nueva muestra	6,5	7,48		7,48		X
15	Examinar muestras	24,95	30,69	30,69		X	
16	Apilar pliegos laminados	160,56	189,46		189,46		X
17	Descarga en el área de producto laminado terminado	45,72	53,04		53,04		X
18	Movilizarse hasta el puesto de control	16,86	18,88		18,88		X
19	Esperar a que finalice el lote del producto	1470,84	1765		1765		X
20	Llevar el coche montacarga	24,05	27,9		27,9		X
21	Montar el lote terminado	170,86	211,87		211,87		X
22	Llevar a el área de troquelado	146,95	166,06		166,06		X
TOTAL (segundos)		3167,5	3764,7	103,8	3661	Versión	
TOTAL (minutos)		52,8	62,7	1,7	61	1	

En la tabla 40, de las actividades que no agregan valor en este proceso de laminado tiene un total de 3661.0 segundos o 61 minutos invertidos. El proceso de laminado tiene varias actividades repetitivas específicamente en traslados y transporte del material en proceso en el que el operador invierte tiempos de espera generando desperdicios.

1. Establecer un montacargas propio del área, para evitar pérdidas de tiempo del proceso y el operario no lo haga manualmente, como se indica en la figura 32.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>El operador tiene que colocar las planchas de cartón laminado y realizarlo manualmente</p>	<p>Propuesta de un montacargas eléctrico de clase III, con transpaletas hidráulicas.</p>

Figura 32. Montacargas eléctrico de clase III

- Definir un sitio específico en el área de laminado para que el operario pueda colocar los insumos utilizados y no interfieran en el paso, eliminando así tiempos de espera hasta llegar al siguiente proceso, como se indica en la figura 33.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Manejo inadecuado de materiales e insumo en el área de laminado.</p>	<p>Propuesta de implementación de un anaquel de acero.</p>

Figura 33. Manejo de materiales e insumo en el área de laminado

- Troquelado

Tabla 41. Identificación de desperdicios troquelado

TABLA de Identificación de desperdicios Troquelado							
ACTIVIDAD: Corte de láminas de cartón		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
1	Recepción del material en proceso del área de troquel	291,19	343,61		343,61		X
2	Ubicar el material en la máquina troqueladora	211,65	247,63		247,63		X
3	Colocar el molde de troquel	25,6	28,92		28,92		X
4	Nivelar pliegos e igualarlos	14,82	17,34		17,34		X
5	Trasladarse al puesto de control	194,03	219,26		219,26		X
6	Puesta en marcha el troquelado	306,49	346,34	346,34		X	
7	Control del proceso en mandos de máquina	860,79	989,91	989,91		X	
8	Esperar a que finalice el troquel del lote	39,44	44,17		44,17		X
9	Examinar muestras	41,63	49,54	49,54		X	
10	Movilizarse hasta el puesto de control	121,71	138,75		138,75		X
11	Llevar el coche montacarga	150,9	179,57		179,57		X
12	Montar el lote terminado	32,73	39,61		39,61		X
13	Llevar a el área de almacenamiento	2321,07	2808,49		2808,49		X
TOTAL (segundos)		4612	5453,1	1385,8	4067,3	Versión	
TOTAL (minutos)		76,9	90,9	23,1	67,8	1	

En la tabla 41, de las actividades que no agregan valor en este proceso de laminado tiene un total de 4067.3 segundos o 67.8 minutos invertidos. El proceso de troquelado tiene varios tiempos de espera y actividades repetitivas que por medio de la investigación se pudo evidenciar, las esperar por desplazamientos generando retrasos en el proceso.

1. Realizar una reunión con la alta gerencia para poder implementar un operario

que se vincule a este proceso por el motivo de control de ingreso de material, programación y posterior entrega de material ya corrugado evitando el desplazamiento del operario.

2. Implementar el uso de un montacargas eléctrico que permita movilizar el material ya procesado delimitando un área de paso maquinaria y operarios, como lo indica la figura 34.

Situación actual	Situación propuesta
	
Manejo inadecuado de material en proceso y transporte manual	Propuesta de un montacargas eléctrico de clase III, con transpaletas hidráulicas.

Figura 34. Montacargas eléctrico de clase III

- **Empacado**

Tabla 42. Identificación de desperdicios empacado

TABLA de Identificación de desperdicios Empacado							
	ACTIVIDAD: Preparar el producto terminado para su entrega	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
1	Tomar los lotes troquelados del área de almacenamiento	299,02	299,02		299,02		X
2	Contabilizar unidades	114,19	114,19	114,19		X	

TABLA de Identificación de desperdicios Empacado						
ACTIVIDAD: Preparar el producto terminado para su entrega	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA		
3	Retirar las rebabas de las láminas de cartón formadas	69,96	69,96		69,96	X
4	Embalar los paquetes formados	16,05	16,05	16,05		X
5	Trasladar los paquetes formados a producto terminado	513,25	513,25		513,25	X
TOTAL (segundos)		1012,5	1012,5	130,2	882,2	Versión
TOTAL (minutos)		16,9	16,9	2,2	14,7	1

En la tabla 42, de las actividades que no agregan valor en este proceso de empaquetado tiene un total de 882.2 segundos o 14.7 minutos invertidos en el área de empaquetado se debe mitigar los tiempos de espera en desplazamientos innecesarios.

- 1 Definir un área de trabajo para este proceso, de manera que no interfiera con los demás procesos, actualmente se lo realiza en áreas donde interfiere en libre desplazamiento del traslado del material entre el área de corrugado y laminado. Se propone designar un área junto al almacenamiento de bobinas del proceso de corrugado donde no interfiere con ningún proceso, como lo indica la figura 35.

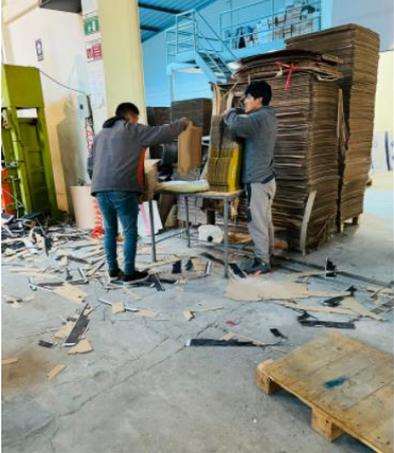
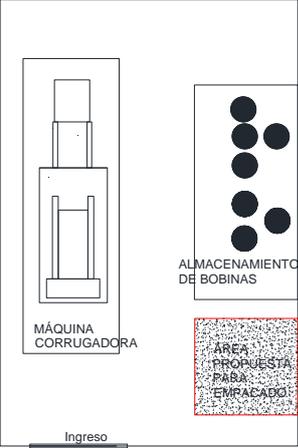
Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Área de empaque sin un lugar definido</p>	<p>Propuesta de lugar de empaque</p>

Figura 35. Lugar de empaque

- 2 Implementar una empacadora eléctrica para suprimir tiempos de espera, como lo indica la figura 36.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Manejo inadecuado en empackado</p>	<p>Propuesta de una empacadora automática eléctrica.</p> <p>Capacidad: Hasta 1000 cajas/hora</p> <p>Velocidad del transportador: 20m/min.</p>

Figura 36. Empacadora automática eléctrica

- 3 Definir un área en bodega para producto terminado y post entrega al cliente, como lo indica la figura 37.

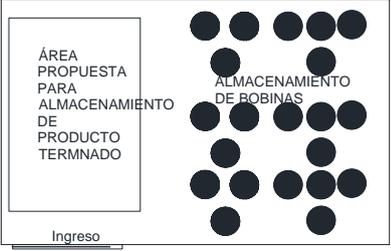
Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Sin un lugar definido para almacenamiento y post entrega del producto final</p>	<p>Propuesta de mejorar en bodega dividir proporcionalmente dos áreas para producto de materia prima y de entrega al cliente.</p>

Figura 37. área en bodega para producto terminado

- 4 Implementar montacargas para poder transportar el producto terminado, eliminando en su mayoría los tiempos de espera, como lo indica la figura 38.

Situación actual	Situación propuesta
	
<p>Montacargas usado en varias áreas de la producción</p>	<p>Propuesta de un montacargas eléctrico de clase III, con transpaletas hidráulicas.</p>

Figura 38. Montacargas eléctrico de clase III, para producto terminado

- 5 Implementar recolectores para que los residuos no queden en las áreas de tránsito de montacargas, como lo indica la figura 39.

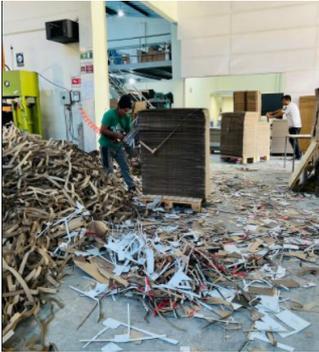
Situación actual	Situación propuesta
	
Residuos generados por corte de material sobrante para empaque	Colector móvil de residuos propuesto.

Figura 39. Colector móvil de residuos

Hacer. – Se ejecuta lo planteado dando acción a lo establecido

Verificar. – Se debe verificar los resultados obtenidos posteriormente tomando un tiempo de espera de implementación del plan de acción.

Actuar. - Se procede a un nuevo estudio comenzando por la toma de tiempos y analizar la mejora continua impulsada.

4.42. Kanban

Es un sistema encargado de la comunicación que permite controlar de manera visual el flujo del material y los procesos implicados en la producción. Permite generar ahorros en tiempo, costos de programación y producción.

4.43. Tablero Kanban

Una herramienta que permite mejorar la eficiencia del flujo de trabajo teniendo un control a manera de visualización general para controlar las etapas de un proceso. Para la elaboración de un tablero Kanban se establece una nomenclatura que describa cada uno de los procesos a manera de balanceo de líneas, se identifica en la siguiente tabla 43. Para la elaboración de un tablero Kanban debe tener propuestas de mejoras

estableciendo líneas y estaciones de trabajo, descrita en la tabla 43.

Tabla 43. Nomenclatura para tablero Kanban se establece

N°	Operación	Act. precedente
1	Preparar la materia prima base	A
2	Formado y corte de lámina de papel	B
3	Impresión de diseño	C
4	Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas	D
5	Corte de láminas de cartón	E
6	Preparar el producto terminado para su entrega	F



Tabla 44. Estaciones de trabajo para tablero Kanban

Estación 1	Recepción de materia prima, preparación, calibración de pliegos-formación del pliego.
Estación 2	Impresión de diseño-coloración
Estación 3	Laminación de pliegos- conformado
Estación 4	Troquel de láminas- corte
Estación 5	Medición- Empaque y almacenamiento

Como propuesta se elabora un tablero Kanban, como la tabla 45, para lo cual se necesita el uso de tarjetas Kanban descritas en la tabla 46, compuesta por los siguientes ítems, Número de tarjeta número de orden, donde se detalla los artículos a usar, espesor, tipo, diseño y color, además de un cuadro donde se detallen las estaciones que implican para proceso.

Tabla 45. Modelo de tablero Kanban

N°	Orden en proceso	Proceso		Terminado
		Estación 1	Estación 2	
1				
2		Estación 3	Estación 4	
3		Estación 5		

Tabla 46. Modelo de tarjeta Kanban

Tarjeta kanban				
N°				
N° de orden				
Producto				
Cantidad				
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color
Cantidades				
Estaciones involucradas				
N°				

Una vez establecido el formato de las tarjetas Kanban estas ya podrían darse e irse colocando y moviéndose dentro del tablero Kanban llenando los datos en cada una de las tarjetas tale como ordenes de pedido y proceso, previamente pasando por las estaciones de trabajo. En relación a inventario tendría más uso en la organización de las ordenes de salida para ser entregados los clientes.

A continuación, una muestra de una guía de secuencia para la colocación de tarjetas

en el tablero, como lo indica la tabla 47.

Tabla 47. Tablero Kanban con tarjetas en proceso

N°	Orden en proceso	Proceso		Terminado																																																																																																																																																																																													
		Estación 1	Estación 2																																																																																																																																																																																														
1	<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño</td><td>color</td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño	color		Cantidades							Estaciones involucradas							N°							<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño y color</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color			Cantidades							Estaciones involucradas							N°								<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño y color</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color			Cantidades							Estaciones involucradas							N°						
	Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño	color																																																																																																																																																																																												
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color																																																																																																																																																																																													
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color																																																																																																																																																																																													
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
2	<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño y color</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color			Cantidades							Estaciones involucradas							N°							<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño y color</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color			Cantidades							Estaciones involucradas							N°																																																																							
Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color																																																																																																																																																																																													
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color																																																																																																																																																																																													
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
3		<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño y color</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color			Cantidades							Estaciones involucradas							N°							<table border="1"> <tr><th colspan="7">Tarjeta kanban</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>N° de orden</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Producto</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidad</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Descripción</td><td>artículos</td><td>espesor</td><td>tipo</td><td>diseño y color</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cantidades</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><th colspan="7">Estaciones involucradas</th></tr> <tr><td>N°</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Tarjeta kanban							N°							N° de orden							Producto							Cantidad							Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color			Cantidades							Estaciones involucradas							N°																																																																						
Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color																																																																																																																																																																																													
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
Tarjeta kanban																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	
N° de orden																																																																																																																																																																																																	
Producto																																																																																																																																																																																																	
Cantidad																																																																																																																																																																																																	
Descripción	artículos	espesor	tipo	diseño y color																																																																																																																																																																																													
Cantidades																																																																																																																																																																																																	
Estaciones involucradas																																																																																																																																																																																																	
N°																																																																																																																																																																																																	

4.44. Instrucciones de uso del método Kanban

Para poder dar uso a las tarjetas Kanban en la etapa de inventario, la planta debe tener un líder de área quien deba llenar las tarjetas con su original y copia para poder colocar en el tablero siendo las originales las que se coloquen allí. Este proceso empieza desde la llegada de la orden de producción para el área de corrugado impresión, laminado, troquelado y empaque para posteriormente guardarlo en bodega para su entrega. Las tarjetas Kanban son llenadas con orden de prioridad desde la de mayor prioridad asignando una valoración de 3 y la de menor prioridad de 1, en relación a tiempos de entrega.

Una vez ya las tarjetas ubicadas en el tablero, los operadores o el operador encargado de la estación 1 debe cumplir con la actividad, pasa y se ubica en proceso en la estación 1 la tarjeta original reposa en el tablero mientras que la tarjeta copia es la que se lleva el operador y da continuidad priorizando con la tarjeta de mayor prioridad.

Una vez ya culminado el proceso en cada una de las estaciones, el producto en proceso se lo coloca en el montacargas y se añade la copia de la tarjeta para poder ser visualizada por las demás estaciones de trabajo. La tarjeta original de la misma manera

deberá ir moviéndose en el tablero Kanban a cargo del líder de área o encargado de producción.

El inventario es el área donde se prioriza las entregas que tienen que ver con la producción realizada, desde la salida de la materia prima hasta el producto terminado, es decir deberán cumplir con tiempos de entrega, tiempo establecido en el proceso y entrega del producto final. Este control por medio de Kanban permite crear estrategias para que exista una gestión eficiente en el área de empaque y almacenamiento que permita saber cantidades, diseño, cliente y fechas de entrega por medio de las tarjetas copias para no tener tiempos de espera o retrasos en su producción.

Al ser esto una propuesta es importante considerar que la aplicación de esta metodología depende de las necesidades vistas en el proceso por parte de la gerencia, es decir que acorde a la naturaleza del proceso y cambios a nivel jerárquico y de producción pueda ser sujeto a cambios para su aplicación.

4.45. Ubicación del tablero Kanban

Este tablero se sugiere ser colocado al ingreso de la planta de producción frente a las áreas de impresión y troquelado por ser un área donde los operadores tienen mayor acceso y mayor fluidez de movilidad donde que no interfiere en ningún proceso y se puede observar cómo se da progreso al proceso productivo.

4.46. Prueba de hipótesis

Para la prueba de hipótesis se calculó una eficiencia de productividad tanto para la situación actual y la propuesta en la empresa Mikrocartón, el objetivo principal es evidenciar la eficiencia de la aplicación de las herramientas lean en los procesos de producción.

En la tabla 48 se evidencia el tiempo normal y en la tabla 49 la valoración de suplementos del proceso de materia prima para obtener el índice de productividad de unidades por minuto. A continuación, se muestra como ejemplo de aplicación, la reducción de tiempos en el proceso de preparación de materia prima.

En la tabla 50 se evidencia los tiempos empleados actualmente en las actividades de cada proceso vs los tiempos propuestos de las actividades con mejoras. Se aplicaron las herramientas 5s, Kaizen y Kanban. Estas herramientas de mejora han permitido reducir actividades que no agregan valor a cada proceso de producción.

Las propuestas de los procesos de producción de las cajas de cartón de pizza se encuentran en el anexo 4.

Tabla 48. Tabla de cálculo de mejora para el control de operaciones y tiempos

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS																	
ACTIVIDAD: Preparar la materia prima base (bobinas de papel)										Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)										Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8								
1	Revisar la orden del pedido	28,45	21,7	24,45	28,6	27,9	25,4	27,2	24,7	208,4	26,1	0,00	0,02	0,00	0,02	1,04	27,1
2	Buscar el tipo de bobina de papel a utilizarse acorde a los requerimientos	118,42	122,6	119,1	116,7	118	105,6	112,4	116,5	929,32	116,2	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	119,6
3	Verificar especificaciones de la bobina	32,4	34	37,3	36,9	28,4	36,8	32,2	36,6	274,6	34,3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	34,3
5	Subir la bobina al montacargas	198,7	206,4	202,3	205,7	210,1	264,8	218,9	206,2	1713,1	214,1	0,03	0,05	0,01	0,02	1,11	237,7
6	Tomar la bobina y llevarla a el área de corrugado	664,3	714,8	765,5	711,4	763,7	716,4	750,1	724,0	5810,16	726,3	0,11	0,05	0,01	0,02	1,19	864,3
	TOTAL (segundos)									8935,6	1116,9						1283,0
	TOTAL (minutos)									148,9	18,6						21,4

Tabla 49. Valoración de suplementos constantes y variables para el proceso con plan de mejora de recepción de materia prima.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física				
1	Revisar la orden del pedido	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	27,1	30,34
2	Buscar el tipo de bobina de papel a utilizarse acorde a los requerimientos	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	119,6	136,40
3	Verificar especificaciones de la bobina	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	34,3	39,47
5	Subir la bobina al montacargas	5	4	2	2	8	0	0	0	2	1	4	2	0,3	1,3	237,7	309,00
6	Tomar la bobina y llevarla a el área de corrugado	5	4	2	2	8	0	0	0	2	1	4	2	0,3	1,3	864,3	1123,54
Tiempo estándar en segundos																	1638,76
Tiempo estándar en minutos																	27,31

La tabla 50 muestra los resultados de la obtención de los tiempos estándar que desarrollan actualmente vs los tiempos estándar propuestos.

Tabla 50. Tiempo estándar total de la productividad actual y propuesta

Procesos	Tiempo estándar actual (minutos)	Tiempo estándar propuesto (minutos)
Recepción de materia prima	28,11	27,31
Corrugado y formado de lámina de papel	26,28	23,11
Impresión de diseño	95,63	73,28
Laminado del papel corrugado	62,75	56,62
Troquelado de láminas de cartón	44,49	28,42
Empacado del producto	10,14	10,14

Para el análisis de la obtención de la productividad por cada actividad se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Indicador de productividad de cada proceso} = \frac{1}{\text{Tiempo estándar}} \quad (6)$$

$$\text{Indicador de productividad de cada proceso} = \frac{1}{28,11 \text{ min}}$$

$$\text{Indicador de productividad de cada proceso} = 0,036 \text{ min}$$

Se produce una unidad en 0.036 minutos actualmente

Tabla 51. Datos para el análisis estadístico

Procesos	Productividad actual (unidades / minuto)	Productividad propuesta (unidades / minuto)
Recepción de materia prima	0,036	0,037
Corrugado y formado de lámina de papel	0,038	0,043
Impresión de diseño	0,010	0,014
Laminado del papel corrugado	0,016	0,018
Troquelado de láminas de cartón	0,022	0,035
Empacado del producto	0,099	0,099
Promedio	0,037	0,041

4.47. Establecer la hipótesis nula y la alternativa

Las hipótesis son las siguientes:

- Hipótesis nula (H_0): La implementación de herramientas de manufactura esbelta no incrementará la eficiencia de los procesos en la empresa Mikrocartón.
- Hipótesis alternativa (H_a): La implementación de herramientas de manufactura esbelta incrementará la eficiencia de los procesos en la empresa Mikrocartón.

4.48. Selección del nivel de significancia

El nivel de significancia (α) o también llamado nivel alfa está asociado a la verificación de la hipótesis, por lo tanto, para la prueba de la hipótesis se determinó un $\alpha = 0,05$.

4.49. Estadístico de prueba

Se estableció comprobar la hipótesis por medio de la prueba T-Student.

4.50. Regla de decisión

Se plantearon las reglas de decisión para la prueba de la hipótesis de la siguiente forma:

- $\alpha = 0,05$
- 1 colas
- Número de datos (n)=6
- Grados de libertad ($n-1$) = 5

Los datos fueron cargados en el programa R-Commander como lo muestra la figura 40.

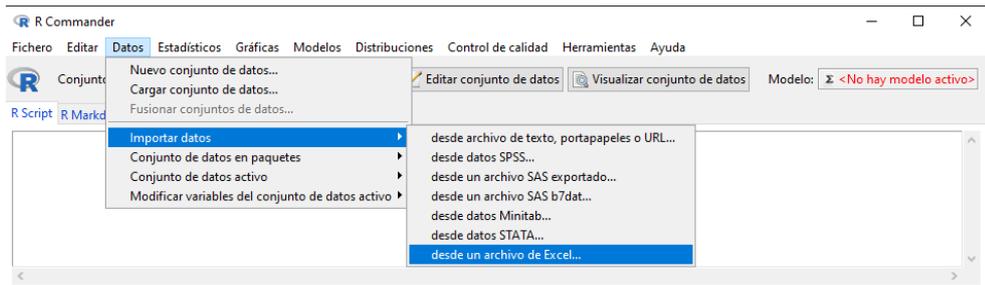


Figura 40. Importación de datos en software R Commander

Posteriormente se seleccionó el test estadístico para los datos relacionados

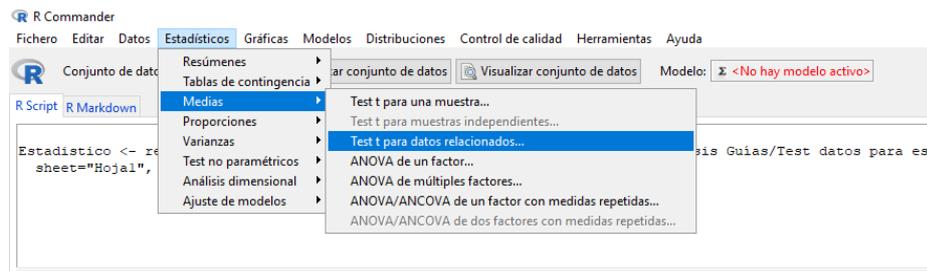


Figura 41. Selección de test estadístico

Se seleccionó dos variables correspondientes a la producción actual y producción propuesta como se observa en la figura 42.

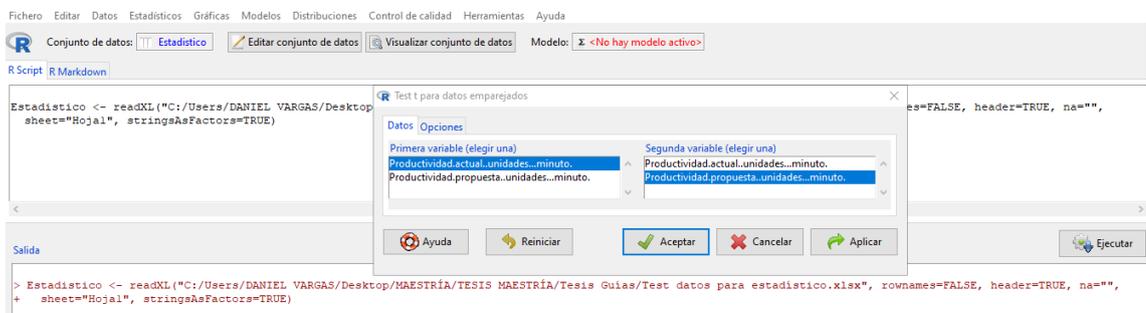


Figura 42. Variables a analizar

En la pestaña opciones se ingresó se ingresó las reglas para la validación de la hipótesis alternativa, se seleccionó “diferencia < 0”, debido a que la hipótesis alternativa enuncia que la media de la productividad actual es menor que la media de la productividad propuesta; además de un nivel de confianza del 0.95 como se indica en la figura 43.

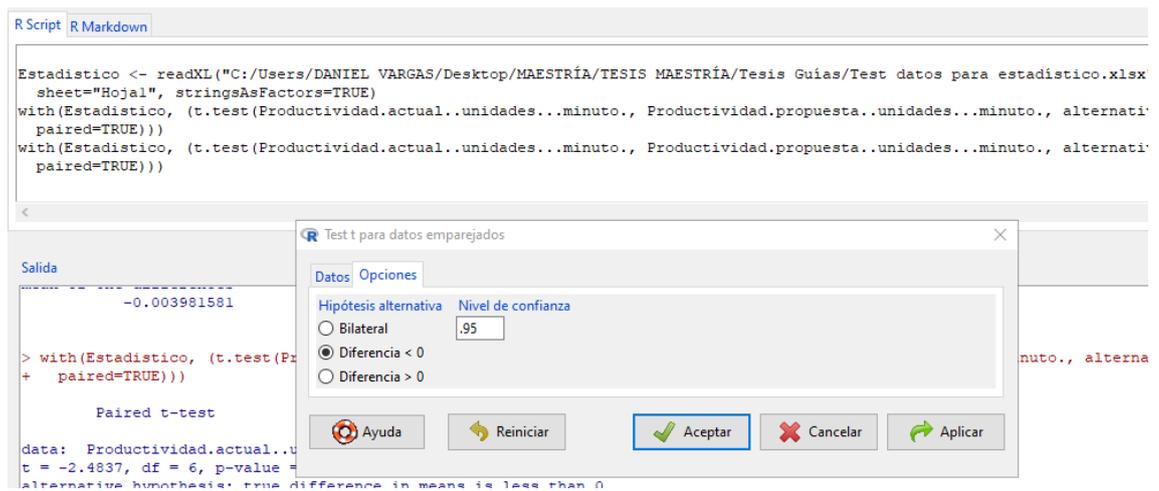


Figura 43. Condiciones de datos

4.51. Decisión del análisis por software

Ya una vez realizado el análisis estadístico por medio del software R Commander se obtuvo como resultado un p-valor de 0.02378 menor al nivel de confianza de 0.95 que se planteó; es decir se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_a , por consiguiente, la productividad alcanzada con la implementación de acciones de mejora por las herramientas lean manufacturing sugeridas es mayor que la productividad actual con un nivel de confianza de 95%.

En la figura 45, se muestra el análisis realizado por el software y en la figura 46, se muestra la gráfica de la distribución t-student.

```
> with(Estadistico, (t.test(Productividad.actual..unidades...minuto., Productividad.propuesta..unidades...minuto., alternative='less', conf.level=0.95,
+   paired=TRUE)))

Paired t-test

data: Productividad.actual..unidades...minuto. and Productividad.propuesta..unidades...minuto.
t = -2.4837, df = 6, p-value = 0.02378
alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
95 percent confidence interval:
 -Inf -0.0008665074
sample estimates:
mean of the differences
 -0.003981581
```

Figura 44. Resultado del análisis en software R Commander

t Distribution: Degrees of freedom=5

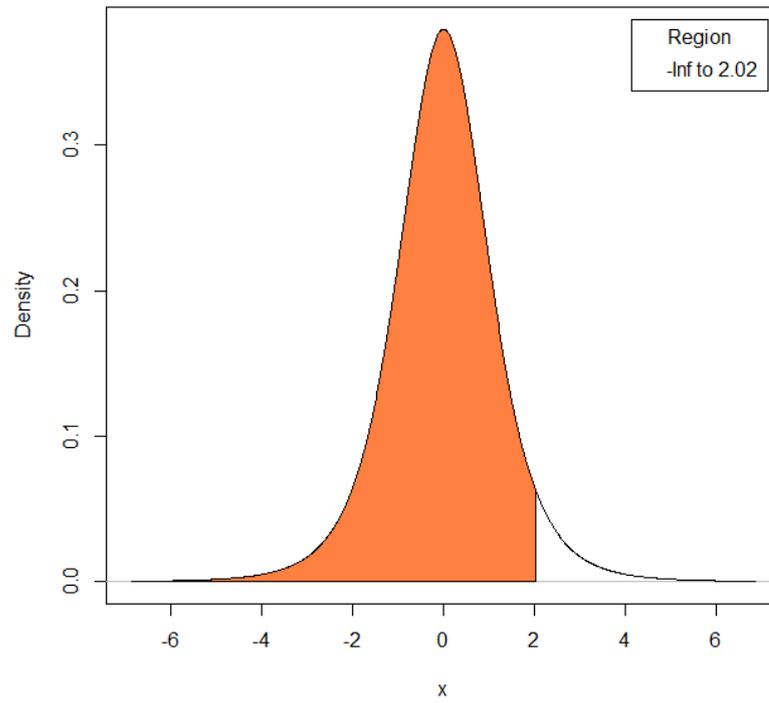


Figura 45. Gráfica de distribución t

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1. Conclusiones

La aplicación de herramientas de manufactura esbelta permite optimizar los procesos de producción en una empresa, para Mikrocartón, se diseñó un plan que analiza las mudas, tiempos de espera y desperdicios dados en el procesamiento de cajas para pizza en base a la aplicación y análisis según su cadena de valor y diagrama de procesos.

Mediante un levantamiento de procesos, se evidenció que la empresa Mikrocartón actualmente mantiene un sistema deficiente en cuanto a control de sus operaciones y control de procesos y recursos, esta condición ha causado pérdidas representativas en la elaboración de cajas de pizza y en los procesos de mudas por pérdidas de tiempo.

Ante la situación actual de la empresa Mikrocartón, se definieron las herramientas de manufactura esbelta que proporcionan acciones de mejora en sus operaciones, la propuesta para reducir los desperdicios generados incluye la implementación de las herramientas acordes a solucionar su problemática de pérdidas por tiempo de espera, transporte e inventario fueron las herramientas 5S, kaizen y Kanban.

Observaciones en planta y tomas de tiempo permitieron definir el conjunto de datos que representan la realidad actual de la empresa Mikrocartón, se determinó que los desperdicios generados en la empresa Mikrocartón son representados por un 30% de actividades que no agregan valor a los procesos son las relacionadas a tiempos de espera, 27% a transporte y 17% a inventario.

La empresa Mikrocartón muestra una ponderación de 81% de actividades que no agregan valor y tan solo el 17% de actividades que agregan valor a sus procesos. Las actividades que no agregan valor son tiempos de espera, movilizaciones y movimientos repetitivos por sus operarios durante todas las etapas de procesamiento.

Con la implementación de herramientas 5S la empresa Mikrocartón podría disminuir los tiempos de espera realizando las acciones de mejora sugeridas después de la

auditoría interna. Acciones como implementar etiquetado por tarjeta roja y llevar registros documentados de procesos en clasificación, organización, limpieza, estandarización y disciplina, facilitarán a la empresa constar con el compromiso y conocimiento de las directrices de mejora en sus procesos.

El sistema de tarjetas de Kanban es una herramienta para disminuir las mudas de inventario. Bajo este sistema la empresa Mikrocartón tendría un control significativo sobre el producto, cantidad, estaciones entre otros.

Kaizen es la herramienta adecuada para combatir los tiempos de espera por transporte. La implementación de tableros informativos en zonas estratégicas podría tener mejor trazabilidad del procesamiento en planta y tener la capacidad de actuar frente a imprevistos.

5.2. Recomendaciones

Priorizar las actividades que agregan valor frente a las actividades que no agregan valor, en el caso de las ultimas, considerar acciones de mejora para mitigar su afectación al desarrollo de los procesos.

Establecer un sistema de registro y documentación para el seguimiento de controles de transporte, inventarios y tiempos de operaciones en los procesos que agregan valor a la empresa Mikrocartón.

Implementar un modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta tales como 5S, kaizen y kanban con el fin de dar seguimiento a sus puntos críticos y evaluar las condiciones y criterios de mejora aplicables a su realidad.

Capacitar y comprometer a todos quienes forman parte de la organización en la aplicación de un modelo de herramientas de manufactura para lograr mejorar la satisfacción al cliente reduciendo los tiempos de espera en transporte e inventario.

5.3. Bibliografía

- [1] M. L. Garófalo Carreño, “Evaluación de los ciclos de conversión de cajas de cartón corrugado y propuesta de mejora en la Empresa Procarsa.,” 2014.
- [2] J. Readman and J. Bessant, “What challenges lie ahead for improvement programmes in the UK? Lessons from the CINet Continuous Improvement Survey 2003,” *International Journal of Technology Management*, vol. 37, no. 3–4, pp. 290–305, 2007.
- [3] M. L. Bernárdez, *Diseño, producción e implementación de e-learning: Metodología, herramientas y modelos*. AuthorHouse, 2007.
- [4] V. Pérez Sierra, L. C. Quintero Beltrá, and others, “Metodología dinámica para la implementación de 5’s en el área de producción de las organizaciones,” 2017.
- [5] S. G. Deshmukh, N. Upadhye, and S. Garg, “Lean manufacturing for sustainable development,” *Glob. Bus. Manag. Res. Int. J*, vol. 2, no. 1, p. 125, 2010.
- [6] D. Hidalgo Castro and K. F. Barcia Villacreses, “Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio,” 2009.
- [7] J. R. O. Balinado and Y. T. Prasetyo, “The impact of 5s lean tool to service operation: A case study in toyota dasmarinas-cavite service operations.” ACM, 9 2020.
- [8] S. Singh, S. Dixit, S. Sahai, A. Sao, Y. Kalonia, and R. S. Kumar, “Key benefits of adopting lean manufacturing principles in indian construction industry,” *MATEC Web of Conferences*, vol. 172, 6 2018.
- [9] J. P. R. Fernandes, R. Godina, and J. C. O. Matias, “Evaluating the impact of 5s implementation on occupational safety in an automotive industrial unit,” 2019.
- [10] P. Jaiswal, A. Singh, S. C. Misra, and A. Kumar, “Barriers in implementing lean manufacturing in indian smes: a multi-criteria decision-making approach,” *Journal of Modelling in Management*, vol. 16, 4 2021.
- [11] A. Blecken, A. Zobel, and E. Maurantzas, “Development of a lean quality management system: An integrated management system,” 2010.
- [12] M. Pagliosa, G. Tortorella, and J. C. E. Ferreira, “Industry 4.0 and lean manufacturing,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 32, 10 2019.
- [13] R. Verma and S. Jha, “Implementation of 5s framework and barriers modelling through interpretive structure modelling in a micro small medium enterprise,” 2019.

- [14] F. Abu, H. Gholami, M. Z. M. Saman, N. Zakuan, and D. Streimikiene, "The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications," *Journal of Cleaner Production*, vol. 234, 10 2019.
- [15] D. G. Leonardo, B. Sereno, D. S. A. da Silva, M. Sampaio, A. A. Massote, and J. C. Simoes, "Implementation of hybrid kanban-conwip system: a case study," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 28, 7 2017.
- [16] A. Reis, G. Stender, and U. Maruyama, "Internal logistics management: Brazilian warehouse best practices based on lean methodology," *International Journal of Logistics Systems and Management*, vol. 26, 2017.
- [17] Y. Feng and K. Murata, "Exploring characteristic of visual management as lean toolbox in construction worksite of apartment house." *ACM*, 9 2020.
- [18] M. S. Bajjou, A. Chafi, and A. En-Nadi, "A comparative study between lean construction and the traditional production system," *International Journal of Engineering Research in Africa*, vol. 29, 3 2017.
- [19] M. S. Yahya, M. Mohammad, B. Omar, E. F. Ramly, and H. Atan, "Awareness, implementation, effectiveness and future use of lean tools and techniques in malaysia organisations: a survey," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1150, 1 2019.
- [20] G. V. P. Rao, S. Nallusamy, P. Chakraborty, and S. Muralikrishna, "Study on productivity improvement in medium scale manufacturing industry by execution of lean tools," *International Journal of Engineering Research in Africa*, vol. 48, 5 2020.
- [21] S. Sahoo, "Assessing lean implementation and benefits within indian automotive component manufacturing smes," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 27, 2 2020.
- [22] A. Dresch, D. R. Veit, P. N. de Lima, D. P. Lacerda, and D. C. Collatto, "Inducing brazilian manufacturing smes productivity with lean tools," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 68, 1 2019.
- [23] L. K. Yik and J. F. Chin, "Application of 5s and visual management to improve shipment preparation of finished goods," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 530, 7 2019.
- [24] H. Shafeek, "Lean manufacturing implementation in carton industry — a case study." *IEEE*, 1 2019.
- [25] Y. Andrade, L. Cardenas, G. Viacava, C. Raymundo, and F. Dominguez, "Lean manufacturing model for the reduction of production times and reduction of the returns of defective items in textile industry," 2020.
- [26] L. B. M. Costa, M. G. Filho, L. D. Fredendall, and F. J. G. Paredes, "Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review," *Trends in Food Science Technology*, vol. 82, 12 2018.
- [27] F. Bamana, N. Lehoux, and C. Cloutier, "Simulation of a construction project: Assessing impact of just-in-time and lean principles," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 145, 5 2019.

- [28] H. Majiwala, S. Sharma, and P. Gandhi, "Lean and industry 4.0 strive to create Smart factory through integration of systems: An exploratory review," 2020.
- [29] J. Y. Chong and P. A. Perumal, "Conceptual framework for lean manufacturing implementation in smes with pdca approach," 2020.
- [30] C. Maware and O. Adetunji, "Lean manufacturing implementation in zimbabwean industries: Impact on operational performance," *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 11, 1 2019.
- [31] S. A. A. Naqvi, M. Fahad, M. Atir, M. Zubair, and M. M. Shehzad, "Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning," *Cogent En-gineering*, vol. 3, 12 2016.
- [32] A. K. Dhingra, S. Kumar, and B. Singh, "Cost reduction and quality improvement through lean-kaizen concept using value stream map in indian manufacturing firms," *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, vol. 10, 8 2019.
- [33] F. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil*. Pearson Educacion, 2000. [Online]. Available: <https://books.google.com.ec/books?id=cr3WTuK8mn0C>
- [34] B. Niebel and A. Freivalds, \Metodos, estandares y dise~no del trabajo," Onceava ed, vol. 1, 2009.
- [35] B. Niebel and A. Freivalds, \Metodos, estandares y dise~no del trabajo," Onceava ed, vol. 1, 2009.
- [36] Dilanthi, M. G. S. (2015). Conceptual evolution lean manufacturing: a review of literature. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 3(10).
- [37] Yamamoto, K., Milstead, M., & Lloyd, R. (2019). A review of the development of lean manufacturing and related lean practices: The case of Toyota Production System and managerial thinking. *International Management Review*, 15(2), 21-90.

5.4. Anexos

5.5. Anexo 1. Cuadro de objetivo de trabajos seleccionados

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
P1	The Impact of 5S Lean Tool to Service Operation: A Case Study in Toyota Dasmariñas- Cavite Service Operations	Scopus	2020	VP1	Roy Ba- linado, J.R.O., Mapua University, Philippines; Tri Prasetyo, Y., Mapua University, Philippines	Un caso de estudio que relaciona las ventajas de la aplicación de 5s basados en un estudio cuantitativo y cualitativo.
P2	Exploring Characteristic of Visual Management as Lean Toolbox in Construction Worksite of Apartment House	Scopus	2020	VP2	Feng Y., Murata K.	Se enfatiza en metodologías para el análisis de detección de desperdicios en la empresa y despilfarro, toma en consideración perspectivas y análisis de datos en líneas de producción.
P3	Material Handling System Improvement in Injection Section of Automotive Manufacturing Company	Web of science	2020	VP2	Charistheo E., Sofianti T.D., Pratama A.T.	Describe metodologías a considerar en la manipulación de los materiales dentro de una empresa fabricante de automóviles en Japón y la reducción de movimientos innecesarios denominados desperdicios.
P4	A comprehensive study of manifests in lean manufacturing P4 implementation	MDPI	2020	VP3	Basu P., Dan P.K	Identifica las herramientas usadas en la manufactura esbelta dentro de las empresas manufactureras en Sabah proporcionado por encuestas que son procesadas bajo estadística descriptiva y datos cualitativos.

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
	and framing an administering model					
P5	Assessing lean implementation and benefits within Indian automotive Component manufacturing SMEs	Web of science	2020	VP1	Sahoo S.	Aplicación de la manufactura esbelta en el sector automotriz de la India mediante un enfoque cualitativo con el uso de encuestas y la observación en talleres en donde se concluyen sus beneficios
P6	Execution of lean and industrial techniques for productivity enhancement in a manufacturing industry	Springer link	2020	VP2	Nallusamy S.	Reduce los tiempos de entrega y valor agregado minimizando y eliminando los cuellos de botellas generados dentro de la producción bajo un estudio de tiempos con un análisis del Takt Time, además se usaron herramientas como diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y optimización de diseño para una reducción en tiempos.
P7	Assessment model of lean effect (AMLE)	Web of science	2020	VP3	Elrhanimi S., EL Abbadi L.	Determina los efectos sobre el desempeño con la implementación de manufactura esbelta dentro de una empresa, usa varios criterios en función de los facilitadores y resultados obtenidos.
P8	Healthcare Engineering: A Lean Management Approach	MDPI	2020	VP3	Abdallah A.A.	Organiza la implementación de manufactura esbelta en el campo de la medicina, establece el grado de satisfacción de los pacientes además de educar a los médicos sobre la

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
						mejora continua.
P9	Study on productivity improvement in medium scale manufacturing industry by execution of lean tools	Scopus	2020	VP1	Punna Rao G.V., Nallusamy S., Chakraborty P.S., Muralikrishna S.	Se enfoca en establecer la importancia de la implementación de manufactura esbelta en industrias de fabricación de bandas de mediana escala, se determina que el tiempo de entrega tuvo una reducción mediante sus metodologías aplicadas.
P10	Lean and Industry 4.0 Strive to Create Smart Factory Through Integration of Systems: An Exploratory Review	Springer link	2020	VP2	Majiwala H., Sharma S., Gandhi P.	Análisis sobre la implementación de la manufactura esbelta en la industria 4.0 y la tecnología para detectar anomalías en la línea de ensamblaje y en la maquinaria para mejorar la productividad.
P11	Conceptual framework for lean manufacturing implementation in SMEs with PDCA approach	Scopus	2020	VP3	Chong J.Y., Perumal P.A.	Se desarrolla un marco conceptual en la aplicación de la manufactura esbelta dentro de la industria para prevalecer frente a las limitaciones existentes en base al uso de los elementos adoptados en las PYMES.
P12	Waste reduction model in a small clothing company- umbrella model	Scopus	2020	VP3	Cueto G., Caldas Y., Viacava G., Quiroz J., Alvarez J.	Diagnóstico en base del diagrama de Ishikawa en una pequeña empresa textil con el objetivo de identificar las causas raíz, con los resultados obtenidos implementan un modelo de manufactura esbelta en donde obtuvieron una reducción de residuos del 81.21\%.
P13	Cost reduction and quality	Web of	2019	VP3	Dhingra A.K., Kumar S.,	Estudio de las mejoras para satisfacer la

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
	improvement through Lean-Kaizen concept using value stream map in Indian manufacturing firms	science			Singh B.	demanda de los clientes en medianas empresas de la India, para esto se ha implementado el concepto de Lean-Kaizen con el fin de eliminar actividades sin valor agregado y mejorar la calidad del producto.
P14	Lean manufacturing implementation in Zimbabwean industries: Impact on operational performance	Scopus	2019	VP2	Maware C., Adetunji O.	Implementación de las herramientas de manufactura esbelta en donde la población seleccionada para este estudio son las industrias en Zimbabwe, obtuvieron resultados positivos ya que mejoraron el desempeño operativo.
P15	Simulation of a Construction Project: Assessing Impact of Just-in-Time and Lean Principles	Web of science	2019	VP2	Bamana F., Lehoux N., Cloutier C.	Este estudio está orientado en el análisis sobre la aplicación de métodos de gestión Lean en el ámbito de la construcción, consta de simulaciones de proyectos y casos de estudios.
P16	Awareness, implementation, effectiveness and future use of lean tools and techniques in Malaysia organisations: A survey	Scopus	2019	VP3	Yahya M.S., Mohammad M., Omar B., Ramly E.F., Atan H.	Analiza la implementación de diez herramientas dentro de la manufactura esbelta y demuestra los resultados de 320 industrias en la aplicación de herramientas del trabajo estandarizado y Kaizen.
P17	Inducing Brazilian manufacturing SMEs productivity with Lean tools	Scopus	2019	VP1	Dresch A., Veit D.R., Lima P.N., Lacerda D.P., Collatto D.C.	Este artículo está enfocado en establecer un método para beneficiar a las micro y pequeñas empresas del sector industrial con la implementación de la manufactura esbelta

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
						dentro de sus procesos productivos.
P18	Application of 5S and Visual Management to Improve Shipment Preparation of Finished Goods	Web of science	2019	VP1	Yik L.K., Chin J.F.	Aplicación de dos herramientas de la manufactura esbelta; las 5S y la gestión visual. Metodologías sobre su implantación en empresas para mejorar en un 50\% el despilfarro.
P19	Lean manufacturing model for the reduction of production times and reduction of the returns of defective items in textile industry	Scopus	2019	VP1	Andrade Y., Cardenas L., Viacava G., Raymundo C., Dominguez F.	Este estudio está enfocado en la propuesta de la utilización de la manufactura esbelta con el fin de reducir tiempos de producción en la industria de confección textil en Perú y así ser más competitivos frente a los mercados internacionales.
P20	Evaluating the impact of 5S implementation on occupational safety in an automotive industrial unit	Scopus	2019	VP2	Fernandes J.P.R., Godina R., Matias J.C.O.	Implementación de una de las herramientas de Manufactura esbelta; las 5S. Garantiza las buenas prácticas en el ámbito de la seguridad ocupacional optimizando el entorno laboral en una industria de productores de automóviles.
P21	Productivity improvement of leather products industry in Bangladesh using lean tools: A case study	Scopus	2019	VP3	Swarna N.A., Sayid Mia M.A.	El autor realiza un estudio dentro de la industria de cuero para la implementación de principios de la manufactura esbelta. Metodologías para incrementar la productividad en un 85.42\% optimizando todas las actividades dentro del proceso productivo.

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
P22	Key Benefits of Adopting Lean Manufacturing Principles in Indian Construction Industry	Web of science	2018	VP1	Singh S., Dixit S., Sahai S., Sao A., Kalonia Y., Subramanya Kumar R.	El enfoque que tiene este artículo está basado en la importancia del uso de las 5S identificados a partir de una revisión literaria, con este estudio lograron obtener hallazgos que contribuyan a las buenas prácticas de esta herramienta dentro de la industria.
P23	Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry—an industrial case study	Scopus	2018	VP3	Dhiravidamani P., Ramkumar A.S., Ponnambalam S.G., Subramanian N.	Este artículo presenta un estudio del uso de dos herramientas de manufactura esbelta Kobetsu-Kaizen y el mapa de flujo de valor. Menciona el mejoramiento del rendimiento del sistema con el objetivo de solucionar los problemas de producción como fugas de arena, calidad en productos y disminución de los tiempos empleados.
P24	Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review	Scopus	2018	VP2	Costa L.B.M., Godinho Filho M., Fredendall L.D., Gómez Paredes F.J.	Relación del cambio de sistema en líneas de producción, obtención de datos y diseños experimentales. Analiza bajo gestión de proyectos, manufactura esbelta y en la teoría de la empresa para reducir esos impactos de variabilidad dentro de los procesos.
P25	A comparative study between lean construction and the traditional production system	Scopus	2018	VP2	Bajjou M.S., Chafi A., En-Nadi A.	Este artículo se refiere a las técnicas de mejoramiento en la calidad bajo las herramientas existentes en la manufactura esbelta en la industria de la construcción en

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
						donde se tienen muy buenas referencias para mejorar el sistema productivo, los autores estudiaron cada herramienta y lograron la reducción de desperdicios.
P26	Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study	Web of science	201	VP3	Nallusamy S., Adil Ahamed M.A.	Análisis en el tiempo en las actividades productivas bajo un diseño usando las herramientas lean como 5S, balanceo de líneas y VSM.
P27	Internal logistics management: Brazilian warehouse best practices based on lean methodology	Web of science	201	VP3	Reis A., Stender G., Maruyama U.	Análisis sobre la implementación de mejores prácticas y herramientas relacionadas con la manufactura esbelta y su eficacia frente a la reducción de costos y desperdicios, para su realización se utilizó un enfoque cualitativo constituida bajo una investigación de campo.
P28	Impacts of lean manufacturing and six sigma	Scopus	2016	VP1	Alhuraish I., Robledo C., Kobi A.	Impacto que tiene en las industrias en el uso de la metodología de manufactura esbelta y seis sigmas, este trabajo investigativo presenta datos positivos con la aplicación de estas herramientas mejorando el desempeño financiero y operativo.
P29	Enhancement of overall output in a small scale industry through VSM, line balancing and work	MDPI	2016	VP1	Nallusamy S., Saravanan V.	Estrategias para identificar y mejorar el sistema existente en una pequeña industria que fabrica componentes automotrices con el objetivo de reducir los tiempos de entrega si

Código	Título	Fuente de búsqueda	Año	Punto de vista	Autores	Objetivos
	standardization					mayores modificaciones en los sistemas actuales.
P30	Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry	MDPI	2016	VP2	Mourtzis D., Papathanasiou P., Fotia S.	Este artículo se basa en el estudio de las reglas para la aplicación de la manufactura esbelta con el objetivo de crear una base de datos completa y aplicable para un mejor manejo cuando se implemente esta metodología en las industrias.
P1	Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout plannin	Scopus	2016	VP1	Ali Naqvi S.A., Fahad M., Atir M., Zubair M., Shehzad M.M.	Este articulo desarrollo un rediseño de una planta bajo el uso de la herramienta 5S de manufactura esbelta para mejorar la utilización de los recursos, con este trabajo lograron mejorar la calidad de los productos y la eficiencia del flujo de materiales.

Los artículos han sido revisados acorde a los puntos de vista de acuerdo al interés del tema en VP1, VP2 y VP3.

**5.6. Anexo 2. Cálculo del tiempo normal para cada proceso
Corrugado**

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS																	
ACTIVIDAD: Formado y corte de lámina de papel										Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)										Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8								
1	Revisar la orden del pedido	10,3	12,4	15,4	10,2	11,1	12,3	12,7	10,4	94,8	11,9	0,00	0,00	0,00	0,02	1,02	12,1
2	Montar la bobina de papel en el corrugador	610,5	590,7	632,4	617,1	606,4	640,2	630,8	612,7	4940,8	617,6	0,03	0,05	0,01	0,04	1,13	697,9
3	Realizar correcciones de dimensiones de la bobina	160,4	140,5	134,1	145,2	138,4	142,3	156,2	154,9	1172	146,5	0,03	0,05	0,01	0,02	1,11	162,6
4	Trasladarse al puesto de control	53,1	57,4	47,8	45,2	59,3	56,7	61,4	50,1	431	53,9	0,00	0,00	0,00	0,02	1,02	55,0
5	Puesta en marcha la máquina corrugadora	45,2	38,4	41,2	37,5	40,2	33,7	43,8	42,6	322,6	40,3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	40,3
6	Verificar tamaños del corte de láminas salientes	30,7	28,4	27,7	31,4	36,5	6,6	37,4	35,2	233,9	29,2	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	31,1
7	Agrupar las láminas cortadas	226,9	236,4	244,7	235,6	239,1	227,1	214,2	238,8	1862,8	232,9	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	246,8
8	Llevar a el área de producto cortado	57,9	54,2	47,9	56,7	49,7	51,5	42,9	53,1	413,9	51,7	0,03	0,02	0,00	0,02	1,07	55,4
TOTAL (segundos)										9471,8	1184,0						1301,1
TOTAL (minutos)										157,9	19,7						21,68

Valoración de suplementos constantes y variables. corrugado

N.º	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física				
1	Revisar la orden del pedido	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	12,1	13,78
2	Montar la bobina de papel en el corrugador	5	4	2	2	3	0	0	2	2	1	0	2	0,23	1,23	697,9	858,40
3	Realizar correcciones de dimensiones de la bobina	5	4	2	0	3	0	0	2	0	1	0	0	0,17	1,17	162,6	190,26
4	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	55,0	63,20
5	Puesta en marcha la máquina corrugadora	5	4	2	0	1	0	0	5	2	1	1	0	0,21	1,21	40,3	48,79
6	Verificar tamaños del corte de láminas salientes	5	4	2	2	0	2	0	0	2	1	0	0	0,18	1,18	31,1	36,64
7	Agrupar las láminas cortadas	5	4	2	0	1	0	0	5	2	1	1	0	0,21	1,21	246,8	298,65
8	Llevar a el área de producto cortado	5	4	2	0	2	0	0	2	2	1	1	2	0,21	1,21	55,4	66,98
Tiempo estándar en segundos																	1576,71
Tiempo estándar en minutos																	26,28

Impresión

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS													
ACTIVIDAD: Impresión de diseño acorde a la especificación requerida					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal	
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total		
		T1	T2	T3									
1	Recepción del material en proceso del área de corrugado	884,6	890,8	904,6	2679,96	893,3	0,03	0,02	0,01	0,00	1,06	946,9	
2	Ubicar el material en la máquina de impresión	1451,2	1370,1	1364,8	4186,1	1395,4	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	1646,5	
3	Movilizarse al sitio de almacenamiento de placas de impresión	62,4	69,9	61,7	194	64,7	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	66,6	
4	Seleccionar la placa del diseño a imprimir	6,6	5,8	6,2	18,6	6,2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	6,2	
5	Ubicar placa de impresión	42,1	47,2	34,2	123,48	41,2	0,00	0,02	0,01	0,02	1,05	43,2	
6	Trasladarse al puesto de control	18,7	19,1	16,7	54,5	18,2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	18,2	
7	Puesta en marcha la impresión	36,0	32,0	35,6	103,6	34,5	0,03	0,02	0,03	0,02	1,10	38,0	
8	Desplazarse hasta el sitio de láminas impresas	21,2	24,1	22,8	68,1	22,7	0,00	0,00	0,01	0,00	1,01	22,9	
9	Esperar a primeros productos impresos	120,3	117,4	121,2	358,9	119,6	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	129,2	
10	Elegir una muestra	7,8	7,3	8,2	23,3	7,8	0,08	0,02	0,03	0,04	1,17	9,1	
11	Movilizarse al sitio de control de calidad	9,6	8,0	11,2	28,8	9,6	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	9,9	

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Impresión de diseño acorde a la especificación requerida					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
12	Control de impresión, tonificación de colores	163,5	164,8	168,1	496,4	165,5	0,06	0,08	0,03	0,04	1,21	200,2
13	Regulación de colores, verificar cantidades	121,8	120,6	124,5	366,86	122,3	0,06	0,05	0,01	0,02	1,14	139,4
14	Trasladarse nuevamente al puesto de control	14,7	15,4	15,2	45,3	15,1	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	15,6
15	Esperar a los productos impresos	60,6	62,3	64,2	187,1	62,4	0,06	0,02	0,01	0,02	1,11	69,2
16	Elegir una nueva muestra	8,7	8,2	7,1	24,01	8,0	0,08	0,02	0,03	0,04	1,17	9,4
17	Movilizarse al sitio de control de calidad	17,6	17,2	18,4	53,2	17,7	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	18,3
18	Examinar muestras acordes a lo requerido	98,6	102,0	106,7	307,3	102,4	0,08	0,05	0,03	0,04	1,20	122,9
19	Movilizarse hasta el puesto de control	8,7	9,6	10,2	28,5	9,5	0,00	0,00	0,10	0,02	1,12	10,6
20	Esperar a que finalice el lote del producto	821,2	810,2	840,8	2472,2	824,1	0,06	0,05	0,01	0,02	1,14	939,4
21	Llevar el coche montacarga	18,9	16,4	17,8	53,1	17,7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	17,7
22	Montar el lote terminado	56,0	51,0	52,3	159,3	53,1	0,06	0,08	0,03	0,02	1,19	63,2
23	Llevar a el área de laminado	129,3	130,4	126,2	385,9	128,6	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	136,4
	TOTAL (segundos)				12418,5	4139,5						4679,0
	TOTAL (minutos)				207,0	69,0						77,98

Valoración de suplementos constantes y variables impresión

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física				
1	Recepción del material en proceso del área de corrugado	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	1	0	0,23	1,23	946,9	1164,71
2	Ubicar el material en la máquina de impresión	5	4	2	2	8	0	0	2	0	1	1	2	0,27	1,27	1646,5	2091,10
3	Movilizarse al sitio de almacenamiento de placas de impresión	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,15	1,15	66,6	76,60
4	Seleccionar la placa del diseño a imprimir	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	6,2	7,13
5	Ubicar placa de impresión	5	4	2	2	0	0	0	2	0	4	1	0	0,2	1,2	43,2	51,86
6	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	18,2	20,53
7	Puesta en marcha la impresión	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	38,0	42,92
8	Desplazarse hasta el sitio de láminas impresas	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,15	1,15	22,9	26,37
9	Esperar a primeros productos impresos	5	4	2	0	1	0	0		2	1	1	0	0,16	1,16	129,2	149,88
10	Elegir una muestra	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	9,1	10,45
11	Movilizarse al sitio de control de calidad	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	9,9	11,17
12	Control de impresión, tonificación de colores	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	0,23	1,23	200,2	246,26
13	Regulación de colores, verificar cantidades	5	4	2	7	1	0	0	5	0	4	1	0	0,29	1,29	139,4	179,83
14	Trasladarse nuevamente al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	15,6	17,57

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física				
15	Esperar a los productos impresos	5	4	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0,15	1,15	69,2	79,61
16	Elegir una nueva muestra	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	0,18	1,18	9,4	11,05
17	Movilizarse al sitio de control de calidad	5	4	2	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0,16	1,16	18,3	21,19
18	Examinar muestras acordes a lo requerido	5	4	2	2	0	0	0	5	0	1	1	0	0,2	1,2	122,9	147,50
19	Movilizarse hasta el puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	10,6	12,02
20	Esperar a que finalice el lote del producto	5	4	2	2	0	0	0	0	2	1	1	0	0,17	1,17	939,4	1099,14
21	Llevar el coche montacarga	5	4	2	2	10	0	0	0	0	1	1	0	0,25	1,25	17,7	22,13
22	Montar el lote terminado	5	4	2	7	8	0	0	0	0	1	1	0	0,28	1,28	63,2	80,88
23	Llevar a el área de laminado	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	1	0	0,23	1,23	136,4	167,71
Tiempo estándar en segundos																	5737,62
Tiempo estándar en minutos																	95,63

Laminado

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
1	Recepción del material en proceso del área de impresión	320,4	362,5	313,8	996,7	332,2	0,00	0,02	0,00	0,02	1,04	345,5
2	Ubicar el material en la máquina de laminado	125,2	121,9	123,6	370,7	123,6	0,05	0,00	0,01	0,02	1,08	133,5
3	Trasladarse al puesto de control	12,5	10,6	11,4	34,5	11,5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	11,5
4	Nivelar pliegos e igualarlos	90,3	84,1	88,7	263,1	87,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	94,7
5	Puesta en marcha el laminado	8,2	7,8	8,6	24,6	8,2	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	8,9
6	Esperar a primeros productos laminados	31,5	33,4	32,2	97,1	32,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	33,3
7	Elegir una muestra	3,6	4,0	4,1	11,7	3,9	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	4,1
8	Control de calidad, pliegos formados	45,4	46,7	38,2	130,3	43,4	0,06	0,08	0,03	0,04	1,21	52,6
9	Apilar pliegos laminados	41,1	47,8	46,8	135,7	45,2	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	48,9
10	Descarga en el área de producto laminado terminado	43,4	47,8	45,9	137,1	45,7	0,00	0,05	0,03	0,02	1,10	50,3
11	Regulación de rieles de pliegos	184,1	187,6	182,1	553,8	184,6	0,06	0,05	0,03	0,02	1,16	214,1

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
12	Trasladarse nuevamente al puesto de control	14,6	14,2	14,5	43,3	14,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	14,9
13	Esperar a los productos laminados	84,9	87,3	89,2	261,4	87,1	0,00	0,00	0,01	0,00	1,01	88,0
14	Elegir una nueva muestra	6,4	5,9	6,1	18,4	6,1	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	6,5
15	Examinar muestras	20,0	19,6	21,3	60,86	20,3	0,08	0,08	0,03	0,04	1,23	25,0
16	Apilar pliegos laminados	145,8	151,8	148,4	446	148,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	160,6
17	Descarga en el área de producto laminado terminado	40,2	41,0	43,5	124,7	41,6	0,00	0,05	0,03	0,02	1,10	45,7
18	Movilizarse hasta el puesto de control	16,5	15,9	16,7	49,1	16,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	16,9
19	Esperar a que finalice el lote del producto	1460,1	1451,3	1457,4	4368,82	1456,3	0,00	0,00	0,01	0,00	1,01	1470,8
20	Llevar el coche montacarga	23,4	21,8	21,6	66,8	22,3	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	24,0
21	Montar el lote terminado	145,1	142,5	146,8	434,4	144,8	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	170,9
22	Llevar a el área de troquelado	140,3	136,9	138,7	415,9	138,6	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	147,0

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS											
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas				Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)				Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3							
	TOTAL (segundos)				9045,0	3015,0				3167,5	
	TOTAL (minutos)				150,7	50,2				52,8	

Valoración de suplementos constantes y variables laminado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de die	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	Monotonía: Física				
1	Recepción del material en proceso del área de impresión	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	0	0	0,22	1,22	345,5	421,54
2	Ubicar el material en la máquina de laminado	5	4	2	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0,19	1,19	133,5	158,81
3	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	11,5	12,88
4	Nivelar pliegos e igualarlos	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0,17	1,17	94,7	110,82
5	Puesta en marcha el laminado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	8,9	10,01
6	Esperar a primeros productos laminados	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	33,3	37,67
7	Elegir una muestra	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	4,1	4,75

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de día	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	i) Monotonía: Física				
8	Control de calidad, pliegos formados	5	4	2	0	0	0	0	5	0	1	1	2	0,2	1,2	52,6	63,07
9	Apilar pliegos laminados	5	4	2	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0,17	1,17	48,9	57,16
10	Descarga en el área de producto laminado terminado	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0,16	1,16	50,3	58,31
11	Regulación de rieles de pliegos	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	214,1	244,12
12	Trasladarse nuevamente al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	14,9	16,65
13	Esperar a los productos laminados	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	88,0	98,57
14	Elegir una nueva muestra	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	6,5	7,48
15	Examinar muestras	5	4	2	0	0	0	0	5	0	1	4	2	0,23	1,23	25,0	30,69
16	Apilar pliegos laminados	5	4	2	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0,18	1,18	160,6	189,46
17	Descarga en el área de producto laminado terminado	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0,16	1,16	45,7	53,04
18	Movilizarse hasta el puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	16,9	18,88
19	Esperar a que finalice el lote del producto	5	4	2	0	8	0	0	0	0	1	0	0	0,2	1,2	1470,8	1765,00
20	Llevar el coche montacarga	5	4	2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0,16	1,16	24,0	27,90

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de día	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	i) Monotonía: Física				
21	Montar el lote terminado	5	4	2	4	8	0	0	0	0	1	0	0	0,24	1,24	170,9	211,87
22	Llevar a el área de troquelado	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0,13	1,13	147,0	166,06
Tiempo estándar en segundos																	3764,72
Tiempo estándar en minutos																	62,75

Troquelado

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS															
ACTIVIDAD: Corte de láminas de cartón acorde a especificaciones							Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal	
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)							Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total		
		T1	T2	T3	T4	T5									
1	Recepción del material en proceso del área de troquel	254,2	265,5	263,1	270,2	258,7	1311,67	262,3	0,03	0,05	0,01	0,02	1,11	291,2	
2	Ubicar el material en la máquina troqueladora	171,5	202,1	183,4	184,6	178,6	920,2	184,0	0,08	0,02	0,01	0,04	1,15	211,6	
3	Colocar el molde de troquel	27,1	23,4	31,1	26,5	19,4	127,5	25,5	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	30,1	
4	Nivelar pliegos e igualarlos	24,2	20,3	22,8	26,5	24,7	118,5	23,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	25,6	
5	Trasladarse al puesto de control	14,8	12,8	14,5	13,6	14,2	69,91	14,0	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	14,8	

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS														
ACTIVIDAD: Corte de láminas de cartón acorde a especificaciones						Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal	
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)						Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total		
		T1	T2	T3	T4	T5								
6	Puesta en marcha el troquelado	173,9	176,4	182,7	189,2	176,1	898,3	179,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	194,0
7	Control del proceso en mandos de máquina	257,6	239,2	254,7	244,8	249,6	1245,9	249,2	0,11	0,05	0,03	0,04	1,23	306,5
8	Esperar a que finalice el troquel del lote	831,9	832,1	814,6	840,0	860,0	4178,6	835,7	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	860,8
9	Examinar muestras	32,3	31,0	38,4	31,2	34,2	167,1	33,4	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	39,4
10	Movilizarse hasta el puesto de control	41,6	40,1	38,9	39,4	42,1	202,1	40,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	41,6
11	Llevar el coche montacarga	100,5	110,2	122,3	126,4	104,1	563,48	112,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	121,7
12	Montar el lote terminado	122,3	134,1	136,5	121,4	125,1	639,4	127,9	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	150,9
13	Llevar a el área de almacenamiento	30,7	26,7	28,4	36,1	32,5	154,41	30,9	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	32,7
	TOTAL (segundos)						10597,1	2119,4						2321,1
	TOTAL (minutos)						176,6	35,3						38,7

Valoración de suplementos constantes y variables troquelado

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de día	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	i) Monotonía: Física				
1	Recepción del material en proceso del área de troquel	5	4	2	2	4	0	0	0	0	1	0	0	0,18	1,18	291,2	343,61
2	Ubicar el material en la máquina troqueladora	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0,17	1,17	211,6	247,63
3	Colocar el molde de troquel	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	30,1	34,00
4	Nivelar pliegos e igualarlos	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0,17	1,17	25,6	29,95
5	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	14,8	16,75
6	Puesta en marcha el troquelado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	194,0	219,26
7	Control del proceso en mandos de máquina	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	306,5	352,47
8	Esperar a que finalice el troquel del lote	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	860,8	964,09
9	Examinar muestras	5	4	2	2	0	0	0	5	0	1	0	0	0,19	1,19	39,4	46,93
10	Movilizarse hasta el puesto de control	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	41,6	47,46
11	Llevar el coche montacarga	5	4	2	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0,19	1,19	121,7	144,84
12	Montar el lote terminado	5	4	2	0	8	0	0	0	0	1	1	0	0,21	1,21	150,9	182,59
13	Llevar a el área de almacenamiento	5	4	2	0	8	0	0	0	0	1	1	0	0,21	1,21	32,7	39,61

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA									TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de noche	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental				
Tiempo estándar en segundos															2669,15	
Tiempo estándar en minutos															44,49	

Empacado

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS																			
ACTIVIDAD: Preparar el producto terminado para su entrega												Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)												Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10								
1	Tomar los lotes troquelados del área de almacenamiento	290,6	287,4	284,9	254,0	261,9	246,7	231,3	267,4	232,1	266,7	2623,0	262,3	0,06	0,05	0,01	0,02	1,14	299,0
2	Contabilizar unidades	94,2	106,3	102,7	98,1	101,2	114,6	102,1	106,5	96,8	97,1	1019,6	102,0	0,03	0,08	0,01	0,00	1,12	114,2
3	Retirar las rebabas de las láminas de cartón formadas	8,3	12,5	11,2	9,6	12,8	13,9	14,7	11,2	12,4	12,3	118,9	11,9	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	14,0
4	Embalar los paquetes formados	57,5	49,1	67,5	68,7	68,3	67,9	66,2	61,2	64,3	59,6	630,3	63,0	0,06	0,02	0,01	0,02	1,11	70,0
5	Trasladar los paquetes formados a producto terminado	16,7	17,5	14,5	16,3	12,4	16,3	15,7	14,9	15,2	16,3	155,8	15,6	0,00	0,02	0,01	0,00	1,03	16,0
TOTAL (segundos)												4547,6	454,8						513,3
TOTAL (minutos)												75,8	7,6						8,6

Valoración de suplementos constantes y variables empaquetado

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura	c) Lev. de Pesos y Uso	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía:	j) Monotonía: Física				
1	Tomar los lotes troquelados del área de almacenamiento	5	4	2	0	6	0	0	0	0	1	0	0	0,18	1,18	0,0	0,00
2	Contabilizar unidades	5	4	2	0	2	0	0	2	0	1	1	2	0,19	1,19	0,0	0,00
3	Retirar las rebabas de las láminas de cartón formadas	5	4	2	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0,16	1,16	2,3	2,69
4	Embalar los paquetes formados	5	4	2	2	2	0	0	2	2	1	1	0	0,21	1,21	2,4	2,93
5	Trasladar los paquetes formados a producto terminado	5	4	2	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0,16	1,16	0,0	0,00
Tiempo estándar en segundos																	5,62
Tiempo estándar en minutos																	0,09

5.7. Anexo3. Tablas de identificación de desperdicios al proceso

Corrugado

TABLA de Identificación de desperdicios Corrugado																	
ACTIVIDAD: Formado y corte de lámina de papel	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios						Acción a tomar				
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar	
1	Revisar la orden del pedido	12,09	13,78		13,78		X			X							X
2	Montar la bobina de papel en el corrugador	699,58	860,49		860,49		X										
3	Realizar correcciones de dimensiones de la bobina	168,03	196,59		196,59		X		X							X	
4	Trasladarse al puesto de control	56,23	64,66		64,66		X				X					X	
5	Puesta en marcha la máquina corrugadora	41,08	49,70		49,70		X			X							X
6	Corte de láminas y verificación de láminas salientes	35,71	42,14	42,14		X							X				X
7	Agrupar las láminas cortadas	252,12	305,07		305,07		X										
8	Llevar a el área de producto cortado	56,99	68,96		68,96		X				X						X

TABLA de Identificación de desperdicios Corrugado															
ACTIVIDAD: Formado y corte de lámina de papel	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios						Acción a tomar		
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir
TOTAL (segundos)	1321,8	1601,4	42,1	1559,2	Versión	Fecha:	Observaciones:	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:					
TOTAL (minutos)	22,0	160,1	0,7	26,0	1		Versión inicial	Ing. Daniel Vargas	Supervisor de Planta	Gerente General					

Impresión

TABLA de Identificación de desperdicios Impresión																	
ACTIVIDAD: Impresión de diseño	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios						Acción a tomar				
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Movimientos innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar	
1	Recepción del material en proceso del área de corrugado	946,92	1164,71	1164,71		X			X								X
2	Ubicar el material en la máquina de impresión	1646,53	2091,10	2091,10		X			X								X
3	Movilizarse al sitio de almacenamiento de placas de impresión	66,61	76,60	76,60		X							X				X

TABLA de Identificación de desperdicios Impresión																	
ACTIVIDAD: Impresión de diseño		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios							Acción a tomar		
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en NVA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos Inadecuados	Tiempo de espera	Transportes	Movimientos innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar
4	Seleccionar la placa del diseño a imprimir	6,2	7,13	7,13		X						X				X	
5	Ubicar placa de impresión	43,22	51,86		51,86		X										
6	Trasladarse al puesto de control	18,17	20,53		20,53		X			X						X	
7	Puesta en marcha la impresión	37,99	42,92		42,92		X										
8	Desplazarse hasta el sitio de láminas impresas	22,93	26,37		26,37		X					X				X	
9	Esperar a primeros productos impresos	129,2	149,88		149,88		X		X						X		
10	Elegir una muestra	9,087	10,45		10,45		X						X			X	
11	Movilizarse al sitio de control de calidad	9,888	11,17		11,17		X					X				X	
12	Control de impresión, tonificación de colores	200,21	246,26		246,26		X	X								X	
13	Regulación de colores, verificar cantidades	139,41	179,83		179,83		X	X							X		
14	Trasladarse nuevamente al puesto de control	15,55	17,57		17,57		X					X			X		
15	Esperar a los productos impresos	69,23	79,61		79,61		X		X							X	
16	Elegir una nueva muestra	9,36	11,05		11,05		X						X			X	
17	Movilizarse al sitio de control de calidad	18,2	21,19		21,19		X					X				X	

TABLA de Identificación de desperdicios Impresión																	
ACTIVIDAD: Impresión de diseño		Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios						Acción a tomar			
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos Inadecuados	Tiempo de espera	Transportes	Movimientos innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar
18	Examinar muestras acordes a lo requerido	122,92	147,50	14,5		X							X				
19	Movilizarse hasta el puesto de control	10,64	12,02		12,02		X					X			X		
20	Esperar a que finalice el lote del producto	939,44	1099,14		1099,14		X		X						X		
21	Llevar el coche montacarga	17,7	22,13		22,13		X				X					X	
22	Montar el lote terminado	63,19	80,88		80,88		X										
23	Llevar a el área de laminado	136,35	167,71		167,71		X				X					X	
TOTAL (segundos)		4678,9	5737,6	267,9	5583,0	Versión	Fecha:	Observaciones:	Elaborado por:			Revisado por:		Aprobado por:			
TOTAL (minutos)		78,0	95,6	0,4	93,0	1		Versión inicial	Ing. Daniel Vargas			Supervisor de Planta		Gerente General			

Laminado

TABLA de Identificación de desperdicios Laminado																	
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas	Tiempo normal	Tiempo Estándar			V A	NV A	Desperdicios							Acción a tomar			
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar	
1	Recepción del material en proceso del área de impresión	345,52	421,54		421,54				X								X
2	Ubicar el material en la máquina de laminado	133,45	158,81		158,81				X								X
3	Trasladarse al puesto de control	11,50	12,88		12,88					X						X	
4	Nivelar pliegos e igualarlos	94,72	110,82		110,82							X					X
5	Puesta en marcha el laminado	8,86	10,01	10,01		X			X							X	
6	Esperar a primeros productos laminados	33,34	37,67		37,67				X						X		
7	Elegir una muestra	4,13	4,75		4,75			X							X		
8	Control de calidad, pliegos formados	52,55	63,07	63,07		X							X				X
9	Apilar pliegos laminados	48,85	57,16		57,16					X							
10	Descarga en el área de producto laminado terminado	50,27	58,31		58,31												
11	Regulación de rieles de pliegos	214,14	244,12		244,12			X								X	

TABLA de Identificación de desperdicios Laminado																	
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas		Tiempo normal	Tiempo Estándar			V A	NV A	Desperdicios							Acción a tomar		
			Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar
12	Trasladarse nuevamente al puesto de control	14,87	16,65		16,65		X				X					X	
13	Esperar a los productos laminados	88,00	98,57		98,57		X			X					X		
14	Elegir una nueva muestra	6,50	7,48		7,48		X		X						X		
15	Examinar muestras	24,95	30,69	30,69		X							X			X	
16	Apilar pliegos laminados	160,56	189,46		189,46		X										
17	Descarga en el área de producto laminado terminado	45,72	53,04		53,04		X						X			X	
18	Movilizarse hasta el puesto de control	16,86	18,88		18,88		X					X				X	
19	Esperar a que finalice el lote del producto	1470,84	1765,00		1765,00		X			X					X		
20	Llevar el coche montacarga	24,05	27,90		27,90		X				X						X
21	Montar el lote terminado	170,86	211,87		211,87		X										
22	Llevar a el área de troquelado	146,95	166,06		166,06		X				X						X
TOTAL (segundos)		3167,5	3764,7	103,8	3661,0	Versión	Fecha:	Observaciones:			Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		

TABLA de Identificación de desperdicios Laminado																
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios							Acción a tomar		
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar
TOTAL (minutos)	52,8	62,7	1,7	61,0	1					Versión inicial		Ing. Daniel Vargas	Supervisor de Planta			Gerente General

Troquelado

TABLA de Identificación de desperdicios Troquelado																	
ACTIVIDAD: Corte de láminas de cartón	Tiempo normal	Tiempo Estándar			VA	NVA	Desperdicios							Acción a tomar			
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar	
1	Recepción del material en proceso del área de troquel	291,19	343,61		343,61		X			X							X
2	Ubicar el material en la máquina troqueladora	211,65	247,63		247,63		X			X						X	
3	Colocar el molde de troquel	25,60	28,92		28,92		X										
4	Nivelar pliegos e igualarlos	14,82	17,34		17,34		X					X				X	
5	Trasladarse al puesto de control	194,03	219,26		219,26		X				X						X
6	Puesta en marcha el troquelado	306,49	346,34	346,34		X				X							X

7	Control del proceso en mandos de máquina	860,79	989,91	989,91		X				X							X
8	Esperar a que finalice el troquel del lote	39,44	44,17		44,17		X			X							X
9	Examinar muestras	41,63	49,54	49,54		X						X					X
10	Movilizarse hasta el puesto de control	121,71	138,75		138,75		X				X						X
11	Llevar el coche montacarga	150,90	179,57		179,57		X				X						X
12	Montar el lote terminado	32,73	39,61		39,61		X				X						X
13	Llevar a el área de almacenamiento	2321,07	2808,49		2808,49		X				X						X
TOTAL (segundos)		4612,0	5453,1	1385,8	4067,3	Versión	Fecha:		Observaciones:	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:					
TOTAL (minutos)		76,9	90,9	23,1	67,8	1			Versión inicial	Ing. Daniel Vargas	Supervisor de Planta	Gerente General					

Empaquetado

TABLA de Identificación de desperdicios Empacado																	
ACTIVIDAD: Preparar el producto terminado para su entrega	Tiempo normal	Tiempo Estándar				VA	NVA	Desperdicios						Acción a tomar			
		Tiempo Estándar	Tiempo estándar en act. VA	Tiempo estándar en act. NVA	Tiempo estándar en act. VA			Sobreproducción	Procesos innecesarios	Tiempo de espera	Transportes	Mov. innecesarios	Inventario	Defectos	Eliminar	Reducir	Mejorar
1	Tomar los lotes troquelados del área de almacenamiento	299,02	299,02		299,02		X				X					X	
2	Contabilizar unidades	114,19	114,19	114,19		X						X					X
3	Retirar las rebabas de las láminas de cartón formadas	69,96	69,96		69,96		X						X				X
4	Embalar los paquetes formados	16,05	16,05	16,05		X						X					X
5	Trasladar los paquetes formados a producto terminado	513,25	513,25		513,25		X				X					X	
TOTAL (segundos)		1012,5	1012,5	130,2	882,2	Versión	Fecha:	Observaciones:	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:						
TOTAL (minutos)		16,9	16,9	2,2	14,7	1		Versión inicial	Ing. Daniel Vargas	Supervisor de Planta	Gerente General						

5.8. Anexo 4. Análisis de reducción de tiempos en procesos de mejora

Corrugado

TABLA DE CALCULO DE MEJORA PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS																	
ACTIVIDAD: Formado y corte de lámina de papel										Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)										Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8								
1	Revisar la orden del pedido	10,3	12,4	15,4	10,2	11,1	12,3	12,7	10,4	94,8	11,9	0,00	0,00	0,00	0,02	1,02	12,1
2	Montar la bobina de papel en el corrugador	610,5	590,7	632,4	617,1	606,4	640,2	630,8	612,7	4940,8	617,6	0,03	0,05	0,01	0,04	1,13	697,9
4	Trasladarse al puesto de control	53,1	57,4	47,8	45,2	59,3	56,7	61,4	50,1	431	53,9	0,00	0,00	0,00	0,02	1,02	55,0
5	Puesta en marcha la máquina corrugadora	45,2	38,4	41,2	37,5	40,2	33,7	43,8	42,6	322,6	40,3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	40,3
6	Verificar tamaños del corte de láminas salientes	30,7	28,4	27,7	31,4	36,5	6,6	37,4	35,2	233,9	29,2	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	31,1
7	Agrupar las láminas cortadas	226,9	236,4	244,7	235,6	239,1	227,1	214,2	238,8	1862,8	232,9	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	246,8
8	Llevar a el área de producto cortado	57,9	54,2	47,9	56,7	49,7	51,5	42,9	53,1	413,9	51,7	0,03	0,02	0,00	0,02	1,07	55,4
TOTAL (segundos)										8299,8	1037,5						1138,5
TOTAL (minutos)										138,3	17,3						18,97

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	i) Monotonía: Física				
1	Revisar la orden del pedido	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	12,1	13,78
2	Montar la bobina de papel en el corrugador	5	4	2	2	3	0	0	2	2	1	0	2	0,23	1,23	697,9	858,40
4	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	55,0	63,20
5	Puesta en marcha la máquina corrugadora	5	4	2	0	1	0	0	5	2	1	1	0	0,21	1,21	40,3	48,79
6	Verificar tamaños del corte de láminas salientes	5	4	2	2	0	2	0	0	2	1	0	0	0,18	1,18	31,1	36,64
7	Agrupar las láminas cortadas	5	4	2	0	1	0	0	5	2	1	1	0	0,21	1,21	246,8	298,65
8	Llevar a el área de producto cortado	5	4	2	0	2	0	0	2	2	1	1	2	0,21	1,21	55,4	66,98
Tiempo estándar en segundos																	1386,45
Tiempo estándar en minutos																	23,11

Impresión

TABLA DE CALCULO DE MEJORA PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Impresión de diseño acorde a la especificación requerida					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
1	Recepción del material en proceso del área de corrugado	884,6	890,8	904,6	2679,96	893,3	0,03	0,02	0,01	0,00	1,06	946,9
2	Ubicar el material en la máquina de impresión	1451,2	1370,1	1364,8	4186,1	1395,4	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	1646,5
3	Movilizarse al sitio de almacenamiento de placas de impresión	62,4	69,9	61,7	194	64,7	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	66,6
4	Seleccionar la placa del diseño a imprimir	6,6	5,8	6,2	18,6	6,2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	6,2
5	Ubicar placa de impresión	42,1	47,2	34,2	123,48	41,2	0,00	0,02	0,01	0,02	1,05	43,2
6	Trasladarse al puesto de control	18,7	19,1	16,7	54,5	18,2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	18,2
7	Puesta en marcha la impresión	36,0	32,0	35,6	103,6	34,5	0,03	0,02	0,03	0,02	1,10	38,0
8	Desplazarse hasta el sitio de láminas impresas	21,2	24,1	22,8	68,1	22,7	0,00	0,00	0,01	0,00	1,01	22,9
9	Esperar a primeros productos impresos	120,3	117,4	121,2	358,9	119,6	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	129,2
10	Elegir una muestra	7,8	7,3	8,2	23,3	7,8	0,08	0,02	0,03	0,04	1,17	9,1
11	Control de impresión, tonificación de colores	163,5	164,8	168,1	496,4	165,5	0,06	0,08	0,03	0,04	1,21	200,2
12	Esperar a los productos impresos	60,6	62,3	64,2	187,1	62,4	0,06	0,02	0,01	0,02	1,11	69,2
13	Elegir una nueva muestra	8,7	8,2	7,1	24,01	8,0	0,08	0,02	0,03	0,04	1,17	9,4
14	Examinar muestras acordes a lo requerido	98,6	102,0	106,7	307,3	102,4	0,08	0,05	0,03	0,04	1,20	122,9
15	Llevar el coche montacarga	18,9	16,4	17,8	53,1	17,7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	17,7
16	Montar el lote terminado	56,0	51,0	52,3	159,3	53,1	0,06	0,08	0,03	0,02	1,19	63,2

TABLA DE CALCULO DE MEJORA PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Impresión de diseño acorde a la especificación requerida					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
17	Llevar a el área de laminado	129,3	130,4	126,2	385,9	128,6	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	136,4
TOTAL (segundos)					9423,7	3141,2						3545,8
TOTAL (minutos)					157,1	52,4						59,10

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura	c) Lev. de Pesos y Uso de Herramientas	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Masculina	i) Monotonía: Femenina				
1	Recepción del material en proceso del área de corrugado	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	1	0	0,23	1,23	946,9	1164,71
2	Ubicar el material en la máquina de impresión	5	4	2	2	8	0	0	2	0	1	1	2	0,27	1,27	1646,5	2091,10
3	Movilizarse al sitio de almacenamiento de placas de impresión	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,15	1,15	66,6	76,60
4	Seleccionar la placa del diseño a imprimir	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	6,2	7,13
5	Ubicar placa de impresión	5	4	2	2	0	0	0	2	0	4	1	0	0,2	1,2	43,2	51,86
6	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	18,2	20,53
7	Puesta en marcha la impresión	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	38,0	42,92

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura	c) Lev. de Pesos y Uso de Herramientas	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Masacal	i) Monotonía: Fricción				
8	Desplazarse hasta el sitio de laminas impresas	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0,15	1,15	22,9	26,37
9	Esperar a primeros productos impresos	5	4	2	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0,16	1,16	129,2	149,88
10	Elegir una muestra	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0,15	1,15	9,1	10,45
11	Control de impresión, tonificación de colores	5	4	2	2	0	0	0	5	0	4	1	0	0,23	1,23	200,2	246,26
12	Esperar a los productos impresos	5	4	2	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0,15	1,15	69,2	79,61
13	Elegir una nueva muestra	5	4	2	2	1	0	0	2	0	1	1	0	0,18	1,18	9,4	11,05
14	Examinar muestras acordes a lo requerido	5	4	2	2	0	0	0	5	0	1	1	0	0,2	1,2	122,9	147,50
15	Llevar el coche montacarga	5	4	2	2	10	0	0	0	0	1	1	0	0,25	1,25	17,7	22,13
16	Montar el lote terminado	5	4	2	7	8	0	0	0	0	1	1	0	0,28	1,28	63,2	80,88
17	Llevar a el área de laminado	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	1	0	0,23	1,23	136,4	167,71
Tiempo estándar en segundos																	4396,69
Tiempo estándar en minutos																	73,28

Laminado

TABLA DE CALCULO PARA LA MEJORA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
1	Recepción del material en proceso del área de impresión	320,4	362,5	313,8	996,7	332,2	0,00	0,02	0,00	0,02	1,04	345,5
2	Ubicar el material en la máquina de laminado	125,2	121,9	123,6	370,7	123,6	0,05	0,00	0,01	0,02	1,08	133,5
3	Trasladarse al puesto de control	12,5	10,6	11,4	34,5	11,5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	11,5
4	Nivelar pliegos e igualarlos	90,3	84,1	88,7	263,1	87,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	94,7
5	Puesta en marcha el laminado	8,2	7,8	8,6	24,6	8,2	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	8,9
6	Esperar a primeros productos laminados	31,5	33,4	32,2	97,1	32,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	33,3
7	Elegir una muestra	3,6	4,0	4,1	11,7	3,9	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	4,1
8	Control de calidad, pliegos formados	45,4	46,7	38,2	130,3	43,4	0,06	0,08	0,03	0,04	1,21	52,6
9	Apilar pliegos laminados	41,1	47,8	46,8	135,7	45,2	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	48,9
10	Descarga en el área de producto laminado terminado	43,4	47,8	45,9	137,1	45,7	0,00	0,05	0,03	0,02	1,10	50,3
11	Regulación de rieles de pliegos	184,1	187,6	182,1	553,8	184,6	0,06	0,05	0,03	0,02	1,16	214,1

TABLA DE CALCULO PARA LA MEJORA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS												
ACTIVIDAD: Unión del papel corrugado y láminas de papel impresas					Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)					Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3								
12	Trasladarse nuevamente al puesto de control	14,6	14,2	14,5	43,3	14,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	14,9
13	Examinar muestras	20,0	19,6	21,3	60,86	20,3	0,08	0,08	0,03	0,04	1,23	25,0
14	Esperar a que finalice el lote del producto	1460,1	1451,3	1457,4	4368,82	1456,3	0,00	0,00	0,01	0,00	1,01	1470,8
15	Llevar el coche montacarga	23,4	21,8	21,6	66,8	22,3	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	24,0
16	Montar el lote terminado	145,1	142,5	146,8	434,4	144,8	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	170,9
17	Llevar a el área de troquelado	140,3	136,9	138,7	415,9	138,6	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	147,0
	TOTAL (segundos)				8145,4	2715,1						2849,8
	TOTAL (minutos)				135,8	45,3						47,5

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de noche	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	Monotonía: Física				
1	Recepción del material en proceso del área de impresión	5	4	2	2	8	0	0	0	0	1	0	0	0,22	1,22	345,5	421,54
2	Ubicar el material en la máquina de laminado	5	4	2	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0,19	1,19	133,5	158,81
3	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	11,5	12,88
4	Nivelar pliegos e igualarlos	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0,17	1,17	94,7	110,82
5	Puesta en marcha el laminado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	8,9	10,01
6	Esperar a primeros productos laminados	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	33,3	37,67
7	Elegir una muestra	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	4,1	4,75
8	Control de calidad, pliegos formados	5	4	2	0	0	0	0	5	0	1	1	2	0,2	1,2	52,6	63,07
9	Apilar pliegos laminados	5	4	2	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0,17	1,17	48,9	57,16
10	Descarga en el área de producto laminado terminado	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0,16	1,16	50,3	58,31
11	Regulación de rieles de pliegos	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	214,1	244,12
12	Trasladarse nuevamente al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	14,9	16,65
15	Examinar muestras	5	4	2	0	0	0	0	5	0	1	4	2	0,23	1,23	25,0	30,69
19	Esperar a que finalice el lote del producto	5	4	2	0	8	0	0	0	0	1	0	0	0,2	1,2	1470,8	1765,00

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de noche	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	i) Monotonía: Física				
20	Llevar el coche montacarga	5	4	2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0,16	1,16	24,0	27,90
21	Montar el lote terminado	5	4	2	4	8	0	0	0	0	1	0	0	0,24	1,24	170,9	211,87
22	Llevar a el área de troquelado	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0,13	1,13	147,0	166,06
Tiempo estándar en segundos																	3397,29
Tiempo estándar en minutos																	56,62

Troquelado

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS														
ACTIVIDAD: Corte de láminas de cartón acorde a especificaciones							Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)							Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5								
1	Recepción del material en proceso del área de troquel	254,2	265,5	263,1	270,2	258,7	1311,67	262,3	0,03	0,05	0,01	0,02	1,11	291,2
2	Ubicar el material en la máquina troqueladora	171,5	202,1	183,4	184,6	178,6	920,2	184,0	0,08	0,02	0,01	0,04	1,15	211,6
3	Colocar el molde de troquel	27,1	23,4	31,1	26,5	19,4	127,5	25,5	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	30,1
4	Nivelar pliegos e igualarlos	24,2	20,3	22,8	26,5	24,7	118,5	23,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	25,6
5	Trasladarse al puesto de control	14,8	12,8	14,5	13,6	14,2	69,91	14,0	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	14,8

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS														
ACTIVIDAD: Corte de láminas de cartón acorde a especificaciones							Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)							Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5								
6	Puesta en marcha el troquelado	173,9	176,4	182,7	189,2	176,1	898,3	179,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	194,0
7	Control del proceso en mandos de máquina	257,6	239,2	254,7	244,8	249,6	1245,9	249,2	0,11	0,05	0,03	0,04	1,23	306,5
8	Esperar a que finalice el troquel del lote	831,9	832,1	814,6	840,0	860,0	4178,6	835,7	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	860,8
9	Examinar muestras	32,3	31,0	38,4	31,2	34,2	167,1	33,4	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	39,4
10	Movilizarse hasta el puesto de control	41,6	40,1	38,9	39,4	42,1	202,1	40,4	0,00	0,00	0,01	0,02	1,03	41,6
11	Llevar el coche montacarga	100,5	110,2	122,3	126,4	104,1	563,48	112,7	0,03	0,02	0,01	0,02	1,08	121,7
12	Montar el lote terminado	122,3	134,1	136,5	121,4	125,1	639,4	127,9	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	150,9
13	Llevar a el área de almacenamiento	30,7	26,7	28,4	36,1	32,5	154,41	30,9	0,03	0,00	0,01	0,02	1,06	32,7
TOTAL (segundos)							10597,1	2119,4						2321,1
TOTAL (minutos)							176,6	35,3						38,7

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía:	j) Monotonía:				
1	Recepción del material en proceso del área de troquel	5	4	2	2	4	0	0	0	0	1	0	0	0,18	1,18	291,2	343,61
2	Ubicar el material en la máquina troqueladora	5	4	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0,17	1,17	211,6	247,63
3	Colocar el molde de troquel	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	30,1	34,00
4	Nivelar pliegos e igualarlos	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	0,17	1,17	25,6	29,95
5	Trasladarse al puesto de control	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	14,8	16,75
6	Puesta en marcha el troquelado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,13	1,13	194,0	219,26
7	Control del proceso en mandos de máquina	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0,15	1,15	306,5	352,47
8	Esperar a que finalice el troquel del lote	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,12	1,12	860,8	964,09
9	Examinar muestras	5	4	2	2	0	0	0	5	0	1	0	0	0,19	1,19	39,4	46,93
10	Movilzarse hasta el puesto de control	5	4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,14	1,14	41,6	47,46
11	Llevar el coche montacarga	5	4	2	2	4	0	0	0	0	1	1	0	0,19	1,19	121,7	144,84
12	Montar el lote terminado	5	4	2	0	8	0	0	0	0	1	1	0	0,21	1,21	150,9	182,59

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar	
		Necesidades	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: i)	Monotonía: j)					
13	Llevar a el área de almacenamiento	5	4	2	0	8	0	0	0	0	0	1	1	0	0,21	1,21	32,7	39,61
Tiempo estándar en segundos																	2669,15	
Tiempo estándar en minutos																	44,49	

Empaquetado

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS																			
ACTIVIDAD: Preparar el producto terminado para su entrega												Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)												Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10								
1	Tomar los lotes troquelados del área de almacenamiento	290,6	287,4	284,9	254,0	261,9	246,7	231,3	267,4	232,1	266,7	2623,0	262,3	0,06	0,05	0,01	0,02	1,14	299,0
2	Contabilizar unidades	94,2	106,3	102,7	98,1	101,2	114,6	102,1	106,5	96,8	97,1	1019,6	102,0	0,03	0,08	0,01	0,00	1,12	114,2
3	Retirar las rebabas de las láminas de cartón formadas	8,3	12,5	11,2	9,6	12,8	13,9	14,7	11,2	12,4	12,3	118,9	11,9	0,08	0,05	0,03	0,02	1,18	14,0
4	Embalar los paquetes formados	57,5	49,1	67,5	68,7	68,3	67,9	66,2	61,2	64,3	59,6	630,3	63,0	0,06	0,02	0,01	0,02	1,11	70,0
5	Trasladar los paquetes formados a producto terminado	16,7	17,5	14,5	16,3	12,4	16,3	15,7	14,9	15,2	16,3	155,8	15,6	0,00	0,02	0,01	0,00	1,03	16,0

TABLA DE CALCULO PARA EL CONTROL DE OPERACIONES Y TIEMPOS																			
ACTIVIDAD: Preparar el producto terminado para su entrega											Tiempo total observado	Tiempo promedio	VALORACIÓN POR DESEMPEÑO					Tiempo Normal	
N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	Observaciones (s)											Habilidad	Esfuerzo	Consistencia	Condición	Total		
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10								
	TOTAL (segundos)											4547,6	454,8						513,3
	TOTAL (minutos)											75,8	7,6						8,6

N°	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA											TOTAL	Índice	Tiempo Normal	Tiempo Estándar
		Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de mañana	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calid. de aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	Monotonía: Mental	i) Monotonía: Física	j) Monotonía: Esfuerzo				
1	Tomar los lotes troquelados del área de almacenamiento	5	4	2	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0,18	1,18	299,0	352,85
2	Contabilizar unidades	5	4	2	0	2	0	0	2	0	0	1	1	2	0,19	1,19	114,2	135,89
3	Retirar las rebabas de las láminas de cartón formadas	5	4	2	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0,16	1,16	14,0	16,28	
4	Embalar los paquetes formados	5	4	2	2	2	0	0	2	2	1	1	0	0,21	1,21	70,0	84,66	
5	Trasladar los paquetes formados a producto terminado	5	4	2	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0,16	1,16	16,0	18,61	
Tiempo estándar en segundos																	608,28	
Tiempo estándar en minutos																	10,14	

5.9. Anexo 5. Evaluación de la mejora propuesta

Análisis de costos de elementos propuestos a nivel del proceso y periodo de recuperación

Con la propuesta de implementación de inversión en máquinas herramientas mejorarían la productividad en la empresa Mikrocarton se debe realizar un análisis estimado de costos de implementación considerando la información tomada en la empresa, a continuación, se describen en la siguiente tabla los elementos propuestos a implementar, de los cuales sus valores son aproximados.

Unidad	Descripción	Características	Costo unitario	Costo total
1	Tolva de recolección de residuos para corrugadora	Fabricación nacional Material: Acero negro	\$220	\$220
2	Colector móvil	Fabricación nacional Material: Acero negro	\$350	\$700
1	Medidor de espesor de pintura	Medidor de espesor de recubrimiento HW-300 Tamaño del producto: 110 MM * 52 MM * 25 MM Material: ABS Resolución: 0,01 mm/1 mil Rango de medición: 0-2000UM Precisión de medición: $\pm(3\%+1UM)$	\$62	\$62
2	Montacargas semi eléctricos	Peso máximo estimado: 2 Tn	\$700	\$1400
1	Empacadora Eléctrica	Capacidad: Hasta 1000 paquetes estándar por hora Velocidad del transportador: 20 m/min	1500	\$1500
1	Anaqueles de acero	Con 3 niveles para el almacenamiento de insumos	\$200	\$200
	Señalización de áreas de maquinaria y de tránsito dentro de la empresa	Señalización bajo los criterios del decreto ejecutivo 2393 Art. 24	\$600	\$600
TOTAL				\$4682

Cada uno de los aspectos que implica la mejora en la empresa influyen en un gasto total de \$4082 dólares mismo que será financiado por la empresa en el caso ponerlo en marcha. Ya una vez planteado se calcula el periodo de recuperación al cual se aplica la ecuación (7) del punto de equilibrio, en el que se da a conocer cuántos paquetes de cajas de cartón debe vender para poder recuperar la inversión y generar ganancias.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos Variables}}{\text{Precio de venta}}} \quad (7)$$

Los valores a considerar fueron recopilados en el área de contabilidad de la empresa

Costos fijos = \$4,082.00

Costos Variables = \$0.58 unidad de cartón

Precio de venta = \$ 11.60 paquete de unidades de cartón

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\$4,682.00}{1 - \frac{\$0.58}{\$11.60}}$$

$$\text{Punto de equilibrio} = \$4,928.42$$

Para conocer el número de paquetes de cartón que deben vender se realiza el siguiente cálculo.

$$\begin{aligned} \text{Punto de equilibrio}_{\text{unidad}} &= \frac{\$4,928.42}{\$11.60} \\ &= 424.86 \text{ paquetes de unidades de cartón} \end{aligned}$$

$$\text{Punto de equilibrio}_{\text{unidad}} = 424.86 \text{ paquetes de unidades de cartón}$$

Para poder percibir ganancias la empresa debe vender \$4,928.42 en paquetes de unidades de cartón, es decir 424.86 paquetes para costear la inversión realizada.

Para estimar el tiempo de recuperación de la inversión propuesta se divide el número de paquetes a producir sobre la producción diaria

$$\text{Tiempo de recuperación} = \frac{424.86 \text{ paquetes}}{22 \text{ unidades/semanales}} \quad (8)$$

$$\text{Tiempo de recuperación} = 19.31 \approx 4,83 \text{ meses}$$