



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Gestión Industrial

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LAS CONDICIONES DE TRABAJO POR MEDIO DE
LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA SECCIÓN DE PITA DEL ÁREA DE
POLIPROPILENO EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES EN
GUATEMALA**

Ing. José Ernesto Samayoa Beltrán

Asesorado por la Mtra. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, octubre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LAS CONDICIONES DEL LUGAR DE TRABAJO POR
MEDIO DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA SECCIÓN DE PITA DEL
ÁREA DE POLIPROPILENO EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES
EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. JOSÉ ERNESTO SAMAYOA BELTRÁN
ASESORADO POR LA Mtra. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Coti
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Ericka Nathalie López Torres
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LAS CONDICIONES DEL LUGAR DE TRABAJO POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA SECCIÓN DE PITA DEL ÁREA DE POLIPROPILENO EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES EN GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Estudios de Postgrado, con fecha octubre de 2020.



Ing. José Ernesto Samayoa Beltrán

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.672.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LAS CONDICIONES DE TRABAJO POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA SECCIÓN DE PITA DEL ÁREA DE POLIPROPILENO EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES EN GUATEMALA**, presentado por: **José Ernesto Samayoa Beltrán**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova
Decana



Guatemala, octubre de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, octubre de 2022

LNG.EEP.OI.672.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LAS CONDICIONES DE TRABAJO POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA SECCIÓN DE PITA DEL ÁREA DE POLIPROPILENO EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES EN GUATEMALA”

presentado por **José Ernesto Samayoa Beltrán** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**

Guatemala, 10 de enero de 2022

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado el **informe final** de graduación titulado: **"INFORME DE GRADUACIÓN MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y LAS CONDICIONES DE TRABAJO POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA SECCIÓN DE PITA DEL ÁREA DE POLIPROPILENO EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICOS AGROINDUSTRIALES EN GUATEMALA."**. Del estudiante José Ernesto Samayoa Beltrán, del programa de Maestría en **Artes en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, validez, pertinencia y coherencia según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el protocolo evaluado cuenta con mi aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



M.A. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 26 de octubre de 2020.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí,
Director de Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Maestría en Gestión Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Maestro Álvarez Cotí:

Por este medio hago de su conocimiento que en mi calidad de asesora he revisado y aprobado el trabajo de graduación titulado **Mejora de la productividad y las condiciones del lugar de trabajo por medio de la metodología Lean Manufacturing para la sección de pita del Área de Polipropileno en una industria de plásticos agroindustriales**, elaborado por el estudiante **José Ernesto Samayoa Beltrán** quién se identifica con el número de DPI **2068 39111 0101**.

Sin otro particular, me suscribo, atentamente.


M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Colegiado Activo No. 4319

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por la vida y todas las oportunidades que me ha permitido tener cada día de mi vida.

Mis padres

Roberto Samayoa y Brenda Beltrán, por todo su cariño, comprensión, paciencia y apoyarme a seguir creciendo.

Mi hermano

Rubén Samayoa, por estar presente y no hacer mayor ruido durante mis clases.

Mis amigos

Por su amistad a lo largo de los años.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Casa de estudios que me permite seguir creciendo y formándome académicamente.

Facultad de Ingeniería

Por la formación y retos que me han permitido crecer profesionalmente.

Inga. Norma Sarmiento

Por el tiempo y consejos que me brindó para que esta investigación se pudiera culminar de forma adecuada.

**Compañeros de la
maestría**

Por ser parte de esta aventura, el poder aprender de ellos y el apoyo en cada clase para llegar al final.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XVII
OBJETIVOS	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXXI
1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Estudios previos	1
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Industria de plástico	7
2.1.1. Tipos de plástico	8
2.1.1.1. Polipropileno	9
2.1.1.2. Polietileno tereftalato	10
2.1.1.3. Polietileno de alta densidad	10
2.1.1.4. Policloruro de vinilo	10
2.1.1.5. Polietileno de baja densidad	10
2.1.2. Procesos de la industria de plástico	11
2.1.2.1. Proceso de extrusión	11
2.1.2.2. Proceso de inyección	13
2.1.2.3. Proceso de soplado	14
2.1.3. Industria de plástico en Guatemala	14

2.1.4.	Empresa objeto de estudio.....	15
2.1.4.1.	Historia	15
2.1.4.2.	Ubicación.....	16
2.1.4.3.	Mercado	18
2.2.	Ergonomía.....	18
2.2.1.	Definición de ergonomía.....	18
2.2.2.	Importancia de la ergonomía.....	19
2.2.3.	Lesiones	19
2.2.4.	Herramientas ergonómicas de evaluación	20
2.2.5.	REBA.....	23
2.2.5.1.	Aplicación del método REBA.....	24
2.2.6.	Condiciones de iluminación y ergonomía	36
2.2.7.	La ergonomía en oficinas	37
2.2.8.	La ergonomía en producción.....	38
2.2.8.1.	Ergonomía empresas productoras plástico	39
2.3.	Productividad	39
2.3.1.	Características	40
2.3.2.	Estrategias de mejora	41
2.3.2.1.	Herramientas para mejorar la productividad	41
2.3.3.	Tipos de productividad	42
2.3.4.	Medición	43
2.3.4.1.	Indicadores.....	44
2.3.5.	Productividad y <i>Lean Manufacturing</i>	45
2.4.	Calidad y mejora continua.....	46
2.4.1.	Definición de calidad	46
2.4.2.	Historia de la calidad	47
2.4.3.	Tipos de calidad	48

2.4.4.	Medición de la calidad	49
2.4.5.	Características de los sistemas de mejora continua	51
2.4.6.	Metodologías relacionadas con la mejora continua	51
2.4.7.	Círculo de Deming	52
2.4.8.	Implementación de Deming	53
2.4.9.	Mejora continua y los sistemas de ergonomía.....	54
2.5.	Metodología <i>Lean Manufacturing</i>	55
2.5.1.	Origen de <i>Lean Manufacturing</i>	55
2.5.2.	Principios de <i>Lean Manufacturing</i>	56
2.5.3.	Herramientas de la metodología <i>Lean</i>	57
2.5.3.1.	Las 5´S	60
2.5.3.2.	<i>Andon</i>	61
2.5.3.3.	SMED	62
2.5.3.4.	Estandarización de trabajo	63
2.5.3.5.	TPM	64
2.5.3.6.	<i>Value Stream Mapping</i>	65
2.5.3.7.	<i>Heijunka</i>	65
2.5.3.8.	KPI´S	66
2.5.3.9.	<i>Kanban</i>	67
2.5.3.10.	<i>Jidoka</i>	68
2.5.3.11.	<i>Just intime</i>	69
2.5.3.12.	Análisis de cuello de botella.....	70
2.5.3.13.	<i>Gemba</i>	72
2.5.3.14.	<i>Hoshin Kanri</i>	72
2.5.3.15.	<i>Poka Yoke</i>	73
2.5.3.16.	Las ocho disciplinas.....	74
2.5.4.	Formación de equipos para <i>Lean</i>	75

2.5.5.	Implementación de <i>Lean Manufacturing</i>	76
2.5.6.	Beneficios de la metodología <i>Lean</i>	76
2.5.7.	<i>Lean Manufacturing</i> y la ergonomía	77
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	79
3.1.	Fase 1. Revisión documental de la bibliografía existente.....	79
3.2.	Fase 2. Reconocimiento de la situación.....	79
3.3.	Fase 3. Estimación de características esenciales de la propuesta	81
3.4.	Fase 4. Proyección de los beneficios	81
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	83
4.1.	Identificación y análisis de las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores para establecer la productividad de un año y establecer las carencias principales.	83
4.1.1.	Análisis ergonómico con método REBA.....	85
4.1.1.1.	Operador en máquina	85
4.1.1.2.	Operador en sujeción	87
4.1.1.3.	Operador en empaque	89
4.1.1.4.	Operador en estantería	91
4.2.	Encontrar características esenciales a cumplirse para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo.	92
4.3.	Beneficios para la empresa de la propuesta de investigación por medio de la metodología <i>Lean Manufacturing</i>	96
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97

5.1.	Identificación y análisis de las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores para establecer la productividad de un año y establecer las carencias principales.	97
5.1.1.	Procedimiento para obtención del producto	97
5.1.2.	Análisis del ausentismo	99
5.1.3.	Interpretación de resultados del método REBA....	100
5.1.3.1.	Propuestas para posturas de riesgo ..	101
5.2.	Encontrar características esenciales a cumplirse para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo.....	103
5.2.1.	Propuesta para 5´S.....	104
5.2.1.1.	Aspectos preliminares 5´S.....	108
5.2.1.2.	Seleccionar	108
5.2.1.3.	Organizar	109
5.2.1.4.	Limpiar	110
5.2.2.	Propuesta para TPM.....	111
5.2.2.1.	Partes claves de la máquina.....	112
5.3.	Beneficios para la empresa de la propuesta de investigación.	117
5.3.1.	Beneficios	118
5.3.2.	Inversión en adquisición de mobiliario y equipo....	119
5.3.3.	Análisis financiero	120
CONCLUSIONES		125
RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129
APÉNDICES		139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fórmula del polipropileno	9
2.	Proceso de extrusión.....	12
3.	Proceso de inyección	13
4.	Proceso de soplado.....	14
5.	Ubicación empresa.....	17
6.	Análisis REBA para el tronco	25
7.	Análisis REBA para el cuello	26
8.	Análisis REBA para las piernas.....	27
9.	Análisis REBA para las rodillas	28
10.	Análisis REBA para los brazos.....	29
11.	Análisis REBA para el antebrazo	30
12.	Análisis REBA para la muñeca.....	31
13.	Fórmula productividad	43
14.	Círculo de Deming o ciclo PDCA.....	53
15.	Productividad área de pita de macolla kg/día.....	84
16.	Registro de ausencia del personal del período de junio 2020 a mayo 2021.....	85
17.	Operador en máquina	86
18.	Operador en sujeción	88
19.	Operador en empaque	90
20.	Operador en estantería	91
21.	Actividades operador en máquina	98
22.	Actividades operador en empaque	98

23.	Mesa de trabajo	102
24.	Propuesta de escalera	103
25.	Ubicación de rollos.....	105
26.	Falta de limpieza periódica	106
27.	Incorrecta disposición de materiales	107
28.	Recipiente para almacenar material de trabajo.....	110
29.	Propuesta de <i>check-list</i> para limpieza.....	111
30.	Partes claves de la máquina.....	113
31.	Propuesta de formato lección de un punto.....	115
32.	Lista de verificación para mantenimiento autónomo	117
33.	Cálculos período de recuperación de inversiones	122
34.	Cálculos tasa interna de retorno	122
35.	Análisis beneficio/costo.....	123

TABLAS

I.	Operacionalización de variables	XXVII
II.	Análisis REBA para el tronco	25
III.	Análisis REBA para el cuello.....	26
IV.	Análisis REBA para las piernas	27
V.	Análisis REBA para las rodillas.....	28
VI.	Análisis REBA para los brazos	29
VII.	Análisis REBA para el antebrazo	31
VIII.	Análisis REBA para la muñeca	32
IX.	Análisis REBA puntuación A.....	32
X.	Análisis REBA puntuación B.....	33
XI.	Análisis REBA valoración de carga.....	33
XII.	Análisis REBA valoración de agarre	34
XIII.	Análisis REBA puntuación C.....	35

XIV.	Análisis REBA actividad muscular.....	36
XV.	Análisis REBA nivel de acción.....	36
XVI.	Datos producción	83
XVII.	Operador en máquina	86
XVIII.	Operador en sujeción	88
XIX.	Operador en empaque	90
XX.	Operador en estantería	92
XXI.	Resumen encuesta trabajadores.....	92
XXII.	Resumen encuesta supervisores	94
XXIII.	Mobiliario y equipo por línea de producción	95
XXIV.	Beneficios y herramientas <i>Lean Manufacturing</i>	96
XXV.	Tiempo medio por actividad	99
XXVI.	Interpretación resultados método REBA	101
XXVII.	Características del lugar de trabajo	103
XXVIII.	Beneficios herramientas utilizadas	119
XXIX.	Costo de mobiliario y equipo	120
XXX.	Cálculo de beneficios de la mano de obra.....	121
XXXI.	Resultados análisis financiero	123

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
kg	Símbolo de kilogramo
km	Símbolo de kilómetro
°	Símbolo para denotar un ángulo

GLOSARIO

Calidad	Características que debe cumplir algo para satisfacer al cliente.
Capacitación	Hacer que una persona sea apta para efectuar una tarea.
Desperdicio	Material perdido por un mal manejo.
Eficiencia	Capacidad para efectuar algo en el primer intento.
Embalaje	Envoltura con que se protege un objeto.
Ergonomía	Estudio del lugar de trabajo y las posturas de las personas.
Iluminación	Emitir luz sobre un objeto.
Indicador	Dato que permite conocer el estado de una situación
Manufactura	Proceso de fabricación de un producto.
Mercado	Lugar donde se efectúan intercambios por productos o servicios.
Método	Forma ordenada de hacer algo para llegar a un fin.

Monómero	Molécula simple que forma cadena con otras moléculas.
PET	Tereftalato de polietileno.
Planificar	Elaborar un plan que permita lograr un objetivo.
Productividad	Capacidad de una industria de producir.
RATER	Elementos para medir la calidad.
REBA	Evaluación rápida del cuerpo completo.
Sedentarismo	Falta de actividad física.
SMED	Técnicas de reducción de tiempos.
TPM	Método para reducción de averías.
<i>Value Stream Mapping</i>	Herramienta de la manufactura esbelta.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se desarrolló en una de las líneas de producción de una empresa de plásticos agroindustriales, la finalidad de este era identificar la situación actual de la productividad y las condiciones del lugar de trabajo a manera de plantear una propuesta.

Para elaborar la investigación fue necesario ir a la línea de producción a observar la situación, conversar con los trabajadores del área para conocer la situación y poder entender de primera mano el porqué de algunas actividades, por medio de una serie de entrevistas y la herramienta ergonómica REBA. Adicional a eso se pidió el apoyo para tener acceso a unos datos históricos que permiten observar la productividad y el ausentismo del último año.

Con la información recolectada se establece el punto de partida y qué herramientas de la metodología *Lean Manufacturing* son las más adecuadas, debiendo iniciarse con 5´S y TPM para mejorar las condiciones y aprovechar de mejor manera el recurso tiempo por lo cual en la propuesta se presentan una serie de formatos y aspectos claves a cubrir en las capacitaciones para que el uso de las herramientas pueda ser favorable, adicional se propone la adquisición de mobiliario nuevo con el fin de mejorar las posturas de los trabajadores y evitar que la fatiga y el desgaste físico puedan ocasionar un problema de salud en los trabajadores y que en consecuencia se vea afectada la productividad de la sección que se investigó.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Definición del problema

Procedimientos desactualizados y equipo antiguo para el personal de la sección de pita de macolla de área de polipropileno de una industria de plásticos agroindustriales, debido a la prioridad prestada a otras áreas y no a la sección pita para lograr determinar las necesidades de herramientas y formación al personal que permitan un rediseño para el lugar de trabajo y los distintos procesos de esa serie de productos; ocasionando disminución en la productividad, fatiga y problemas físicos en el personal.

- Descripción del problema

En una empresa de plásticos agroindustriales, una de las secciones de pita del área de polipropileno, presenta la situación de que los distintos departamentos de trabajo se encuentran priorizando otra serie de proyectos en otras áreas que representan un mayor beneficio para la compañía, por lo que la sección que es objeto de investigación desde hace un tiempo presenta una serie de situaciones como son: disminución de productividad, personal suspendido por problemas físicos generados por una mala postura ergonómica y planes de capacitación inadecuados, donde se ha dejado de desarrollar la creatividad del personal y desaprovechando sus conocimientos en la búsqueda de estar innovando el proceso de la sección.

La sección de pita del área de polipropileno es un espacio no mayor a unos 50 metros cuadrados en donde es posible apreciar el mobiliario explicado a continuación. Una serie de estanterías que no cuentan con las medidas necesarias para colocar todo el producto que se está procesando en una de las tres máquinas y tres cajas de madera donde se deposita el producto que fue procesado previamente en una de las máquinas, donde posteriormente son retiradas por un operador para dar inicio con el proceso de empaque y embalaje. Por lo cual es evidente la carencia de equipo y herramientas.

Las consecuencias de no buscar una solución, por el lado de la productividad, genera el incumplimiento de las metas de producción que se pueden resumir en: atrasos en las fechas de entrega para los clientes. La escasez de talleres de capacitación donde se podría reforzar conocimientos en cuestiones de calidad, seguridad para cada trabajador del lugar y por medio del trabajo en equipo mejorar los procedimientos de este. Emocionalmente todas estas desatenciones originan que los trabajadores del lugar no se sientan valorados y en consecuencia los mismos pidan su cambio de departamento a otro donde sientan que pueden explotar su potencial o en un caso más extremo, busquen desvincularse de la organización.

- Formulación de preguntas
 - Pregunta central

¿Cómo mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo de la sección de pita del área de polipropileno en una industria de plásticos agroindustriales por medio de la metodología *Lean Manufacturing*?

- Preguntas auxiliares

¿Cómo son las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores?

¿Cuáles son las características que debe cumplir la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo?

¿Cuáles son los beneficios para la empresa de contar con la propuesta de la metodología *Lean Manufacturing*?

- Delimitación

La investigación tuvo lugar en una empresa de plásticos agroindustriales ubicada en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, en una de las secciones del área de polipropileno. Se analizó el impacto en la productividad, las posturas ergonómicas de los puestos y su impacto económico, esto debido a la falta de herramientas y de formación para el personal. La misma tuvo lugar en el periodo del mes de noviembre de 2020 al mes de julio de 2021.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora de la productividad y las condiciones del lugar trabajo de la sección de pita del área de polipropileno en una industria de plásticos agroindustriales por medio de la metodología *Lean Manufacturing*.

Objetivos específicos

- Identificar las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores para establecer la productividad de un año y encontrar las carencias principales.
- Definir las características que debe cumplir la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo.
- Determinar los beneficios que representa para la empresa contar con la propuesta de la metodología *Lean Manufacturing*.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

La investigación realizada se basó en un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo, de diseño no experimental con un alcance del tipo descriptivo.

- Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación fue mixto cualitativo-cuantitativo por las siguientes razones:

Fue cualitativo porque se tuvieron datos obtenidos de entrevista a los trabajadores respecto a la percepción de la situación en el lugar de trabajo, las cuales estaban conformadas por preguntas de opción múltiple y por ser opiniones se colocan en esta categoría.

Tuvo un enfoque cuantitativo por la información relacionada con la productividad que se obtuvo por medio de la observación indirecta de los datos históricos del área de pita de polipropileno, ya que por medio de la estadística descriptiva se realizó un análisis que permitió la interpretación de la información. A través de la observación directa se efectuó un análisis ergonómico para el estudio de los puestos por medio de la herramienta ergonómica REBA que involucra el análisis de ángulos de las partes del cuerpo.

- Diseño de la investigación

La investigación se basó en un diseño no experimental de tipo transversal por las razones explicadas a continuación:

El estudio fue no experimental debido a que las variables a investigar únicamente se observaron sin la necesidad de involucramiento o de generar una influencia en las mismas, dado que la investigación es una propuesta de mejora de la productividad y de las condiciones del lugar de trabajo.

Con respecto al espacio temporal de toma de información fue transversal, debido a que los datos debieron ser recopilados una sola vez en el transcurso del estudio. Siendo la toma de datos al inicio de este dado que se basó en el análisis de la información recopilada para lograr plantear una propuesta de mejora de la productividad y las condiciones de trabajo.

- Tipo de estudio

El estudio presentó un alcance del tipo descriptivo ya que el mismo pretendía por medio del análisis de la situación, la identificación de las condiciones de trabajo que van desde el estado del equipo hasta llegar a la repercusión en la productividad del lugar y en la salud del personal, cabe resaltar que la investigación no profundizó en las causas y consecuencias de la situación. Posteriormente por medio de la metodología *Lean Manufacturing* se planteó una propuesta para una mejora en la productividad y de las condiciones del espacio de trabajo de la sección de pita de polipropileno.

- Variables e indicadores

Las principales variables e indicadores que se abordaron en la investigación son las siguientes:

- Productividad: es la relación que existe entre el producto obtenido y todas las unidades utilizadas para la elaboración del producto en

cuestión. Para la investigación será el producto obtenido por las horas de trabajo efectuadas por el personal del área.

- Condiciones del lugar de trabajo: las dimensiones de la sección que corresponden al proceso que es objeto de estudio.
- Condiciones del equipo de trabajo: las características y detalles de las herramientas y mobiliarios que disponen los empleados para llevar a cabo sus funciones. Para este estudio se detallará la cantidad, dimensiones y características del mobiliario y equipo que tienen.
- Carencias ergonómicas: análisis de la postura ergonómica por medio de la herramienta REBA para determinar el nivel de riesgo de cada posición.
- Requisitos de personal necesario: el número mínimo y máximo de colaboradores que la sección necesita con disponibilidad para operar en el transcurso de un turno.
- Rotación de personal: es la relación entre las altas y bajas que se dan del total de trabajadores que tiene una organización contratados en momentos específicos, esta medición se hace con la finalidad de establecer la satisfacción de los trabajadores. Para el trabajo se analiza al personal que dejó de laborar o bien que pidió su traslado a otra sección de la operación.
- Personal suspendido: el número de colaboradores que puede tener la sección de pita de polipropileno ausentes, enfocándose en las

personas cuyo padecimiento se origina por las condiciones del lugar de trabajo.

- Percepción de los trabajadores: es la sensación o idea que puede tener una persona en mente en base a vivencias. Para el trabajo es la opinión de los trabajadores de las condiciones en que trabajan.
- Nivel de riesgo: con base en la calificación de la evaluación ergonómica se obtiene un valor numérico que es asociado con el riesgo que implica la postura y dependiendo el nivel, la necesidad de actuar y corregir la misma.
- Optimización de condiciones: buscar que las posturas que deben adoptar los trabajadores no representen un riesgo para su salud.
- Reducción de errores: capacitar y dotar de instrumentos que permitan a los empleados el reconocimiento de alguna falla durante el proceso.
- Estandarización para herramientas y maquinas: ordenar los instrumentos y estandarizar los ajustes en el equipo de una forma que el tiempo requerido para efectuar los mismos sea el óptimo.

En el siguiente cuadro se puede apreciar la relación de las variables de cada objetivo del estudio con su respectivo indicador.

Tabla I. Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Tipo variable	de	Indicador	Instrumento
Objetivos específicos	Identificar y analizar las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores para establecer la productividad del año 2020 y encontrar las carencias principales.	Productividad	Cuantitativa discreta	Bultos por día	Observación directa e indirecta
		Condiciones del lugar de trabajo	Cualitativa ordinal	Condiciones del lugar	Cuestionario/ entrevista
			Cuantitativa discreta	Condiciones del área	Observación directa e indirecta
				Carencias	Cuestionarios / <i>Check list</i>
Definir las características que debe cumplir la metodología <i>Lean Manufacturing</i> para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo.	Características <i>Lean Manufacturing</i>	Cuantitativa discreta	Optimización condiciones	de	Tabla comparativa
		Cuantitativa discreta	Reducción de errores		
		Cuantitativa continua			
		Cuantitativa discreta	Estandarización para herramientas y máquinas		
Determinar los beneficios que representa para la empresa contar con la propuesta de la metodología <i>Lean Manufacturing</i> .	Beneficios	Cuantitativa discreta	Productividad		Tabla comparativa
		Cuantitativa discreta	Personal suspendido por padecimientos músculo esquelético por mes		

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de análisis de información

Con la intención de lograr el cumplimiento de los objetivos planteados para cada fase de la investigación se debieron utilizar una serie de técnicas y herramientas que permitieron un análisis de información idóneo para cada fase, las cuales son detalladas a continuación:

En la primera fase, correspondiente a la revisión documental de la bibliografía existente, se analizó la información obtenida de la observación

indirecta de varios documentos y páginas web con las herramientas de apuntes y resúmenes que permitieron categorizar los datos al ser del tipo cualitativos; esto con la finalidad de sintetizar y ordenar la información que permitió una interpretación más exitosa del trabajo, así como también la obtención de ayudas visuales.

En la segunda fase, la cual corresponde al reconocimiento de la situación, se analizaron diferentes tipos de información, siendo la primera los datos históricos de productividad; los cuales se obtuvieron por medio de la observación indirecta y con la técnica cuantitativa una descripción de variables se efectuó un análisis por medio de gráfico de líneas elaborado en Microsoft Excel. Los datos del ausentismo relacionados con problemas del tipo músculo esqueléticos se obtuvieron de la observación indirecta de los registros históricos, tabulados en una hoja de Microsoft Excel y con la técnica cuantitativa descripción de variable se procedió con un análisis por medio de un gráfico de líneas.

La información procedente de las entrevistas a los trabajadores involucrados proporcionará información del tipo cualitativo, la cual debió ser ordenada por medio de un análisis de contenido y posteriormente interpretada en un mapa conceptual. La obtención de las características del equipo y las herramientas de trabajo se consiguieron de la observación directa y con la técnica cualitativa categorización se ordenó el contenido en una matriz de información elaborada en MS Excel que permitió su comparación.

Posteriormente se efectuó un análisis ergonómico del tipo cuantitativo de las posturas de los trabajadores por medio de la observación directa donde se recopilaron imágenes que permitieron apreciar los ángulos de las distintas partes del cuerpo estando la persona de costado. Para procesar esta información se utilizó la herramienta ergonómica REBA, la cual se sustenta en técnicas

cuantitativas que brindan una ponderación numérica que posteriormente es asociada con el nivel de urgencia que requiere la mala postura para la búsqueda de una solución.

En la tercera fase, estimación de características esenciales de la propuesta, se analizó la información procedente de la segunda fase y se realizó un análisis de contenido que permitió relacionar los hallazgos con las distintas herramientas de *Lean Manufacturing* a manera de identificar y justificar cuál era la más adecuada para proponer una solución a la problemática encontrada.

En la cuarta fase que es la proyección de los beneficios, se contaron con una serie de tablas comparativas con información de la productividad y del ausentismo de la sección elaboradas en Microsoft Word. La información de las tablas es del tipo cuantitativa y por medio de la técnica descripción de variables se realizó una comparación en los cambios de los porcentajes de la situación real a lo esperado con la propuesta efectuada en la tercera fase. Adicionalmente en esta última fase se contó con el análisis financiero del valor presente neto y la tasa interna de retorno que fueron elaboradas por medio de fórmulas en Microsoft Excel.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación se llevó a cabo un reconocimiento de las condiciones en que operan los trabajadores de una de las secciones que conforman una planta de producción dedicada a la elaboración de plásticos agroindustriales, esto con la finalidad de prevenir riesgos en la salud de los colaboradores y en consecuencia afectar la productividad.

Para llevar a cabo la recolección de la información y por lo tanto la causa principal de la situación en que operan los trabajadores, fue necesario buscar distintas fuentes de información desde la observación de las condiciones en el día a día, recolección de información histórica, herramientas especializadas en ergonomía y una serie de entrevistas a los involucrados directos con el lugar objeto de estudio.

Al momento de analizar la información recolectada y ordenada de una forma sistemática fue posible ver el nivel de las condiciones y plantear una serie de propuestas que pudieran influir favorablemente en los procesos de trabajo respaldando con posibles adquisiciones de un mejor equipo, herramientas que faciliten las actividades y el crecimiento del personal logrando posiblemente un mejor aprovechamiento del recurso tiempo.

La investigación que se presenta a continuación se conforma de cinco partes en la primera se busca comprobar por medio de las investigaciones de otros autores que la metodología *Lean Manufacturing* es la adecuada para plantear una propuesta que logre generar mejores condiciones.

El segundo capítulo es el contenido teórico que debe poseer todo lector que consulte esta investigación a manera de poder comprender los conceptos y términos usados en la misma sin la necesidad de ser acompañado o guiado por otra persona.

El tercer capítulo explica de manera detallada los pasos que se plantearon para poder realizar la investigación, los cuales iban desde las herramientas utilizadas en la recolección de información hasta los recursos utilizados para interpretar de una forma más sencilla los resultados obtenidos.

En cuarto capítulo va a mostrar los resultados más relevantes que se obtuvieron durante la recolección de información y que en efecto son el punto de partida de las características esenciales que debía cumplir la propuesta.

El capítulo final es la interpretación de los resultados, los cuales sirven para determinar que herramientas de la metodología *Lean Manufacturing* son necesarias en la propuesta para lograr obtener un posible cambio y por ende una mejora en la productividad y las condiciones de trabajo.

1. MARCO REFERENCIAL

Una parte importante de la elaboración de este estudio radica en poder determinar la existencia de estudios previos que demuestren que la metodología *Lean Manufacturing* es adecuada para el planteamiento de una propuesta de solución al problema encontrado.

1.1. Estudios previos

Apushón (2019) en su trabajo de graduación utilizó la metodología de Manufactura Esbelta para obtener un incremento en la productividad en una de las secciones de costura en una industria de calzado escolar. Por medio del uso de diagramas SIPOC y el mapa de flujo de valor, logra determinar una serie de familias de productos de las cuales escoge cuatro modelos, para los que desarrolla los indicadores de productividad y los tiempos estándar. Con la matriz de valor el autor logró identificar los tiempos de ciclo, la composición de actividades y a eficiencia del proceso de cada modelo. También por medio de la aplicación de la Manufactura Esbelta plantea su propuesta de mejora con un enfoque al cliente y logra actualizar el sistema de 5 S. Lo que le permitió obtener como resultado un aumento en la producción del 33.3 % y la disminución del tiempo de ciclo de 27.9 %

De la investigación se puede observar que la versatilidad de la metodología de Manufactura Esbelta es clave para su aplicación en una industria de calzado, por lo cual puede ser útil en una industria de plásticos agroindustriales. El amplio abanico de herramientas que presenta la metodología destacándose en la investigación el mapa de flujo de valor y las 5 S, pueden ser claves para el diseño

de una propuesta de mejora de productividad y las condiciones del lugar de trabajo, como las que se realizarán en este estudio.

Espinoza (2019) en su trabajo de investigación analiza el proceso de producción de una empresa de plásticos por medio de las herramientas del ciclo de Deming y las 5 S. En compañía de otras herramientas como son los diagramas de Pareto, diagrama de causa y efecto y SIPOC, encontró una serie de mejoras para la sección de remolido en la cual se había incrementado en un 5.72 % la producción del proceso y reduciendo el total de desperdicios de un 20 % a menos del 5 %. De la investigación se puede resaltar que las herramientas de Deming como las 5 S, son altamente aplicables en industrias manufactureras de plásticos, siendo esta investigación un buen ejemplo para buscar el procedimiento más adecuado en la elaboración de la propuesta del estudio que se efectuará, e involucrando igual que el autor al personal operativo para generar nuevas propuestas; reconociendo así también al personal más experimentado y en base a sus conocimientos que puedan tener un rol de guías. Lo que sumado a un buen análisis en los procesos claves de producción para obtener resultados favorables que no representen una inversión alta.

López (2018) en su trabajo de graduación utilizó la herramienta de estudios de tiempos y movimientos para lograr el incremento en la producción del proceso artesanal de chocolates. Con la aplicación de su investigación haciendo uso de herramientas como diagramas de operaciones, diagramas de flujo, diagrama de Ishikawa y lluvia de ideas. Logró determinar los problemas en los procesos era por falta de herramientas y equipo adecuados. Con la información que recabó, logró desarrollar un nuevo método que permitió un incremento en la productividad en ambos procesos, para el descascarillado fue del 65 % y en el refinado fue del 38 %. Asimismo, una disminución en los tiempos estándar de ambos procesos, por medio del planteamiento de uno nuevo dado que las herramientas no

cambiaron. De la investigación se puede evidenciar que el uso de estudio de tiempos y herramientas puede ser aplicado de forma adecuada en una empresa que no tenga un gran equipo en su operación como la estudiada. Logrando de esta forma medir los estándares de tiempo tanto antes y después de la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* y sus distintas herramientas.

Morillo (2017) en su trabajo de investigación analiza el impacto en la productividad en una fábrica de sanitarios después de implementar las herramientas de Manufactura Esbelta. En su investigación utiliza las herramientas de *Kaizen*, DMAIC, *Six sigma* y las 5 S para medir y calcular la productividad de la empresa tanto antes y después de implementado el proyecto el cual duró un año. En la etapa de implementación incluyó procesos de mejora continua los cuales se podían ver reflejados en indicadores en el OPM, los cuales estaban por encima del 70 % en aspectos como fueron la calidad y la productividad. De la investigación se debe destacar la utilidad de la manufactura esbelta para cualquier tipo de industria y los beneficios de la herramienta 5 S para mejorar la productividad, lo cual será de importancia para el trabajo que se va a efectuar de manera conceptual y como guía especialmente en el procedimiento para trabajar planes de mejora continua.

Reyes (2018) en su trabajo de investigación efectúa un análisis ergonómico para dos puestos de trabajo, enfocándose en el análisis de los elementos del diseño de producción, el impacto en los sistemas sociotécnicos y el método ERIN para la evaluación ergonómica. Con su trabajo logró determinar las condiciones existentes para los distintos operadores de los dos puestos, donde se evidencia que a raíz de una mala ergonomía en los puestos de trabajo se tiene una serie de consecuencias como son: deficiencias en la calidad de vida laboral, insatisfacción, desmotivación, dolencias músculo esqueléticas en los colaboradores y variaciones en los niveles de producción. De la investigación es

posible observar la importancia de la ergonomía en los puestos de trabajo, lo cual será uno de los puntos de análisis de la investigación. Dicha importancia radica en los procedimientos y aspectos a evaluar en el lugar de trabajo y en las posturas de cada colaborador, por medio de diferentes herramientas para verificar la iluminación, el ruido y métodos como REBA para análisis de los puestos de trabajo.

Sánchez (2019) en su investigación plantea un rediseño del proceso de producción en una empresa de bebidas alcohólicas, cuyo proceso era del tipo semiindustrial por medio de las herramientas Lean como son: *value stream mapping*, balance de línea y estandarización de tiempos. Logró optimizar recursos y también obtener un aumento en la productividad de cerca de 500 unidades por trabajador al año, lo que sería un incremento del 20 % por colaborador; con una propuesta bastante rentable ya que pudo recuperar la inversión en dos meses. De la investigación se puede apreciar la versatilidad de las herramientas Lean para su aplicación en cualquier tipo de industria y en distintos tipos de procesos siendo el caso de su investigación un proceso semiindustrial. En donde su aporte para la investigación radica de guía en el correcto uso de las herramientas para lograr un análisis que permita obtener un incremento en la productividad.

Sarmiento (2018) en su investigación busca incrementar la productividad en una empresa de plásticos por medio de la metodología de *Lean Manufacturing*. Por medio de herramientas exploratorias como son los diagramas de Ishikawa y de Pareto, el autor da con la causa de desperdicios que ascendían a un 33.66 % de materia prima utilizado de manera ineficiente. Identificadas las causas procedió con la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing* dentro de las que destacan las 5 S, planes de mantenimiento por medio del Mantenimiento Productivo Total e indicadores TPM para la medición del OEE. Con lo anterior

logró determinar los tiempos de paros y el efectivo de trabajo con lo que pudo calcular ahorros para la empresa desde un 3.98 % hasta el 10.69 %. De la investigación se puede obtener de aporte información teórica y práctica del uso de la metodología *Lean Manufacturing* y de la herramienta 5 S en la búsqueda de una mejora en la productividad.

Vilchez (2020) en su investigación buscar mejorar la productividad a través de la implementación de *Lean Manufacturing*, la empresa que investigó se dedica a productos a base de harina como son pasteles y panes. Por medio de la técnica de observación directa y herramientas de análisis la autora determina una serie de problemas los cuales posteriormente y con ayuda de las 5 S, TPM y VSM consigue mejorar los distintos procesos al obtener mejoras en la productividad por medio de la disminución de desperdicio y recursos. Con esta investigación se valida que las herramientas que conforman la metodología *Lean Manufacturing* actualmente todavía son útiles y que su correcta aplicación puede permitir reducción en tiempos de producción y desperdicios.

Al final se puede concluir que la metodología de *Lean Manufacturing* resulta ser muy versátil para su aplicación en cualquier tipo de industria; por lo cual también se espera que sea el caso en una industria de plásticos agroindustriales. El abanico de herramientas que utilizaron los distintos autores dentro de las que destacan esencialmente las 5 S es clave para lograr clasificar toda la zona de trabajo, ordenando todo el mobiliario, equipo de trabajo y el producto para posteriormente mantener un lugar limpio, con una guía de procedimientos debidamente estandarizados que den como resultado un buen hábito de trabajo por medio de la disciplina. Con respecto a las investigaciones que utilizan la toma de tiempos y el análisis ergonómico, estas tienen un papel de respaldo teórico y en forma de guías tanto en la teoría, como en lo práctico para validar la situación de una forma cuantificable.

2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de la presente investigación se basa en la mejora de la productividad y las condiciones de trabajo utilizando de base la herramienta *Lean Manufacturing*, la misma tendrá lugar en una empresa de plásticos agroindustriales. Para lo cual se presenta información teórica de temas claves que permitan la interpretación y análisis de la investigación.

2.1. Industria de plástico

Las industrias dedicadas a trabajar el plástico son aquellas que por medio de una gran gama de máquinas y herramientas pueden procesar, transformar y moldear una gran parte de los materiales que provienen de las industrias petroquímicas. Las industrias plásticas destacan en la característica de que un gran número de clientes son otros sectores industriales que buscan añadir un factor diferenciador a su producto o cumplir con éxito y eficacia los procesos de empaque, por lo que rara vez es el consumidor final el que adquiere directamente el producto. (Voces en el Fénix, 2013 a)

Retornando a las industrias petroquímicas que son los proveedores de materia prima, estos al momento de procesar gas natural o petróleo obtienen lo que se conoce *pellets commodity*. De los cuales existen una gran variedad de resinas termoplásticas, siendo las de mayor demanda las siguientes: polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, policloruro de vinilo, poliestireno, tereftalato de polietileno y por último el material que procesa la sección que será objeto de estudio de la investigación el polipropileno. (Voces en el Fénix, 2013 b)

De los principales clientes de los productos elaborados con resinas termoplásticas se encuentran las industrias alimenticia, automotriz y construcción. Para la elaboración de artículos de:

- Envase y embalaje: cajas, bolsas, botellas, frascos, cajones, tapones y tapas.
- Material para construcción: tubos, tuberías, mangueras, duchas, bañeras, inodoros, cisternas, ventanas y puertas.
- Artículos de uso doméstico: platos, vasos, cubiertos, recipientes plásticos.
- Partes de vehículos: tableros, cables, correas para transmisión, parillas y luminarias.
- Varios: casco de seguridad, bandas transportadoras, equipo de laboratorio, películas, varillas, placas, láminas, accesorios de vestimenta y útiles escolares.

2.1.1. Tipos de plástico

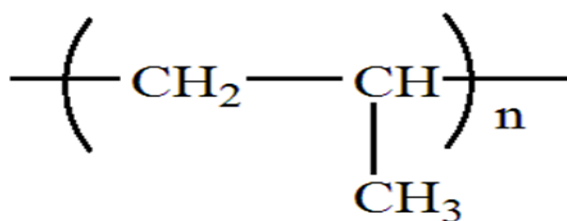
El plástico es un material que, por características como fácil maleabilidad en ciertas condiciones, la resistencia al tiempo, electricidad y golpes, sumado a los precios bajos que presentan como materia prima en el mercado y su facilidad para transportar al ser un material ligero. Resulta ser un material altamente demandado en el mundo. Dependiendo de la configuración de los monómeros que conformen la estructura del material se va a contar con distintos tipos de plástico. (Cámara Argentina de la Industria Plástica, 2019)

2.1.1.1. Polipropileno

El polipropileno es uno de los plásticos más comercializados en el mundo, este material presenta un gran fin de usos dado sus propiedades donde destacan la adaptabilidad, un punto de fusión elevado, resistencia química, material ligero, aislamiento eléctrico, resistencia a la humedad y en caso no se usen pigmentos es un material traslúcido. Aunque también presenta desventajas hacia la radiación ultravioleta, su nivel de inflamabilidad. (Curiosoando, 2018)

El material fue descubierto en la década de 1950 por Paul Hogan y Robert Banks, se forma de átomos de carbono e hidrógeno (ver figura 1). Aunque ya fue hasta finales de la década de los 50 en 1957 que lograron dar inicio con su comercialización gracias a un mejor proceso de producción destacando en las industrias textiles, envasados e insumos médicos. Dentro del polipropileno destacan dos subcategorías como son el polipropileno homopolímero y el polipropileno copolímero y si a lo anterior se le suma su versatilidad para ser reciclado no es de extrañar que dentro de los polímeros únicamente se ubique por detrás del polietileno. (Todo en polímeros, 2016)

Figura 1. Fórmula del polipropileno



Fuente: Curioseando. (2018). *¿Qué propiedades tiene el polipropileno y para qué se utiliza?*.

Consultado el 15 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://curiosoando.com/que-propiedades-tiene-el-polipropileno-y-para-que-se-utiliza>.

2.1.1.2. Polietileno tereftalato

Material formado a partir del ácido tereftálico y el eilenglicol a través de un proceso de múltiples condensaciones, su uso se puede encontrar en botellas y textiles. Algunas características esenciales de los PET es su transparencia, difícil de destruir, ligero, resistente a los líquidos y esencialmente no es tóxico.

2.1.1.3. Polietileno de alta densidad

Este tipo de material plástico conserva su estructura química aun cuando es calentando y moldeado en múltiples ocasiones, para su elaboración se requiere de la presencia del etano, por su composición puede ser trabajado por distintos procesos como son la inyección, soplado y extrusión. A diferencia de otros plásticos este va a resistir aún con bajas temperaturas.

2.1.1.4. Policloruro de vinilo

El policloruro de vinilo también conocido como PVC requiere de la presencia del gas natural y la sal común, al momento de ser procesando es necesario la inclusión de aditivos que permitirán que el material presente múltiples propiedades según sean necesarias para el producto en mente, los procesos que se pueden trabajar con el PVC son el de inyección, extrusión y soplado. Algunas características que lo diferencia de otros plásticos es la resistencia al fuego y la resistencia al estar expuesto al aire libre.

2.1.1.5. Polietileno de baja densidad

Al igual que el polietileno de alta densidad requiere la presencia del gas natural para su conformación, es posible trabajarlo a través de distintos procesos

dentro los que destacan la inyección, extrusión y soplado. Algunas de las características de los productos elaborados por este plástico es su grado de transparencia, la capacidad para ser doblados y un precio más económico. Lo que resulta ser idóneo para realizar envases.

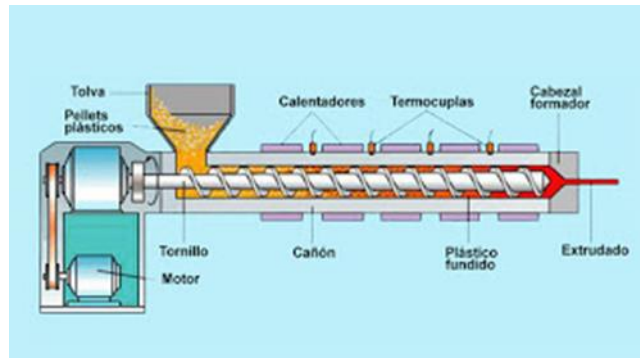
2.1.2. Procesos de la industria de plástico

Las industrias que trabajan el plástico requieren de ciertas etapas, para la elaboración del producto final, dentro de los procesos de fabricación destacan los siguientes: extrusión, inyección y soplado.

2.1.2.1. Proceso de extrusión

El proceso de extrusión consiste en hacer que el material plástico por medio de una fuerza de presión atraviese por un agujero con la finalidad de que el material plástico adopte la forma del agujero, en el caso de un polímero es necesario que el material se caliente durante el proceso para asegurar que la mezcla de la resina fluya de manera uniforme por el tornillo (ver figura 2), este método para el trabajo presenta una ventaja sobre otras formas de trabajar con materiales termoplásticas, el cual es que al momento de tener estabilizada la maquinaria y el proceso puede trabajar de manera continua la producción. (Tecnología de los plásticos, 2011)

Figura 2. **Proceso de extrusión**



F

Fuente: Tecnología de los plásticos. (2011). *Extrusión de materiales plásticos*. Consultado el 15 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/03/extrusion-de-materiales-plasticos.html>.

Las máquinas extrusoras se conforman de las siguientes partes:

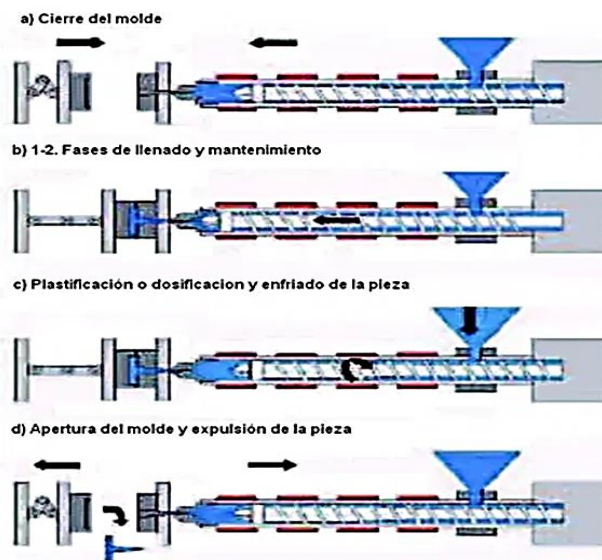
- Tolva: es el contenedor o recipiente donde se encuentra la materia prima, una de las funciones esenciales de esta parte es que el ingreso de materia prima sea consistente.
- El cañón: es una estructura metálica que resguarda y cubre el tornillo también se encarga de mantener una temperatura constante a manera de asegurar consistencia en el proceso de extrusión de la resina.
- El motor: proporciona la energía para mover el tornillo.
- El cabezal: es la pieza que se ubica al final de la máquina, da la forma deseada al material extruido por medio de filtros y un plato rompedor.

- El tornillo: parte central de una máquina extrusora, se encarga de mezclar de manera uniforme el material plástico a lo largo del cañón hasta llegar al cabezal.

2.1.2.2. Proceso de inyección

También conocido como proceso de moldeo por inyección en esta forma de trabajar el plástico la materia prima ingresa a un husillo giratorio de la máquina en una etapa de calentamiento, previo a su inyección en el molde por medio de un pistón al momento de ingresar en el molde la pieza debe dejarse enfriar antes de abrir el molde (ver figura 3). (Excelence Management, 2016)

Figura 3. Proceso de inyección



Fuente: Excelence Management. (2016). *Fundamentos del proceso de inyección de plásticos*.

Consultado el 15 de septiembre de 2020. Recuperado de

<https://excelencemanagement.wordpress.com/2016/12/13/fundamentos-del-proceso-de-inyeccion-de-plasticos/>.

2.1.2.3. Proceso de soplado

El proceso de soplado como su nombre indica consiste en colocar las preformas que son plástico fundido dentro de un molde, en el caso de que el proceso implique la inyección del plástico en el molde únicamente se le dará forma en el molde por medio de la presión del aire, en el caso de que la preforma sea comprada o los procedimientos impliquen dejar que el plástico se enfríe, la misma deberá calentarse previo a hacer soplada y que de esa forma adopte debidamente las características del molde (ver figura 4). El mayor ejemplo de esto son los envases de bebidas carbonatadas. (Todo en polímeros, 2016)

Figura 4. Proceso de soplado



Fuente: Todo en polímeros. (2016). *Polipropileno y la vida diaria*. Consultado el 15 de septiembre de 2020. Recuperado de todoenpolimeros.com/2016/08/01/el-polipropileno-y-la-vida-diaria/.

2.1.3. Industria de plástico en Guatemala

La industria plástica en Guatemala se encuentra conformada por diversas empresas que se dedican a la elaboración y exportación de productos plásticos, proveedores de resinas y empresas de reciclaje. Su impacto es tan alto en el rubro de la exportación que en los últimos años ha sido la más valiosa,

representando cerca del 2 % del producto interno bruto del país. Brindando material de empaque, envase y embalaje a una gran diversidad de industrias como son las farmacéuticas, industrias de alimentos, construcción y por último el sector agroindustrial. De igual forma se estipula que de manera directa e indirecta participa en la conformación de más de 70 000 empleos para nuestro país y adicionalmente un buen grupo de las empresas que forman parte de la industria de plástico participan activamente en el cuidado del medio ambiente por medio de actividades como pueden ser proyectos de reciclaje. Los países que adquieren con mayor demanda los productos plásticos elaborados en el país son los que conforman principalmente el Caribe, Centroamérica, México y Estados Unidos. (Asociación de Exportadores de Guatemala, 2017)

2.1.4. Empresa objeto de estudio

La presente investigación tiene lugar en una empresa dedicada a la elaboración de productos plásticos, los cuales pueden ser de dos tipos polietileno y polipropileno para el estudio de la mejora de condiciones de trabajo y de la productividad se va a centrar en una etapa especial que requieren determinados productos de polipropileno.

2.1.4.1. Historia

A continuación, se detallan los sucesos más relevantes de la compañía en lo que respecta a su historia desde su inicio de operaciones:

- La empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos plásticos tiene su origen hace unos cuarenta años, en donde para iniciar con su operación se ubicó en el departamento de Guatemala en el municipio de Villa Nueva en donde opera tres líneas de productos según

su origen el primero es todo el producto relacionado con el polietileno, la segunda línea es la de insumos elaborados con polipropileno y la tercera es la de etiquetas.

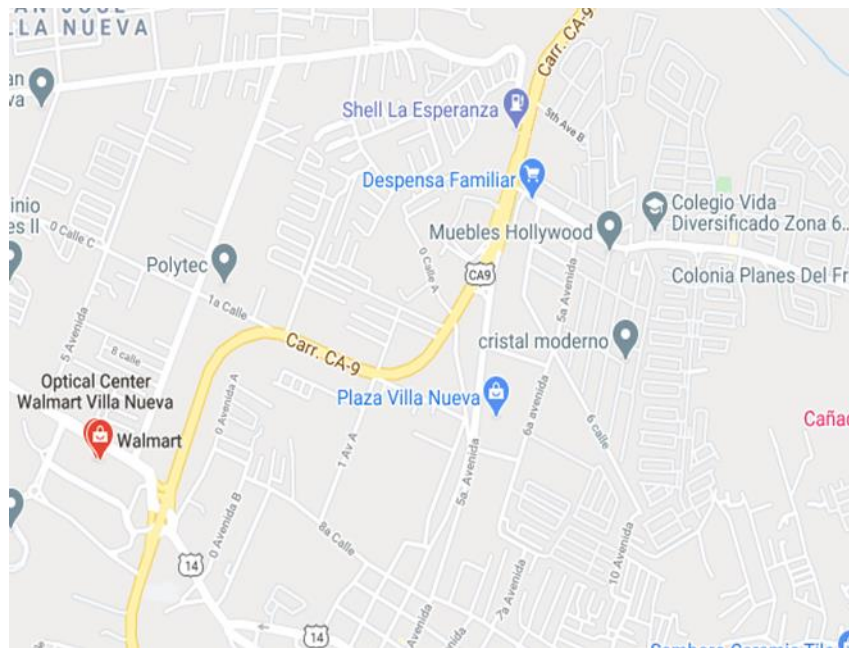
- En sus inicios la compañía se dedicaba a la elaboración y comercialización de fundas protectoras, sogas y bolsas de empaque para la exportación de los productos del sector bananero.
- A principios de los 90 la empresa decide expandirse e incursiona en el sector agrícola e industrial con productos novedosos de acuerdo con las necesidades del mercado.
- En el 2008 a manera de garantizar productos de calidad la empresa inaugura su propio laboratorio de calidad donde inspeccionan todas las resinas que van a formar parte del proceso de producción, el análisis de las propiedades físicas y químicas de los productos a comercializar esto con la intención de garantizar que el producto que vende cumpla con las necesidades de sus clientes.
- En los últimos años la empresa cambia de nombre al ser adquirida por otros grupos comerciales, pero siempre manteniendo su misión de ser la empresa líder en la producción y comercialización de productos plásticos que cumplan las necesidades de sus clientes al trabajar con respeto, innovación y trabajo en equipo.

2.1.4.2. Ubicación

Desde su fundación hasta la fecha la empresa se encuentra en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.

La forma más adecuada para ir al negocio desde la capital es dirigirse por la CA-9 en dirección sur, al llegar al municipio de Villa Nueva es necesario tomar el paso de desnivel que se encuentra kilómetro 15 al pasarlo se estará ingresando por la 5.^a avenida, posteriormente para pasar cerca de las instalaciones de la empresa deberá pasar entre la 8.^a calle y la 1.^a avenida A. (ver figura 5)

Figura 5. **Ubicación empresa**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Google Maps (2020). Consultado el 15 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Villa+Nueva/@14.5363137,-90.5896652,15.25z/data=!4m5!3m4!1s0x8589a7642e1c2a1f:0x32640d1346ee2aa0!8m2!3d14.5305465!4d-90.5958499>.

2.1.4.3. Mercado

El mercado al cual sirve la empresa se dedica a la elaboración y comercialización de materiales de plástico, para otras industrias. En el caso de la empresa son dos los mercados: el primero son empresas industriales a las que les vende bolsas para empaque. El otro mercado importante es el agrícola a quienes les vende películas plásticas con ingredientes activos para la prevención y control de plagas, bolsas plásticas para el empaque y traslado de las distintas cosechas que presentan los distintos negocios del sector agrícola adicionalmente también les vende sogas o pita de amarre para los procesos de siembra.

2.2. Ergonomía

La ergonomía recibe la clasificación de ciencia, sustentando los análisis de relaciones e interacción de las personas y los objetos que lo pueden rodear, los principales objetos que analiza son los elementos del tipo físico, factores ambientales, componentes sociales y principios cognitivos, esto con la intención de obtener espacios de trabajo más adecuados para los seres humanos que los utilizan y procesos que cumplan con estándares de calidad.

2.2.1. Definición de ergonomía

La ergonomía es una serie de conocimientos científicos dedicados a la identificación, análisis y reducción de riesgos. Logrando mejoras en el trabajo por medio de la adaptación del espacio de trabajo a la persona, dando como resultado mejores sistemas, productos y un buen clima laboral. Simplificando los procesos de análisis de las condiciones lugar, identificando lesiones que se generen por fuerzas mal aplicadas por una mala postura y el exceso o falta de

movimientos. Debiendo también considerar para las mejoras de las condiciones ergonómicas la implementación de nuevas tecnologías. (CuídatePlus, 2017)

2.2.2. Importancia de la ergonomía

La importancia de la ergonomía puede verse en distintas áreas, siendo la primera la personal, como todo individuo nuestro estado anímico puede variar en caso alguno se presente un padecimiento. Otro aspecto relevante es el crear una cultura de cuidarnos ya que resulta que las personas no valoran su postura corporal o los movimientos que realizan hasta que sufren de algún dolor en una parte del cuerpo. De igual forma por el mismo desconocimiento es complicado que una persona se pueda cuidar y solicitar en la institución donde labora que se garantice espacios adecuados. Las empresas por otro lado al cuidar la salud de su personal pueden prevenir la ausencia de estos, ya que una persona con experiencia va a rendir a un mejor ritmo que alguien nuevo que deba suplir a un compañero por enfermedad, lo cual en determinados casos puede afectar la productividad lo que vendría a generar demoras en el proceso de producción, conforme pase el tiempo, el impacto en el ritmo de trabajo puede ocasionar demoras con el producto en comparación a los plazos de tiempo pactados. En el momento que una persona empieza a ver los efectos de la mala ergonomía en el trabajo y ve que la situación difícilmente puede cambiar es posible que se plantee dejar el trabajo, lo que le implicaría perder su fuente de ingresos y para la compañía incurrir en los costos de contratación y capacitación de una nueva persona. (Cañas, 2011)

2.2.3. Lesiones

Cuando los lugares de trabajo no cumplen con un mínimo de condiciones ergonómicas, los individuos empiezan el desarrollo de padecimientos, los tipos

de lesiones son variados dependiendo de circunstancias únicas de cada lugar siendo las más frecuentes: fisiológicos, psicológicos y comportamiento. En los fisiológicos, destacan los dolores constantes acompañado a la anterior y relacionado a la magnitud del dolor se encuentra el consumo de medicamentos y visitas médicas. Al no tener una buena postura cada sujeto puede ir mostrando dolores en:

- Dolor espalda baja
- Problemas en la curvatura de la columna
- Deformidades en columna
- Problemas de la vista
- Problemas en distintos huesos y músculos del cuerpo
- Afectación en los tendones, las articulaciones y los nervios

Los efectos psicológicos más comunes son estrés, depresión y hasta ansiedad, al detectarse los mismos lo recomendable es su tratamiento ya que no van a desaparecer sino son manejados por un profesional, el ignorarlos únicamente los va a incrementar y el peor de los casos puede llegar hasta un suicidio. El último riesgo que puede presentar un individuo con respecto a una mala o ausente ergonómica en su puesto de trabajo es una mala actitud lo que lo va a llevar a comportarse de manera negligente y abusiva, una persona insatisfecha en su trabajo puede ser negativa. (Ramírez, 2006)

2.2.4. Herramientas ergonómicas de evaluación

Conforme el estudio de la ergonomía ha tomado importancia con el pasar del tiempo distintas personas e instituciones buscaron la manera de clasificar las situaciones y crearon distintas herramientas que permitan una evaluación sistemática que pueda ser llevada a cabo tanto por una persona experimentada

o bien una persona novata que está dando sus primeros pasos en el estudio de las condiciones ergonómicas de trabajo. Según el tipo de riesgo que se esté evaluando es posible buscar y elegir la más adecuada a la problemática. (Universidad Politécnica de Valencia, 2015)

El primer grupo de herramientas son los enfocados al análisis de las fuerzas y la biomecánica, el uso de estas se debe realizar cuando se sospecha que los problemas físicos provienen de una sobrecarga en los músculos, ligamentos, tendones y ligamentos. Las herramientas más adecuadas para este tipo de problemas son dos:

- Biomecánica: por medio de establecer una relación de las distintas partes del cuerpo huesos, articulaciones y músculos con una serie de poleas y palancas, posteriormente se efectúa un análisis por medio de la aplicación de las leyes de la física en la búsqueda de alguna sobrecarga.
- Fuerzas – EN1005-3: esta herramienta considera la existencia de límites al momento de ejercer alguna fuerza identificando etapas que puedan ser dañinas para el individuo que es objeto del estudio, aunque el método puede llegar a demorar su estudio ya que es necesario evaluar de forma individual cada acción que involucre fuerza.

El segundo grupo de herramientas son las utilizadas para las tareas que resultan ser monótonas a través del tiempo y en intervalos muy cortos, lo que vendrá a originar distintos padecimientos por los movimientos repetitivos que obliga la ejecución de la tarea. Al tratarse de actividades que se repiten varias veces se pueden utilizar las siguientes herramientas:

- *Check List* OCRA: de sus siglas en inglés Acción Repetitiva Ocupacional, como su nombre lo indica por medio de una lista de verificación que evalúa en primera instancia los efectos negativos de alguna etapa de algún proceso continuo, malas posturas o con poco movimiento, movimientos poco naturales y pocos o ningún período de recuperación entre las actividades.
- Método JSI: *Job Strain Index* esta herramienta ergonómica se enfoca en las extremidades superiores, proporcionando un dato numérico por cada parte evaluada donde cada valor es operado en una ecuación que indicará la posibilidad de un trauma a futuro.

Como tercer grupo de análisis ergonómico están las herramientas enfocadas a la carga por una mala postura, es en este grupo donde se encuentra la herramienta REBA que se detallará más adelante. Todas estas herramientas evalúan la postura que adopta un individuo para efectuar un determinado trabajo. Otras herramientas también conocidas para efectuar un análisis de una mala postura son:

- RULA: de su acrónimo en inglés evaluación rápida de las partes superiores, como su nombre lo indica el estudio se enfoca en las extremidades superiores y la posibilidad que con el pasar del tiempo el individuo adopte una postura inadecuada. Su origen es de 1993 en la Universidad de Nottinham.
- El método OWAS: desarrollado en 1977, este método de evaluación se diferencia de otros métodos del tipo análisis ergonómico por la capacidad de evaluar en conjunto todas las posturas que se efectúan para una sola

operación de manera global, en algunas situaciones esta evaluación pierde precisión en la ponderación su misma característica.

- **EPR:** Evaluación de Postura Rápida como lo indica el nombre sirve de manera preliminar para evaluar la postura de trabajo que adopta un determinado puesto a lo largo de toda la jornada laboral.

La siguiente herramienta no pertenece a ninguno de los grupos anteriores por su particularidad que se enfoca en el análisis de puestos de oficina.

ROSA: el método ROSA o Valoración Rápida de Esfuerzos de Oficina, trabaja con una lista de verificación que evalúa los riesgos característicos de estos puestos para finalmente otorgar un valor numérico para cinco elementos esenciales de los puestos de oficina como son la silla, teclado, ratón, monitor y teléfono.

2.2.5. REBA

Es un método de evaluación del riesgo de las posturas de trabajo, su nombre viene del acrónimo *Rapid Entire Body Assessment* que puede traducirse al español como la evaluación rápida del cuerpo completo, el uso de esta herramienta permite al investigador que no necesariamente debe ser un experto en ergonomía para el uso de ésta. Esta técnica evalúa particularmente los ángulos con que se ven modificados seis partes del cuerpo las cuales son las piernas, tronco, cuello, brazo, antebrazo y muñeca, adicionalmente va a considerar el impacto en la postura los cambios o movimientos drásticos que se presenten, el peso del objeto que es manipulado y el tipo de agarre. (Universidad Politécnica de Valencia, 2015)

2.2.5.1. Aplicación del método REBA

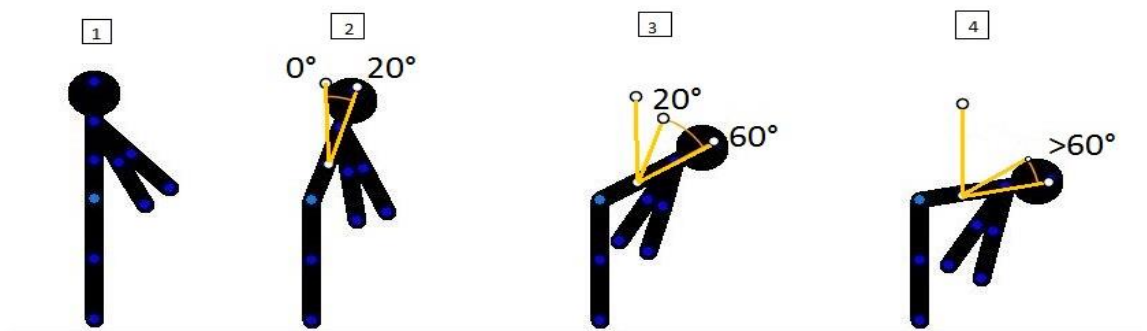
Para una aplicación idónea de este recurso la persona siga y respete el orden lógico. (Universidad Politécnica de Valencia, 2015)

- Evaluación del ciclo de trabajo para la identificación de las etapas o actividades que ocasionan que la postura sufra cambios drásticos en comparación a una postura neutra o en su mayoría de ángulos rectos.
- Las posturas que presenten movimientos repetitivos muy seguidos o con duraciones de tiempo prolongados también son objetos de estudio.
- La evaluación de la postura se realiza desde un perfil lateral por lo que puede ser necesario el análisis de ambos lados del cuerpo.
- Identificación de los ángulos que se forman de las distintas partes del cuerpo según los requisitos de la postura.
- Cálculo de las puntuaciones de cada parte del cuerpo en relación con el ángulo presentado.
- Elaboración de puntuaciones parciales y finales, para la toma de decisiones según el riesgo que represente la postura evaluada.
- En caso de modificaciones al puesto de trabajo y a las posturas adoptadas es necesario evaluar la postura nuevamente.

Según la parte del cuerpo que se esté evaluando se van a presentar distintas ponderaciones.

La primera parte del cuerpo que se puede evaluar es el tronco el cual va a presentar cuatro niveles de evaluación siendo uno un ángulo de 90° en el cual se puede decir que es la postura natural y del otro lado esta con el número cuatro una postura donde el tronco del individuo se ubica a un ángulo mayor a 60° (ver figura 6).

Figura 6. **Análisis REBA para el tronco**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Cuando mayor sea el ángulo de la postura que adopta el individuo mayor será el impacto de la ponderación, adicionalmente al momento de evaluar el tronco es necesario observar si el mismo no presenta una inclinación o torsión (ver tabla II).

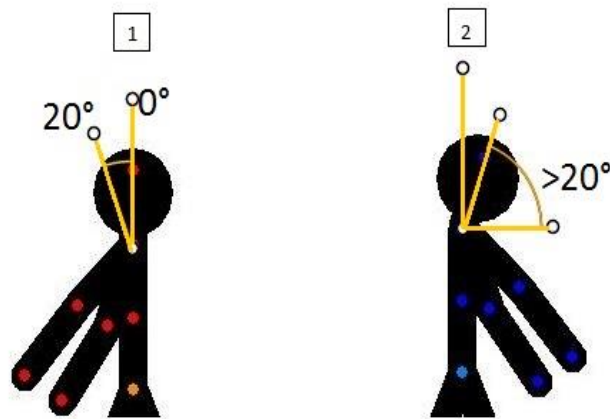
Tabla II. **Análisis REBA para el tronco**

Valoración	Tronco posición
1.0	Recto.
2.0	Rango de 0° y 20° .
3.0	Rango de 20° y 60° .
4.0	Inclinación superior a 60° .
Modificación por inclinación	
+1.0	Tronco muestra giro o curvatura

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

La siguiente parte del cuerpo que es posible analizar es el cuello el cual va a tener dos valoraciones, en la primera el cuello no se inclina más de 20° y en la segunda el ángulo con la vertical si excede los 20° que podrían ser considerados parte de una postura natural (ver figura 7).

Figura 7. **Análisis REBA para el cuello**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Adicionalmente a la ponderación del cuello es necesario analizar si la persona que es sujeto de estudio no adopta una inclinación o torsión la cual en caso de ser afirmativa deberá de sumar una unidad a la evaluación de esta parte del cuerpo (ver tabla III).

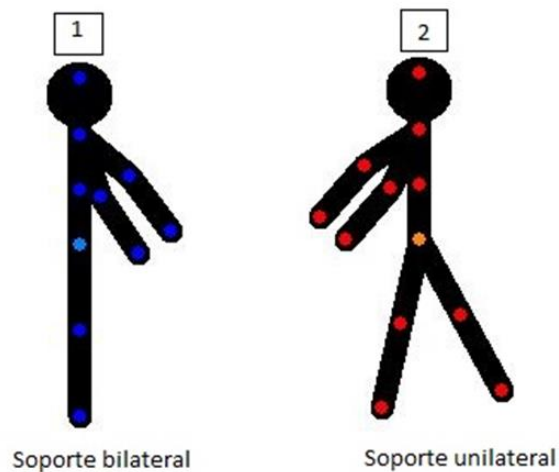
Tabla III. **Análisis REBA para el cuello**

Valoración	Cuello posición
1.0	Rango de 0° y 20°.
2.0	Superior a 20°.
Modificación	
+1.0	Cuello girado o inclinado.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Las piernas son el tercer componente parte de un análisis por medio de REBA, su análisis se divide en dos partes para la primera se analiza el soporte que la postura obtiene al apoyar las dos piernas o si es irregular al utilizar únicamente una pierna (ver figura 8).

Figura 8. **Análisis REBA para las piernas**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Al hacer un esfuerzo es vital que la persona pueda hacer fuerza con ambas piernas, ya que en caso contrario por el peso que puede manipular es posible que utilizando una sola pierna la persona pierda el equilibrio (ver tabla IV).

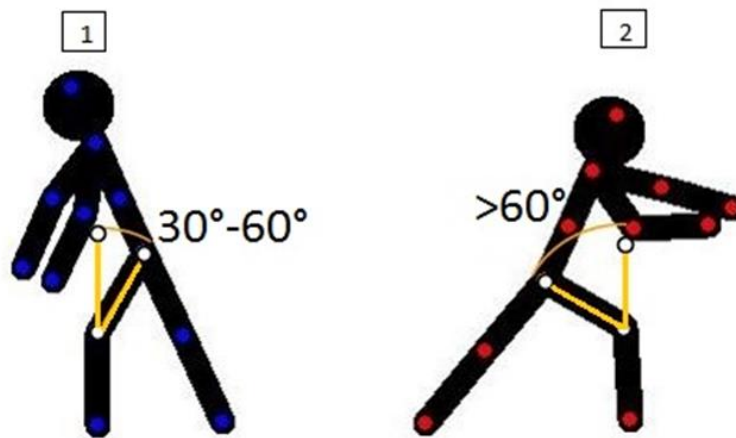
Tabla IV. **Análisis REBA para las piernas**

Valoración	Tipo de soporte
1.0	Ambas piernas.
2.0	Una pierna.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

El segundo factor para tomar en cuenta cuando se investigan la posición de las piernas es el ángulo que se forma de la rodilla respecto a la vertical, ya que en el caso de que se forme un ángulo entre 30° y 60° se deberá sumar una unidad al valor obtenido previamente y si el ángulo fuera superior a los 60° serán 2 las unidades que se sumen para la evaluación de esta parte del cuerpo (ver figura 9).

Figura 9. **Análisis REBA para las rodillas**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

En caso de que no exista una flexión de las rodillas o que la misma no supere los 30° se debe omitir este ajuste en la calificación de las piernas (ver tabla V).

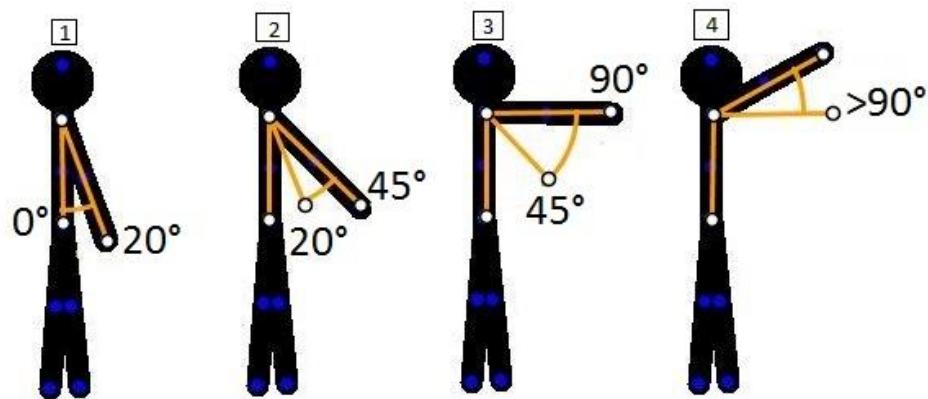
Tabla V. **Análisis REBA para las rodillas**

Valoración	Estado de rodillas
+1.0	Rango de 30° a 60°.
+2.0	Superior a 60°.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Para el análisis de los brazos el método REBA contempla cuatro posiciones para los brazos en los cuales al presentar un ángulo que aumente respecto a la vertical la ponderación de esta parte del cuerpo también aumentará (ver figura 10).

Figura 10. **Análisis REBA para los brazos**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Adicionalmente la ponderación de los brazos puede verse afectada si el mismo muestra una rotación o alguna elevación para lo cual se tendrá que sumar una unidad por cada una en caso se generen en la postura y en caso el brazo cuente con algún soporte será posible restar una unidad (ver tabla VI).

Tabla VI. **Análisis REBA para los brazos**

Valoración	Consideración brazos
1.0	Rango de 0° a 20°.
2.0	Flexión entre 20° y 45°.
3.0	Flexión entre 45° y 90°.
4.0	Flexión mayor a 90°.
Factor que modifica valoración	

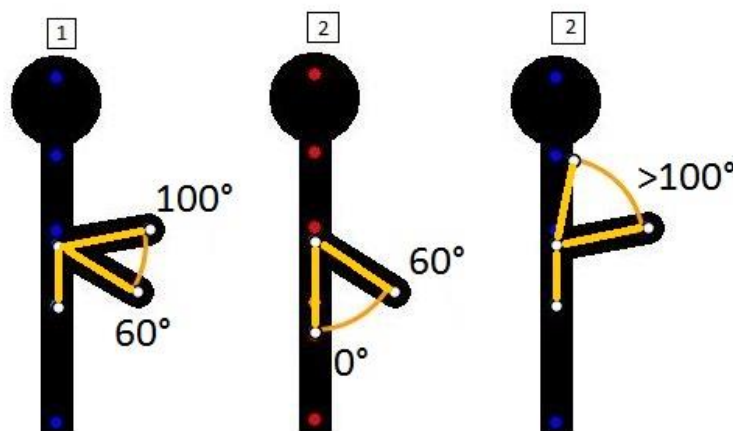
Continuación tabla VI.

+1.0	Rotando.
+1.0	Elevación apreciable a la vista.
-1.0	Con soporte.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Después de analizar los brazos llega el turno del antebrazo esta parte del cuerpo presenta una diferencia en comparación a otras partes del cuerpo y es que considera como la posición natural del antebrazo respecto del cuerpo cuando este presenta un ángulo entre 60° y 100° respecto de la vertical, cualquier valor fuera del anterior ángulo será calificado con un valor mayor (ver figura 11).

Figura 11. **Análisis REBA para el antebrazo**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

El antebrazo es la única de las seis partes analizadas con el método ergonómico que no se ve modificado posteriormente del análisis de los ángulos (ver tabla VII).

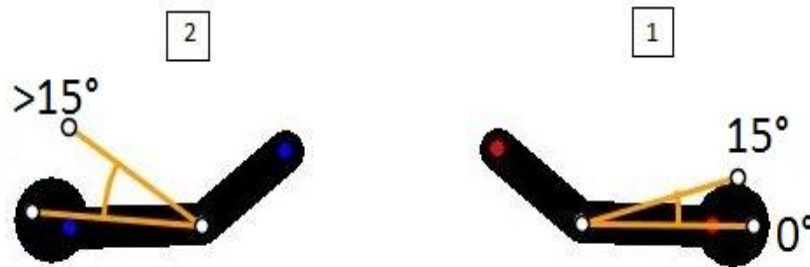
Tabla VII. **Análisis REBA para el antebrazo**

Valoración	Situación del antebrazo
1.0	Rango de 60° a 100°.
2.0	Rango 0° y 60° o superior 100°.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

La última parte del cuerpo que analiza el método ergonómico es la muñeca, para la cual lo que se busca conocer es el ángulo que existe del antebrazo y la punta de los dedos, donde un valor inferior a los 15° se otorgará una calificación de uno y si el ángulo excede los 15° el valor que se otorgará será de dos (ver figura 12).

Figura 12. **Análisis REBA para la muñeca**



Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

Adicionalmente al valor obtenido previamente es necesario evaluar si la muñeca presentó algún movimiento hacia los lados lo que haría necesario sumarle una unidad a su valor final (ver tabla VIII).

Tabla VIII. **Análisis REBA para la muñeca**

Valoración	Muñeca muestra flexión
1.0	Rango 0° a 15°.
2.0	Rango mayor a 15°.
Valoración o cambios en muñeca	
+1.0	Movimiento no habitual o natural

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Puntuación A (cuello, tronco y piernas)

Para el análisis de la puntuación A es necesario buscar la intercepción de los valores obtenidos del cuello, piernas y tronco a ese valor obtenido será necesario sumarle un factor del tipo carga para conocer el valor final (ver tabla IX).

Tabla IX. **Análisis REBA puntuación A**

Análisis tronco	Análisis cuello											
	1.0				2.0				3.0			
	Análisis piernas				Análisis piernas				Análisis piernas			
	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0
1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0	6.0
2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	3.0	4.0	5.0	6.0	4.0	5.0	6.0	7.0
3.0	2.0	4.0	5.0	6.0	4.0	5.0	6.0	7.0	5.0	6.0	7.0	8.0
4.0	3.0	5.0	6.0	7.0	5.0	6.0	7.0	8.0	6.0	7.0	8.0	9.0
5.0	4.0	6.0	7.0	8.0	6.0	7.0	8.0	9.0	7.0	8.0	9.0	9.0
Dato grupo A				Datos de carga		Carga modificada			Punteo de A			

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Puntuación B (brazo, antebrazo y muñeca)

Con la puntuación B lo que se analiza son los valores obtenidos del brazo, antebrazo y la muñeca en el valor donde se intercepten estos tres datos se le deberá sumar un factor correspondiente al tipo de agarre que puede realizar la persona que es evaluada y los objetos que debe manipular (ver tabla X).

Tabla X. **Análisis REBA puntuación B**

Análisis brazos	Análisis antebrazos					
	1.0			2.0		
	Análisis muñecas			Análisis muñecas		
	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0
1.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0
2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	3.0	4.0
3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0
4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	7.0
5.0	6.0	7.0	8.0	7.0	8.0	8.0
6.0	7.0	8.0	8.0	8.0	9.0	9.0
Dato grupo B	Dato para agarre			Punteo de B		

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Valoración de carga

Para el valor de la carga es necesario conocer el peso del objeto que manipulan en la operación la cual determinara el valor de este rubro (ver tabla XI).

Tabla XI. **Análisis REBA valoración de carga**

Valoración	Detalle
+0.0	Inferior a 5 Kg.

Continuación tabla XI.

+1.0	Rango de 5 a 10 Kg.
+2.0	Superior a 10 Kg.
Modificación por esfuerzo	
+1.0	Se aplica fuerza brusca

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Valoración de agarre

Para el agarre es necesario inspeccionar la facilidad o complejidad con que se puede sujetar un objeto antes de moverlo, según la dificultad mayor será el valor (ver tabla XII).

Tabla XII. **Análisis REBA valoración de agarre**

Valoración	Consideraciones del agarre
+0.0	Bueno: las condiciones que requiere individuo para agarrar son óptimas.
+1.0	Regular: el sujeto se apoya con otras partes del cuerpo.
+2.0	Malo: el agarre no es correcto y necesita cambios.
+3.0	Inaceptable: a pesar de que se usan otras partes del cuerpo es inseguro.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Puntuación C

Al momento de conocer las puntuaciones de A y B, conociendo los valores correspondientes a la carga y el agarre se procede a buscar en que valor se interceptan en la tabla (ver tabla XIII).

Tabla XIII. **Análisis REBA puntuación C**

Punteo de A	Punteo de B											
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0
2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0
3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0	8.0
4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0
5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	9.0	9.0
6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	9.0	10.0	10.0	10.0	10.0
7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	9.0	9.0	9.0	10.0	10.0	11.0	11.0	11.0
8.0	8.0	8.0	8.0	9.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	11.0
9.0	9.0	9.0	9.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0
10.0	10.0	10.0	10.0	11.0	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Punteo de C	Actividad muscular punteo						Punteo final					

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Actividad muscular

Al conocer la puntuación C aún es necesario sumar un valor más que es el de tipo de actividad, en el cual se considera que tanto se mueve el cuerpo y con qué frecuencia (ver tabla XIV).

Tabla XIV. **Análisis REBA actividad muscular**

Valoración	Consideraciones de la actividad
+1.0	La persona no realiza movimientos.
+1.0	La actividad es repetitiva.
+1.0	Se efectúa cambios notorios en la postura.

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

- Acción según la puntuación final

Al momento de sumar el valor de C y el de la actividad física se obtendrá un dato de puntuación final en donde según el valor se obtendrá un nivel de acción que también indicará la urgencia de actuar y cambiar la postura analizada por una más natural (ver tabla XV).

Tabla XV. **Análisis REBA nivel de acción**

Punteo final	Acción	Riesgo	Cambios
1.0	0.0	No se aprecia	No aplica
2.0-3.0	1.0	Reducido	Recomendada
4.0-7.0	2.0	Intermedio	Se requieren
8.0-10.0	3.0	Elevado	Instantáneo
11.0-15.0	4.0	Muy elevado	Detenga actividad

Fuente: elaboración propia, realizado con base en método REBA.

2.2.6. Condiciones de iluminación y ergonomía

La iluminación es vital para realizar todas las actividades de la vida diaria bien sea esta natural o artificial, al momento de tener deficiencia en la iluminación el realizar ciertas actividades pueden representar un riesgo de seguridad y la salud

de las personas. Es importante al momento de diseñar un sistema de iluminación que el mismo no sea deficiente o en exceso. Por otra parte la relación entre iluminación y ergonomía radica en el principio de adaptar los puestos de trabajo a cada persona, ya que si un individuo necesitara por motivos característicos de él o bien por daño a través del tiempo graduar la cantidad de luz que necesita para efectuar su trabajo resulta responsabilidad de la ergonomía por medio de nuevas tecnologías dar la opción de graduar la cantidad de lúmenes necesarios para cada individuo según sus necesidades, el que la persona tenga esta condición esencial en orden evitara que deba estar acercándose o alejando del objeto con que trabaja lo que significaría cambios en su postura ergonómica o bien que adopte una mala postura de trabajo.

2.2.7. La ergonomía en oficinas

El ser humano como especie desde sus principios se dedicó a efectuar actividades que lo obligaran a moverse, con los avances tecnológicos e industriales se fueron desarrollando puestos de trabajo donde las personas deben pasar en una gran medida de su turno de trabajo sentado y enfrente de una computadora. Lo que con el pasar de los meses o años puede generar problemas en la salud de las personas por el sedentarismo, movilidad escasa, posturas corporales que ocasionen tensión en determinadas partes del cuerpo. Lo anterior puede dar origen a problemas y dolores en espalda, brazos y muñeca, daños en los ojos y problemas de circulación en las extremidades inferiores. Lo expresado previamente demuestra lo valioso que es aplicar la ergonomía en los puestos de oficina, para lo cual el primer paso es asegurar que la compra del mobiliario cumpla con los requisitos ergonómicos básicos, el adoptar el puesto a la persona es esencial considerando las dimensiones de las personas de forma que el mobiliario le permita apoyar los pies en el suelo, los brazos tengan soporte en el escritorio y no estando en el aire, con respecto al monitor este debe

encontrarse enfrente de la persona a una altura en que el usuario pueda ver aún la parte superior de la pantalla, el ratón, teclado y teléfono deben ubicarse a una distancia correcta y en el caso de los dos primeros brindar un soporte ergonómico que evita el desarrollo de la enfermedad del túnel carpiano. La última recomendación ergonómica para los puestos de oficina es el de efectuar pausas activas que permitan reactivar y poner en movimiento el cuerpo con movimientos sencillos y estiramientos. (Martínez, 2012).

2.2.8. La ergonomía en producción

Cuando se trata de puestos de producción la ergonomía juega de una forma un papel más importante esto debido a que de forma simultánea que busca adoptar un puesto de trabajo a múltiples trabajadores que lo utilizan, también debe considerar las formas de generar beneficios para los trabajadores y la empresa por medio de lograr mejoras en la productividad. Los puestos de trabajo en producción en una gran medida necesitan que la persona permanezca de pie por largos períodos de tiempo, debiendo ejercer esfuerzos de carga. Algunas formas de mitigar la problemática general de los puestos de trabajo en plantas de producción es el uso de tapetes ergonómicos, la capacitación y el trabajo en equipo para efectuar el levantamiento de cargas por medio de una serie de movimientos donde sean las piernas por medio de flexiones las que realicen el esfuerzo de levantar el producto. (Prevencionar, 2014)

Los aportes de la ergonomía para una compañía dedicada a la producción se reflejan en la planificación y diseño por medio de ordenar la planta de una forma que los procesos fluyan en una dirección, el análisis, identificación y adquisición de equipo y herramientas hasta llegar a la inspección de las posturas y movimientos que efectúa cada persona para realizar su trabajo. Lo anterior dará como resultado mejoras en la productividad.

2.2.8.1. Ergonomía empresas productoras plástico

Los puestos de trabajo en la industrias dedicadas a la transformación de plástico muestran similitudes en que las personas deben permanecer de pie a lo largo de su jornada para estar verificando una serie de máquinas a su cargo en donde deben verificar el proceso de alimentación de materia prima a la máquina que se encargara de calentar el material y darle forma, conforme el producto terminado las etapas de empaque y embalaje se dividen en una serie de movimientos donde el mayor riesgo es la manipulación del producto a la tarima por la carga que puede representar para una sola persona. Por lo cual los aportes de la ergonomía para las industrias de plástico se pueden dirigir al uso de tapetes ergonómicos en espacios específicos donde la persona responsable de la maquina se mantenga estática por un período de tiempo, análisis de movimiento y de posturas para los trabajadores al momento de realizar las tareas de empaque y la estandarización de procesos donde se promueva el trabajo en equipo para la manipulación de cargas que puedan representar un riesgo para la salud de la persona.

2.3. Productividad

La productividad busca identificar la eficiencia en la producción o en el nivel de servicio de una compañía según sea el rubro en el que se desempeña, por lo cual se debe establecer cuanto fue producido con relación a cuantos insumos se utilizaron para el logro de esa producción, según la situación en algunos casos la productividad se puede medir en base al tiempo que fue requerido para elaborar algo, siendo más productiva la organización en el momento que logra producir o gestionar un servicio en menos tiempo de lo que requería antes. En algunos casos la productividad es vista como un tipo de indicador de eficiencia por la

relación entre los factores usados y la cantidad de unidades obtenidas del proceso. (Chase y Jacobs, 2007)

2.3.1. Características

Para la medición de la productividad es necesario establecer los factores a utilizar y unificarlos para facilitar su operación y análisis en base al tipo de información que sea requerida (Oliveira, 2017), los factores más utilizados para el análisis de la productividad se dividen en tres:

- Externos: estos no dependen de la empresa, muy difícilmente la empresa puede influir en éstos, dado que trata de leyes o normas del país donde se ubique la compañía.
- Los factores internos: si dependen de la organización por lo que con su interacción busca influir en los tiempos de fabricación, la calidad y todos los procesos que afectan la productividad a gran escala pueden considerarse todo lo relacionado con tecnología, infraestructura y el personal.
- Factor humano: el personal destinado directamente al proceso, el tener personal comprometido con la organización es valioso ya que es un factor diferenciador respecto de la competencia.

Para lograr una mejora en la productividad es necesario que se cumpla alguna de las siguientes afirmaciones: lograr producir más con los mismos insumos o mantener la producción, pero reduciendo los insumos necesarios. Al lograr mejorar la productividad de un negocio, no solo este se ve beneficiado sino también los trabajadores ya que pueden obtener un incremento de sueldos, la

institución puede disponer de recursos para la inversión en proyectos y en caso de ser expansiones de operaciones la posibilidad de generar nuevas plazas de trabajo. (OBS Business School, s. f.)

2.3.2. Estrategias de mejora

Las estrategias para mejorar la productividad en cada empresa son únicas ya que dependen de los objetivos que los líderes de cada organización deseen y consideren como los más adecuados para el tipo de organización que han vislumbrado con el paso de los años. En los casos de los negocios dedicados a la producción y comercialización de bienes destacan las herramientas de la metodología *Lean Manufacturing*, la implementación de estrategias basadas en la calidad y la opinión de los clientes, la optimización de los procesos de respaldo de una compañía como pueden ser informática, finanzas, compras y recursos humanos y la adopción e implementación de nuevas tecnologías para el ahorro de tiempo y recursos. Para lograr la implementación de estas estrategias es necesario que en cada organización se cuente con un grupo de líderes que tengan claras sus ideas, que logren comunicarlas a todos los niveles de la organización, la conformación de equipos de trabajo del tipo multidisciplinario, establecimiento de los métodos para la medición de tiempo los cuales son esenciales para comparar el antes y después y por último la definición de las tareas claves que tienen un impacto directo en la productividad. (González, 2015)

2.3.2.1. Herramientas para mejorar la productividad

El establecimiento de estrategias y por consiguiente herramientas para lograr mejoras en la productividad de cualquier organización debe ser un proceso

continuo para la mejora de los resultados y lograr mantener un estatus de competitividad en el mercado, siendo esenciales el uso de (González, 2015):

- La correcta distribución de los espacios de trabajo de la planta.
- Proyectos *Kaizen*.
- Implementación de 5's.
- La implementación de un programa de Mantenimiento Productivo Total.
- Revisión y actualización de los métodos de trabajo.
- Técnica SMED para reducir tiempos de preparación en máquinas.
- Toma de tiempos de los procesos de producción.
- Análisis y elaboración de puestos de trabajo ergonómicos.

2.3.3. Tipos de productividad

La productividad es posible analizarla en diferentes tipos, esto es debido a los distintos tipos de empresas y los procesos que las conforman. En relación con lo anterior y el tipo de análisis que sea necesario efectuar para determinar la situación actual se tienen distintos tipos (Arrizabalaga, 2017):

- Laboral: es el análisis del total de la producción dividido únicamente por el factor de tiempo de trabajo utilizado.

- Productividad total de factores: para este tipo se sigue analizando la producción total únicamente que es dividido por todos los factores utilizados para la consecución del producto lo que implica mano de obra, materia prima, energía, maquinaria.
- Productividad parcial: analiza la productividad obtenida, pero según la necesidad de información puede enfocarse en un solo factor y no en todos como si lo hace la productividad total de factores.
- Productividad marginal: resulta ser la representación de la ley de rendimientos decrecientes, la cual al enfocarla en producción indica que cada vez que se incremente la producción en una unidad, pero se mantenga las demás variables estableces ese incremento de unidad irá siendo menor en la producción según cada unidad que se aumente.

2.3.4. Medición

Su medición es bastante simple cuando se logra unificar los factores que se desean analizar, ya que la fórmula es una división de lo que se logró producir entre todos los recursos o materiales utilizados, por lo que se tendría la siguiente fórmula (ver figura 13).

Figura 13. Fórmula productividad

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ factores\ utilizados}$$

Fuente: elaboración propia.

En algunos casos la medición de la productividad puede implicar el uso de múltiples factores según las necesidades del proceso, este tipo de medición

resulta ser más precisa que la simple, aunque a mayores factores, mayor será la complejidad del proceso. Caso aparte son las empresas de servicio cuya medición de productividad en muchos casos se puede confundir con la percepción del servicio por parte de los clientes.

2.3.4.1. Indicadores

Un indicador es un instrumento que favorece al rendimiento y al buen desempeño de alguna compañía ya que establecen la cantidad necesaria de recursos para el desarrollo y elaboración de un producto. Para todas las empresas es relevante garantizar que los datos obtenidos para la evaluación de la productividad son 100 % confiables, ya que los mismos permitirán el descubrimiento de las secciones o actividades que representen un punto débil para la competitividad del negocio. Un buen indicador de productividad deberá permitir asociar todo el equipo y materiales utilizados. Evaluando las cantidades del producto resultante del proceso de producción. (González, 2015)

- Eficiencia: evalúa los resultados obtenidos, valorando la correcta utilización de los recursos es decir cuando producto fue posible obtener sin necesidad de recurrir a un reproceso.
- Eficacia: al igual que la eficiencia evalúa el producto final obtenido, pero se enfoca en el total de producto disponible que cumpla con los requisitos necesarios de calidad indistinto de cuantas veces se debiera trabajar en el mismo para alcanzar esos resultados.
- Gestión de tiempo: uno de los recursos más valiosos, para mejorar la productividad desde la perspectiva del tiempo es necesario producir los mismo en un menor tiempo. Una buena gestión del tiempo no se enfoca

únicamente en si se logró el objetivo, sino que también busca en donde se pudo malgastar.

- Calidad del trabajo: está relacionada con la eficacia cuanto menos retrabajo sea necesario, este indicador obtendrá una mejor nota.

2.3.5. Productividad y *Lean Manufacturing*

Al momento de definir los conceptos de productividad y cuáles son las formas de mejorarla con la filosofía de *Lean Manufacturing*, es posible ver la relación en la disminución de los factores de producción que no están sumando al producto final o que el cliente no está interesado en pagar como pueden ser excesos de traslados, inventario de excedentes de materia prima o producto terminado, defectos y tiempos muertos.

Para que *Lean Manufacturing* dé resultados positivos en la productividad de una empresa es necesario contar con un programa de mejora continua, una política empresarial que permita a los empleados influir en las decisiones y no está de más recordar que los operadores de las distintas máquinas de producción son los expertos y que con su interacción diaria puede ayudar a localizar y eliminar factores innecesarios, la mitigación de defectos y por último un programa de producción precisa que permita tener el producto necesario en tiempo y cantidades para cuidar los inventarios de producto terminado.

La relación de la productividad con la metodología *Lean Manufacturing* va a llevar a utilizar un grupo de herramientas, las cuales son: 5's, *Poka Yoke*, TPM y *Kanban*. El uso correcto de las herramientas de *Lean Manufacturing* puede presentar distintos beneficios en la productividad por medio de un control en los cuellos de botella, tiempos muertos, manejo óptimo de inventarios de materia

prima y producto terminado, controles de calidad en la línea de producción, formación y capacitación de trabajadores para ser multidisciplinarios. Mejor aprovechamiento del tiempo de uso de equipos y los planes de mantenimiento y optimización de los procesos de producción. (Jones, 2012)

2.4. Calidad y mejora continua

La mejora continua es una visión que busca por medio de la inspección, medición y análisis de los procesos o servicios, identificar su situación actual por medio de una evaluación de su rendimiento para proponer mejoras que permitan la optimización de la operación eliminando o reduciendo desperdicios. Teniendo una mentalidad proactiva las empresas en la actualidad buscan identificar los espacios de mejora en su proceso que les permitan ampliar o mantener su nivel de competencia respecto a sus adversarios. (Flores, 2010)

2.4.1. Definición de calidad

La calidad es la cualidad de un producto o servicio es la apreciación que tienen las personas de un producto que esta, por lo tanto, les va a agradar o satisfacer sus necesidades. De una forma implícita, la calidad es una función o elemento que es parte de las actividades humanas y que ha ido evolucionando con el paso del tiempo y estableciendo controles para preservar el logro. Dependiendo de la perspectiva de un producto o servicio las expectativas de la calidad varían, para un cliente es cubrir una necesidad de una manera sencilla y al primer intento. Para las compañías es el valor añadido que haga a todos los posibles clientes optar por su producto sobre el de la competencia, evitando en el proceso de vida del producto que se den reclamos o devoluciones por mala calidad. (Gutiérrez, 2010)

2.4.2. Historia de la calidad

La historia de la calidad puede tener un origen sencillo en el proceso de inspección que efectuaban los artesanos de la Edad Media a cada uno de los productos que comercializaban, pasando por la época de la Revolución Industrial, las producciones en serie hasta llegar a los modelos de excelencia en la gestión. Demostrando la importancia de esta y su relevancia como estrategia para ser competitivo. La calidad a través del tiempo se ha visto influenciada por momentos claves como son (Aiteco, s. f.)

- Normalización de piezas: se da en el siglo XVIII como parte de la idea de Honore Le Blanc de diseñar instrumentos a partir de piezas elaboradas con un diseño específico para cada componente, lo cual evitaría la elaboración de piezas únicas para las distintas partes de un objeto.
- Producción en serie o cadena: es una idea que se origina en el siglo XX, de sus principales impulsores se puede mencionar a Henry Ford. La cual permitió ahorros considerables en tiempos de producción y como efecto una disminución en el precio final.
- Departamento de inspección: impulsado por Frederick Taylor, los procesos de inspección de calidad dejan de ser responsabilidad del departamento de producción y son asignados a uno nuevo que sería conocido como control de calidad.
- Control estadístico de procesos: en 1920 Walter Shewhart logra que la calidad tenga un enfoque cuantitativo por medio de uso del muestreo estadístico y gráficos de control. La inspección de calidad en este punto deja de efectuarse al final del proceso.

- Aseguramiento de la calidad: nuevo diseño del departamento de control de la calidad, el cual asegura que la información recopilada es de calidad ya que los procesos de recolección están organizados.
- Gestión de la calidad total: con los avances en producción y calidad por parte de las industrias japonesas, se establece la importancia de la satisfacción del cliente, la cual para ser monitoreada hacia obligatorio la participación de todos los departamentos de las empresas.
- Modelo en la excelencia en la gestión: la creación del valor añadido implica estar un paso adelante y dar a los clientes eso que necesitan y que aún no habían sido capaces de reconocer.

2.4.3. Tipos de calidad

Según los tipos de empresa bien puede que sea una dedicada a la producción o de servicio van a existir diferentes tipos de calidad que pueden ser consideradas. (D'Alessio, 2004)

- Externa: que es la que satisface a los clientes y que le van a permitir mantenerse competitivo en el mercado.
- Calidad que se espera: es la que se obtiene del producto mismo y que va a satisfacer a los consumidores.
- Calidad de disponibilidad: el producto siempre está al alcance de los clientes.

- Calidad percibida: es lo que el cliente ve a simple vista.
- Calidad de servicio: el producto llega a la mano del cliente y le facilita su adquisición de forma rápida y eficiente.
- Calidad de producción: cuando el producto cumple las especificaciones de diseño.
- Calidad funcional: la forma de cómo se brinda el servicio.
- Calidad técnica: se mide o percibe por la indicación y características del producto de forma impresa o dicha.
- Calidad corporativa: es tener presente las exigencias y requerimientos que pide el consumidor para satisfacer sus necesidades y por lo tanto mantener los niveles de mejora constante en el personal, desde el trabajador más simple hasta los niveles de gerencias para brindar un servicio de excelencia.
- Calidad de gestión: esta función permite a cualquier empresa planear, ejecutar, controlar y asegurar los procesos internos para lograr un producto de calidad y que satisfaga al consumidor o cliente.

2.4.4. Medición de la calidad

La calidad se puede medir con indicadores o de forma práctica, algunos métodos para medición desde un enfoque práctico son (Gutiérrez, 2010):

- Encuestas de seguimiento: se pide a los clientes que evalúen la calidad del servicio a través de una encuesta por correo electrónico, esta va a medir la opinión general de los clientes sobre el servicio.
- Monitoreo en redes sociales: en los últimos tiempos ha ganado impulso, sirve como medio de comunicación, las personas dan a conocer sus frustraciones y son escuchados. Se les puede pedir a los seguidores que informen sobre la calidad del servicio.
- Análisis de documentación: este es un informe donde se lee o escuchan los registros de servicio escritos o grabados. Se deben revisar todos los servicios de baja calidad.
- SERVQUAL: utiliza encuesta en la cual se le pide al cliente califique el servicio en comparación con sus expectativas. Los elabora en base a cinco elementos de la calidad del servicio RATER, por sus siglas en inglés.
 - Fiabilidad la capacidad de entregar el servicio prometido de forma consistente y precisa.
 - Confianza: nivel de conocimiento y cortesía de los empleados hasta el punto de crear confianza y seguridad.
 - Tangibles: apariencia, las primeras impresiones juegan un papel esencial.
 - Empatía: hasta qué punto se presta una atención personalizada.

- Capacidad de respuesta: disposición de los empleados de dar un servicio rápido.

2.4.5. Características de los sistemas de mejora continua

Al momento de establecer un sistema relacionado con la mejora continua el mismo debe presentar tres características esenciales (Heflo, 2015):

- Documentación: el proceso debe estar debidamente identificado para que cualquier persona pueda tener acceso a la información de cómo se realizan las distintas actividades.
- Medición e indicadores: para determinar si un proceso o servicio está siendo bien utilizado o si sus resultados son los adecuados es necesario establecer una forma de medición como puede ser algún indicador.
- Participación: el garantizar el compromiso y formar parte de las decisiones sistema de los individuos indistinto del nivel jerárquico que ocupen en la organización es esencial para la implementación.

2.4.6. Metodologías relacionadas con la mejora continua

Para la implementación de un sistema de mejora continua es posible trabajar y apoyarse con tres metodologías como son: *Lean manufacturing*, *Six Sigma* y *Kaizen*. Aunque antes de recurrir a algunas de estos métodos es posible apoyarse en el círculo de Deming. (Flores, 2010)

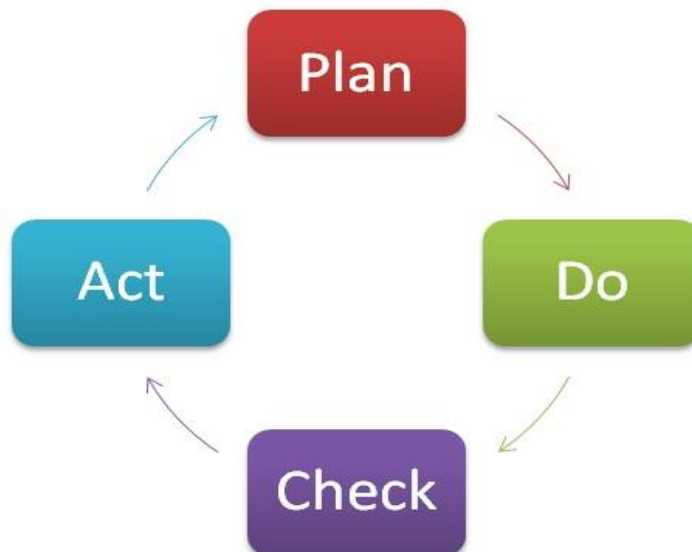
- *Lean Manufacturing*: es un estilo de dirección y de toma de decisiones que usan las empresas para adoptar e implementar mejoras y optimizar sus sistemas de producción.
- *Six Sigma*: es un estilo de trabajo que por medio del análisis de los procesos busca obtener una mejora de estos, reduciendo las probabilidades de variabilidad entre productos de un mismo lote y garantizando altos niveles de calidad.
- *Kaizen*: metodología de trabajo que busca la mejora de la calidad, su diferencia con otras metodologías es que exige estar en el lugar para el análisis de la situación, elaboración de propuesta e implementación de las mismas y de esa forma solucionar los problemas de una vez y no esperar semanas para ver si se logró un avance.

2.4.7. Círculo de Deming

También conocido como el ciclo PHVA de las siglas en español de planear, hacer, chequear y actuar. Su autor es Edwar Deming. Esta metodología creada alrededor de la década de 1950 se enfoca en cuatro fases cíclicas que se deben seguir de manera ordenada para iniciar un sistema de mejora continua en cualquier tipo de organización lo que permitirá la reducción de fallos, mejora de eficiencia e identificación y mitigación de riesgos. Al tratar de implementar un proceso de mejora continua resulta ser la herramienta más idónea, por la claridad de las actividades que se deben efectuar en cada etapa, pero como toda herramienta va a tener sus fortalezas y debilidades. De lo positivo de este instrumento es que la persona que la aplica se vuelve experta del proceso por la frecuencia con que se evalúa al finalizar cada ciclo, su aplicación no está limitada a ningún tipo de proceso o industria, permite realizar evaluaciones parciales por

lo que cualquier propuesta puede ser ajustada en caso el resultado no sea el esperado. Las desventajas de Deming es la dificultad de lidiar con variables que puedan presentarse de la nada en cada ciclo, en caso de una emergencia la premura puede hacer que las dos primeras etapas no se efectúen adecuadamente lo que generaría un fracaso mayor ya que la emergencia no podría ser solucionada y requiere tiempo su implementación en especial el análisis de las primeras etapas (ver figura 14). (Jimeno, 2013)

Figura 14. **Círculo de Deming o ciclo PDCA**



Fuente: Jimeno. (2013). *Ciclo PDCA: El círculo de Deming de la mejora continua*. Consultado el 22 de septiembre de 2022. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>.

2.4.8. Implementación de Deming

Para una correcta implementación del círculo de Deming cada etapa debe cumplir con una serie de actividades clave, las cuales se detallan a continuación (Flores, 2010):

- Planear: se identifican las actividades a mejorar, establecimiento de metas y objetivos para las actividades, preparación de equipos de trabajo multidisciplinarios, entrevistas con los trabajadores del lugar e investigación de nuevas tendencias.
- Hacer: se efectúan las propuestas de mejora.
- Verificar: después de implementada la propuesta se deja transcurrir un período de tiempo para que los involucrados se acostumbren y empiecen a generar resultados, en caso los resultados no sean los esperados se entra en una etapa de ajuste.
- Actuar: la fase de actuación se enfoca en comparar el antes y después, cuando los resultados son favorables se procede a implementar la propuesta de forma definitiva, caso contrario se evalúan modificaciones que permitan alcanzar el resultado o desechar la propuesta. Adicionalmente debe iniciarse un nuevo ciclo de planeación para mejorar otra parte del proceso.

2.4.9. Mejora continua y los sistemas de ergonomía

Conforme los avances de las nuevas tecnologías pasando por los cambios que generan en los procesos de producción y por ende la interacción de los trabajadores con los distintos componentes. Se van originando cambios en las posturas y condiciones ambientales de los lugares de trabajo. Lo que obligará a tener que hacer controles de manera periódica por año o bien cuando se dé un cambio considerable de las condiciones del ambiente de trabajo. La ergonomía cuenta con su propia serie de herramientas de control según la situación que se presente como pueden ser cargas, movimientos repetitivos o posturas

corporales, cada una de estas ramas presentó una herramienta del tipo listado de verificación y conforme el pasar del tiempo la misma sirvió de base para el desarrollo de una herramienta más compleja y que buscará cubrir los puntos débiles de su predecesora tal es el caso de REBA y RULA.

2.5. Metodología *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing es un estilo de dirección y de toma de decisiones que las empresas buscan adoptar e implementar para la mejora y optimización de sus sistemas de producción, la metodología se enfoca en la reducción de todo lo que no está aportando valor al producto en el proceso de producción y al cliente. (Salazar, 2020)

2.5.1. Origen de *Lean Manufacturing*

Al momento de buscar el origen de esta tecnología es necesario conocer el alto nivel de influencia que significó el trabajo de Taylor y Ford con sus aportes en las líneas de fabricación industrial a través de los procesos de producción en serie, los cuales posteriormente fueron mejorados por los japoneses donde destacan los aportes de la Toyota Motor Company en donde Sakichi Toyoda desarrollo *Jidoka* para detectar problemas de calidad en la línea de producción. (Touren, 2016)

El origen e innovaciones por parte de Toyoda provienen de la necesidad de recursos que sufrió Japón en los años de 1940, lo que los llevó a estudiar y conocer los procedimientos de otros sectores industriales para establecer su sistema de producción que resulto ser único en esa época. Para la década de 1970 era tan abrumadora la diferencia entre Toyota y las otras industrias japonesas que el gobierno se vio obligado a intervenir y buscar la manera de

instalar la metodología de Toyota en otras empresas. El estilo de producción que representa *Lean Manufacturing* no sería conocido a lo largo del mundo sino es hasta 1990 en donde Wornak Jones daba a conocer este estilo de producción que resulto ser eficiente, flexible y de muy alta calidad. (Socconini, 2008)

2.5.2. Principios de *Lean Manufacturing*

La metodología para su puesta en marcha y un correcto funcionamiento va a requerir que se cumplan con determinadas condiciones. (Salazar, 2020)

- Liderazgo comprometido con la implementación de *Lean Manufacturing*.
- Productos de valor: que características o necesidades debe cumplir el producto para que los clientes lo vean como una solución de valor y de utilidad.
- Reducción o eliminación de los desperdicios en el proceso de producción siendo los más comunes sobreproducción, tiempo de espera, transporte, movimientos, procesos y defectos.
- Flujo continuo durante la etapa de producción el producto no debe detenerse mientras obtiene valor, lo que puede presentar complejidad cuando se presenta una línea de producción con diversidad de productos y lotes de un tamaño reducido.
- Evitar el exceso de producción únicamente se debe producir cuando el cliente lo requiere.

- Mejora continua se enfoca en el *Kaizen* simplificando las cosas y mejorando el proceso por medio de cambios pequeños.

Lo anterior se puede resumir en la obtención de un bien que cumpla con las cualidades adecuadas, en un tiempo óptimo, en las cantidades básicas, sin presentar desperdicios y especialmente con una mentalidad dispuesta a la mejora.

2.5.3. Herramientas de la metodología *Lean*

Son varias las herramientas que a lo largo del tiempo y por la mentalidad de mejora continua se han generado, estas herramientas son variadas y su aplicación puede depender de características propias de cada negocio. La implementación de estas puede darse de forma individual según los objetivos que se deseen alcanzar por parte de cada empresa y conforme se evidencien los beneficios, se facilitará la aplicación de nuevas herramientas. Salazar (2019)

- 5s se enfoca en condiciones de trabajo reforzando el orden, la organización y la limpieza.
- *Andon* es un sistema visual que tiene la finalidad de comunicar el estado y los avances en mejora, al proporcionar esta información se busca atraer la participación de todos los colaboradores de un negocio.
- SMED técnica utilizada para la reducción del tiempo de cambio de las máquinas y herramientas del proceso.

- Estandarización de trabajo fija una misma metodología para enfocar los distintos procesos en una misma dirección y que funcione de punto de partida para las mejoras en un futuro.
- TPM es un método pensado para el mantenimiento que busca la reducción de las averías, defectos o accidentes en las máquinas.
- *Value Stream Mapping* se enfoca en ver el flujo de producción actual de un proceso y da los parámetros esperados en base a posibles mejoras en el proceso al identificar todo lo que no está añadiendo valor al producto.
- *Heijunka* busca la obtención en la elaboración de lotes pequeños y variedad de productos en el proceso de producción de manera que se cumpla únicamente con la fabricación del producto que solicita el cliente.
- KPIs facilita la medición de los objetivos que se desean conseguir.
- *Kanban* es una herramienta que busca la colaboración entre proveedores y clientes con la finalidad de cuidar el inventario en curso, previniendo el exceso de producción de un producto, acortando los tiempos muertos y optimizando los tiempos de entrega.
- *Jidoka* es una herramienta que facilita el diseño de equipo más autónomo con la finalidad de detener el equipo en caso surja algún defecto en el producto.
- *Just intime* es la filosofía de producción que busca producir lo necesario en el momento más adecuado.

- Análisis de cuello de botella es la herramienta que analiza el procedimiento de producción en busca de un proceso que limite la capacidad instalada.
- *Gemba* filosofía que busca que las personas reduzcan su tiempo de oficina y salgan a ver el estado actual del proceso para proponer soluciones.
- *Hoshin Kanri* instrumento diseñado para facilitar la relación de los objetivos estratégicos de una organización con las actividades de planta cuidando que no se generen desperdicios.
- *Poka-Yoke* se especializa en la detección de fallos desde una perspectiva de prevención en la etapa de producción con la finalidad que no se genere ningún defecto.
- Análisis de causa raíz como su nombre lo indica su enfoque de resolución de problemas es en la causa principal, asegurando así la solución definitiva del problema y todas sus consecuencias.
- Las ocho disciplinas son una metodología que busca la mejora en la producción cuidando la elaboración de actividades innecesarias o que únicamente representen un gasto.
- Gestión de la calidad total es una herramienta dedicada al cumplimiento de los requisitos del cliente desde la perspectiva de calidad, la implementación de la herramienta requiere la participación de proveedores, clientes y todos los involucrados en el proceso de producción de la empresa.

2.5.3.1. Las 5'S

Esta herramienta fue diseñada por Hiroyuki Hirano, es el punto de partida para todo proyecto de mejora continua, su nombre tiene origen en las cinco palabras claves de la metodología que al traducirlas al japonés se escriben con una s. Es esencial su correcta implementación cuando se busca mejorar la productividad, comenzando por la regularización de las rutinas de limpieza en las empresas. La implementación de las 5'S se puede distribuir en los siguientes puntos (Socorrini, 2008):

- Seleccionar: dejar el material y equipo esencial.
- Organizar: el material y equipo seleccionado debe recibir un espacio para su correcto almacenamiento.
- Limpiar: quitar el polvo que se acumula en el lugar de trabajo, teniendo en cuenta que es más sencillo limpiar si no se ensucia.
- Estandarizar: los tres puntos previos deben llevarse a cabo por cualquier persona indistinto de sus conocimientos o habilidades.
- Seguimiento: la limpieza debe pasar a ser parte del hábito de una persona, por medio de dedicación y pasión los cuatro pasos previos deben ser adquiridos por cada individuo.

En los negocios donde se formalice un programa de 5'S, conseguirá un mejor uso del recurso del tiempo, facilitar el reconocimiento de los espacios con desperfectos, generar productos con la calidad deseada y trabajar en un espacio ordenado y limpio. La herramienta de las 5'S puede ser aplicada en el trabajo,

casa, vehículos y cualquier espacio personal. La implementación según distintos autores varía, pero al tratarse de generar un cambio de mentalidad en las personas se puede pensar de más de medio año para las tres primeras s´, con respecto a las otras dos son parte de la mejora continua de la herramienta lo que ocasiona que su duración sea cíclica. La correcta implementación de este recurso de mejora necesita una participación abierta de todo el personal donde se pueda ver el compromiso y liderazgo de los puestos gerenciales. (Socorrini, 2008)

2.5.3.2. Andon

Recurso de la metodología *Lean Manufacturing*, su función es comunicar una situación de la manera más sencilla, permitiendo que la persona que observe el control visual puede identificar la situación y en base a sus capacitaciones pueda tomar la decisión más acertada. Cuando *Andon* es diseñado en plantas de producción el operador puede estimar cómo está efectuando sus labores y ajustar sus metas de producción, la correcta aplicación de este recurso puede resaltar otras herramientas como 5´S y SMED, su aplicación no se reduce únicamente a producción ya que la misma se puede aplicar en las áreas de mantenimiento, seguridad y oficinas. Como la función de *Andon* es informar de forma sencilla una situación se debe identificar que tan relevante es el asunto, los parámetros con que se va a trabajar y especificar el tipo de monitoreo, sus beneficios son similares a los de otras metodologías: reducir desperdicio, mejorar la calidad y seguridad, facilitar procesos de producción y de limpieza e incentivar al personal. Las aplicaciones de esta herramienta van desde señales auditivas, semáforos, listas de verificación, tableros de control, señales en el piso y delimitación de puestos de trabajo. Otra característica que comparte con otras herramientas Lean es la entrega y liderazgo de los puestos de mayor jerarquía de la empresa ya que con el ejemplo y su entrega, el personal se va a comprometer a la aplicación de esta. (Salazar, 2019)

2.5.3.3. SMED

Diseñado a finales de la década de 1960 por Shigeo Shingo es una de las herramientas que se apoya la mejora continua su función es la de analizar los procesos de cambio de partes en las máquinas con el fin de reducir los mismos, al lograr la implementación del SMED la línea de producción va a obtener una mejor eficiencia en sus equipos que garantizará a su vez una mejora de la productividad. Adicionalmente al mejorar la eficiencia es posible considerar la reducción del *stock* del producto. Dos conceptos claves al momento de implementar este recurso son el tiempo de cambio que es el rango que se requiere para cambiar la pieza y va desde que sale el ultimo producto hasta que se pone en funcionamiento la línea y esta proporciona nuevamente producto. El siguiente concepto es el de preparación que es cuando se efectúa el cambio de la referencia, lo que sucede en esta etapa es considerado desde la perspectiva Lean como un desperdicio ya que no implica valor para los clientes. La implementación del SMED se divide en siete pasos (Progressa Lean, 2014):

- La investigación previa que va desde conocer la máquina, definir al grupo de personas que formaran parte del proceso y enlistar el equipo necesario para el trabajo de recolección de información.
- Conocer la actividad por medio de observación y documentación.
- Identificar las actividades que forman parte necesaria del cambio de la referencia en dos grupos, las actividades que requieren detener la máquina y las que se pueden ejecutar con la máquina operando.

- Poner en orden todas las actividades que se pueden hacer con el equipo en funcionamiento.
- Transformar las actividades que se hacen en paro a eventos con la máquina operando.
- Hacer de manera eficiente las actividades que de momento requieren que el equipo este detenido.
- Seguir aplicando la mejora continua y las nuevas tecnologías para reducir los procesos.

2.5.3.4. Estandarización de trabajo

Esta técnica de *Lean Manufacturing* busca encaminar que los procesos con que se realiza un producto o servicio de forma exacta, al contar con una línea de producción estandarizada las formas de trabajar van a hacer más eficientes con productos que cumplan con la calidad deseada y con un nivel de costo de producción inferior. Para decir que un proceso de producción está estandarizado debe contar con tres elementos claves: rapidez de la demanda, un proceso de operación de las distintas secuencias debidamente estandarizado e información actualizada del inventario que se tiene en proceso. Uno de los puntos clave de la estandarización de trabajo es la medición del proceso, el cual permitirá por medio de la mejora continua la optimización del desempeño. En comparación a otros recursos de la metodología *Lean Manufacturing* la implementación de esta herramienta varía según el grado de complejidad del proceso, pero en ningún caso debe exceder de un par de semanas. Los documentos realizados en compañía del operador de la línea son importantes al momento de implementar y desarrollar las actividades *Kaizen*, *SMED*, *Kanba* y mejoras ergonómicas, ya

que de esa forma se garantiza el contar con la opinión de la persona que vive el proceso día a día. (Socorrini, 2008)

2.5.3.5. TPM

Conocido como Mantenimiento Productivo Total, este recurso de la metodología *Lean Manufacturing* tiene su origen en Estados Unidos donde grandes compañías adoptaron la costumbre de periódicamente revisar sus equipos y evitar así que se presentaran fallos mayores que los obligaran a detener la producción y recurrir en gastos elevados con tal de seguir operando.

Fue en las fábricas de Toyota ubicadas en Japón donde optaron por la práctica de involucrar a todo su personal en las actividades relacionadas con el mantenimiento de la máquina en especial a los operadores de cada una donde se volvían los principales responsables del cuidado de estas.

La correcta implementación del Mantenimiento Productivo Total como otros instrumentos de *Lean* permiten obtener mejoras en la calidad del producto, mayor productividad en las máquinas al reducir el tiempo de paro y el poder empoderar al operador de la máquina es uno de los logros principales de TPM, reduce los costos en términos de mantenimiento por reducción de tiempos y repuestos. La implementación de un correcto programa de mantenimiento autónomo puede prolongarse por años, esto debido a que primero se debe vender la idea a todas las partes de la organización y capacitarlos en especial a los trabajadores de producción y el personal de mantenimiento.

La correcta implementación de la herramienta se apoya en seis puntos: mejoras enfocadas, seguridad, capacitación y tres tipos de mantenimiento autónomo, planeado y el de calidad. Estas bases fueron diseñadas para

contrarrestar seis aspectos negativos: paros menores, paros inesperados, pérdida de tiempo por cambio de producto, disminución de la velocidad en el proceso de producción, defectos en operación y defectos al inicio del proceso. Adicional a lo anterior esta herramienta se apoya de otras como son las 5's, la recolección de información y documentación, programas de capacitación y que todo el personal de la organización tenga la mentalidad y el deseo de desarrollar el programa. (Socorrini, 2008)

2.5.3.6. Value stream mapping

El *value stream mapping* es otra herramienta de la metodología *Lean Manufacturing*, la traducción al español daría el nombre de mapa de flujo de valor. Con esta herramienta se consigue de forma visual el análisis y movimientos del proceso de los productos durante su producción. Los objetivos de esta herramienta se concentran en el área de producción especialmente al momento de buscar mejoras en la productividad y reducción de desperdicios. En la teoría *Lean Manufacturing*, los análisis que se aplican con este instrumento son todos aquellos que comprenden la adquisición de la materia prima, ingreso, proceso, empaque y despacho del producto final. Todos los procesos anteriores son esenciales y crean valor para el cliente. Al finalizar el proceso se espera la identificación de puntos que generan desperdicio en materia prima, recurso humano u operativo, herramientas. Definir los mínimos y máximos de los inventarios y las posibles acciones en base al análisis de la herramienta. (*Lean Manufacturing* 10, s. f.)

2.5.3.7. Heijunka

Heijunka es una palabra japonesa que significa nivelación. Consiste en una herramienta *Lean Manufacturing* que sirve para nivelar la producción y satisfacer

la demanda, reduciendo lo posible los desperdicios durante el proceso. Para implementar *Heijunka* es preciso utilizar una serie de herramientas que permiten obtener un sistema de producción de flujo constante y nivelado a partir de la demanda real. Algunos beneficios de utilizar la técnica son: utilización de células de trabajo, flujo continuo pieza por pieza, producción ajustada al *takt time*, nivelación de la cantidad de producción, nivelación de la producción por SKU. (Socorrini, 2008)

2.5.3.8. KPI'S

Los KPI *Key Performance Indicators* son valores numéricos que reflejan el rendimiento de todas las operaciones, como la eficiencia, la disponibilidad o la mantenibilidad. Los encargados del sector del mantenimiento industrial pueden establecer, comparar y monitorear estos KPI a través de un *software* de Gestión De Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), los beneficios son (Borja, 2020):

- Una reducción de costes.
- Una reducción de tasa de fallos y averías.
- Una reducción del tiempo de inactividad de los empleados.
- Una ejecución del trabajo más efectiva.

Con los temas relacionados a la implementación de un indicador de desempeño clave es necesario que cada uno cumpla con los siguientes requisitos y etapas:

- Definir objetivos: antes de poder iniciar con la estrategia de KPIs, es necesario tener claro cuáles son sus objetivos, cómo podrían alcanzarlos y quiénes pueden actuar para cumplir cada uno de ellos.
- Claro y conciso: los KPIs son una forma de comunicación, por lo que cuanto más clara y relevante es la información, podrá ser incorporada de forma más fácil y habrá mayores posibilidades de que genere una acción.
- Cuantificable: el indicador debe poder medirse en números.
- Correlativo: los indicadores deberían relacionarse entre sí para conducir a obtener el tipo de resultados que se desean en la empresa.
- Atribuibles: cada uno de los indicadores clave de desempeño debe ser atribuible a alguien a quien competa directamente.
- Deben suponer un impacto positivo: al momento del análisis de indicadores, la persona responsable debe identificar la situación y pensar en soluciones que permitan redirigir la situación aún mejor panorama para el negocio.
- Equiparables: todos los KPIs definidos deben tener la misma importancia para la organización, de manera tal que no existe ningún tipo de jerarquía entre ellos.

2.5.3.9. Kanban

Kanban es una palabra japonesa que significa tarjetas visuales, *kan* significa visual, y *ban* tarjeta. Esta técnica se utiliza para controlar el desarrollo

del trabajo en una línea de producción. Es la base del *Lean Manufacturing* su propósito fundamental consiste en minimizar los desperdicios sin afectar la producción. El proceso de *Kanban* está formado por tres columnas: por hacer, en proceso y hecho. Si se aplica bien y funciona correctamente, serviría como una fuente de información, ya que muestra dónde están los cuellos de botella en el proceso y qué es lo que impide que el flujo de trabajo sea continuo e ininterrumpido. Para implementar este recurso de la manufactura esbelta se tienen que seguir una serie de pasos (Socorrini, 2008):

- Visualiza el flujo de trabajo.
- Establece los límites del trabajo en curso.
- Gestión de flujo.
- Las reglas del juego.
- Mejoras.

2.5.3.10. Jidoka

El método *Jidoka* su origen está en Japón, forma parte del catálogo de recursos de la metodología *Lean Manufacturing*, con esta herramienta se tiene el objetivo de dotar cada paso del sistema de controles propios en específico para temas de calidad. Para la aplicación del método es necesario identificar y corregir el problema principal, ya que investiga la causa principal, la elimina y evita su repetición en el futuro. Con lo que se refiere a su implementación se tienen los siguientes puntos (PDHA Home, s. f.):

- Detectar el problema: se deben identificar los fallos, los cuales puede originarse en el equipo o en individuos.
- Detener la producción: considerando la importancia de mantener el proceso de producción en movimiento, la herramienta busca dividir todas las partes del proceso en partes, con la finalidad que las otras partes puedan seguir en funcionamiento.
- Corregir el problema: al identificar el fallo el siguiente paso es encontrar una solución.
- Investigar las causas e instalar contramedidas: los fallos identificados se deben analizar hasta llegar hasta la raíz de este, cuando se logra identificar la causa se procede con soluciones que aseguren que nunca más se presente la problemática.

2.5.3.11. *Just intime*

La herramienta *Just intime* se comprende como un recurso de análisis de *Lean Manufacturing*, tiene un enfoque en los desperdicios que van desde el proceso de adquisición del material de trabajo hasta la entrega al cliente. Este recurso busca tener en el momento y en la cantidad exacta el material que se va a trabajar. Los primeros registros de *Just intime* se dieron cerca de la década de 1980 en Japón. Como aspectos culturales de los japoneses, la herramienta busca brindar calidad y niveles altos de productividad. Cuando se buscó su análisis en Estados Unidos, se otorgó el nombre con que se conoce actualmente. Antes de su implementación en las fábricas de Estados Unidos y de tener un enfoque en calidad únicamente buscaban producir más. La filosofía justo a tiempo propone un punto de vista diferente (Salazar, 2020):

- Identificar y evidenciar el problema.
- Eliminar desperdicios.
- Simplificar la producción.
- Centrarse en la demanda.

2.5.3.12. Análisis de cuello de botella

La herramienta de análisis de cuello de botella como su nombre lo indica busca reconocer todos los puntos del proceso de producción que son esenciales para darle valor al producto, con la finalidad de identificar los mismos y buscar mejorar los tiempos de producción del proceso, el análisis se apoya en la toma de tiempos por medio de identificar el proceso que requiere de un mayor recurso de tiempo, teniendo en cuenta que ese cuello de botella va a establecer cuál es el nivel de productividad (El método Lean, 2020):

- Falta de materiales: al momento de producir las máquinas son esenciales que operen adecuadamente, por lo que la herramienta busca tener un control de estos recursos.
- Personal mal preparado: el capacitar y entrenar al personal es esencial ya que conforme más conocimientos tengan, mayor será la calidad del trabajo que realicen.

- Falta de almacenes: parte del proceso de producción implica tener donde guardar el producto terminado, en proceso y las materias primas. En ubicaciones claves que faciliten la distribución de estas.
- Desinterés administrativo: los líderes de una organización juegan un papel clave, ya que, si no tienen la voluntad y el interés de generar cambios, es imposible lograr mejorar por más buena voluntad que puedan tener los operadores y al final los mismos se van a contagiar de la apatía de los líderes.

El método *Lean* es un conjunto de técnicas enfocadas a la reducción de los desperdicios para poder entregar el máximo valor a los clientes. Tiene como objetivo mejorar la productividad y reducir los costes operativos, lo que hace necesario evitar los cuellos de botellas, para implementar esta herramienta *Lean* es necesario:

- Automatizar una parte del proceso: usar herramientas empresariales para automatizar los procesos implica un gran ahorro de tiempo, al invertir en un *software* se puede controlar de forma más ágil esta fase y restablecer el ritmo de trabajo óptimo en el menor tiempo posible.
- Emplear al máximo un recurso: este método para afrontar un cuello de botella implica que un único recurso se utilice solo a una actividad y asignar otras actividades a otros recursos.
- Contar con personal más capacitado o mejores equipos para mantener la fluidez de los procesos.
- Reiniciar el flujo de trabajo.

2.5.3.13. *Gemba*

Los japoneses utilizan la palabra *Gemba* para referirse al lugar donde suceden las cosas o al lugar real. En términos operativos, *Gemba* se refiere al entorno de trabajo donde se aporta valor a los procesos, es el lugar donde se realizan operaciones que transforman el producto. Dentro de la filosofía de trabajo *Lean Management*, *Gemba* es un concepto conocido en las organizaciones. Con los términos *Muda*, que significa actividad de No Valor Añadido o derroche, y *Kaizen*, que significa Mejora Continua, la palabra *Gemba* forma parte de los tres conceptos que cualquiera de los equipos de trabajo debería utilizar a diario. El concepto *Gemba* señala con su filosofía de trabajo, una forma de actuar que debe ser parte del ADN de sus equipos, desde directivos hasta operarios de producción. *Gemba* y *Lean Management* van de la mano. *Genchi Genbutsu*: concepto de la filosofía de trabajo *Lean Management*, que significa vaya y observe, haciendo referencia que para saber lo que sucede y poder analizar la situación con detalle, debe ir al *Gemba* y observar. (García, 2017)

2.5.3.14. *Hoshin Kanri*

La función de *Hoshin Kanri* dentro de las herramientas de la metodología de *Lean Manufacturing* es que cualquier empresa puede enfocar sus recursos y generar cambios importantes desde una perspectiva sistemática. Sus mayores aportes se pueden encontrar relacionados con la planeación estratégica facilitando la identificación de objetivos, restricciones, creando evaluaciones de desempeño e implementación de planes. Las empresas que logran la correcta implementación de *Hoshin Kanri* se ven beneficiadas con: nuevos enfoques organizacionales, mayores posibilidades de vender ideas innovadoras, mejora

canales de comunicación e involucra a los empleados. La implementación de la herramienta toma un par de semanas, siendo los pasos más relevantes (Socorrini, 2008):

- Formulación de la misión, visión y objetivos de la institución.
- Identificar las direcciones en que piensa avanzar la compañía.
- Generar objetivos estratégicos.
- Definir estrategias.
- Formulación de indicadores.
- Sentar las bases de las actividades claves.
- Seguimiento y verificación de las actividades claves.
- Revisión continua.

2.5.3.15. *Poka Yoke*

Poka Yoke es una herramienta de *Lean*, su nombre al traducirlo sería a prueba de errores. La intención es identificar y plantear formas de prevención durante las etapas de producción. El fin primordial de la herramienta a prueba de errores es la eliminación y prevención, es que la persona que utiliza el equipo puede fallar, el análisis aplica para todas actividades individuales o continuas. Las recomendaciones son elaborar la herramienta en el lugar de trabajo para considerar todos los fallos, pero siempre se debe tener en cuenta que un error se

puede generar. Lo importante es su identificación, análisis de causa y asegurar que ese mismo error no se repita, la implementación de esta herramienta requiere de siete pasos (Socorrini, 2008):

- Describir el posible error a detalle.
- Identificar los momentos y zonas más comunes en donde se produce.
- Determinar las causas.
- Revisar el procedimiento de calibración de dosis y verificar el origen del fallo.
- Identificar qué solución se puede brindar.
- Crear un dispositivo que pueda identificar posibles errores similares.
- Crear un dispositivo que alerte y prevenga la incorrecta calibración y genere pruebas previas para evitar las equivocaciones.

2.5.3.16. Las ocho disciplinas

La herramienta de las ocho disciplinas es utilizada cuando se busca obtener una solución a problemas que requieran un enfoque sistemático y debidamente documentando. Su aplicación enfoca en los problemas que aún no tienen definida una causa, clientes que por cuestiones de calidad requieren un proceso documentado y cuando la magnitud del problema requiere la participación de un equipo especializado. La implementación de la herramienta varía según las circunstancias, pero en un buen grupo de casos va de un par de días hasta una

semana, más puntualmente los pasos necesarios para ejecutar la herramienta son los siguientes (Socorrini, 2008):

- Definición del problema.
- Conformar el equipo de trabajo.
- Detallar las características del problema.
- Tomar medidas de contención.
- Identificar causa raíz del problema.
- Elaborar las posibles acciones de corrección.
- Elaborar las posibles acciones de prevención.
- Reconocimientos al equipo de trabajo.

2.5.4. Formación de equipos para *Lean*

Todo equipo que participe en la implementación de la metodología debe cumplir con características básicas lo primero es que debe diseñarse y conformarse por personas de distintos departamentos y en distintos niveles a manera de conformar un equipo de alto rendimiento. Adicionalmente estos grupos de personas deben de contar con el soporte de capacitaciones, asegurar habilidades de comunicación y que los canales funcionen en cualquier dirección, asegurar el trabajo en equipo y monitorear que ningún elemento se termine aislando. Ya que en el momento que se dejen de aprovechar los conocimientos

y experiencia de cada sujeto, la implementación de *Lean* se puede complicar hasta llegar al punto de fracaso. (Actioglobal, 2017)

2.5.5. Implementación de *Lean Manufacturing*

La forma más sencilla de implementación de la metodología es por medio de la aplicación de alguna de las herramientas que la conforman, cabe resaltar que antes de decidir qué herramientas utilizar se debe definir por parte de los mandos altos los objetivos que se buscan alcanzar con la implementación, la identificación o el estado actual de la institución y el margen de mejora. La implementación de *Lean* puede dividirse en cuatro fases, siendo la primera una fase cero o de diagnóstico de la situación con la cual se busca definir la postura o estrategia de la empresa antes los hallazgos encontrados, también en esta parte se debe definir el equipo de trabajo el cual debe conformarse por personal de distintos niveles y departamentos. La fase uno o de aplicación viene siendo una fase de asimilación y de adaptación para la nueva metodología, en esta fase es posible ver en donde se encontraba ubicada la empresa en base a sus capacidades. La segunda fase sigue con la asimilación de la metodología para todos los implicados, aunque empiece a ser necesario la definición y conformación de los procesos que deberán adoptar los distintos departamentos para afianzar la implementación de *Lean*. La última fase se centra en que *Lean Manufacturing* sea reconocida y valorada por todos los trabajadores para facilitar su aplicación y que se vuelva parte del día a día. (Salazar, 2020)

2.5.6. Beneficios de la metodología *Lean*

Para toda empresa el mantenerse competitivos en el mercado y lograr aumentar el valor de sus productos desde la perspectiva del cliente al utilizar la metodología de *Lean Manufacturing* implica una serie de beneficios:

- Incremento en la productividad, calidad, ganancias, ventas y valor de la empresa.
- Reducción de trabajos de reproceso, inventarios, tiempos de entrega y coste de producción.

El desarrollo e implementación de planes de mejora para cualquier nivel estratégico o departamento de una organización, creación de indicadores adoptados a las necesidades únicas de las empresas, desarrollar en todos los trabajadores una mentalidad de mejora continua, la optimización del manejo de todos los recursos de una compañía, la implementación de programas de producción sostenibles y mejorar la ventaja competitiva del negocio con respecto a la competencia.

2.5.7. *Lean Manufacturing* y la ergonomía

La metodología *Lean* y la ciencia de la ergonomía son disciplinas que en base a su buena aplicación pueden presentar resultados favorables donde ambas se vean beneficiadas teniendo como objetivo final un incremento en la productividad. Por el lado de *Lean*, la eliminación de excedentes en los movimientos de la operación, puestos de trabajo más ordenados y por el lado de la ergonomía se pueden obtener réditos para las perspectivas emocionales y físicas de los individuos involucrados. Esto al mejorar la carga de trabajo, disminuir urgencias por tiempos de entrega, evidenciar preocupación por la salud de las personas y mejorando la comunicación al dar la oportunidad de las personas de expresar su punto de vista respecto a los temas de ergonómica y producción. *Lean Manufacturing* cuenta con un gran número de herramientas que pueden jugar un rol de pilares al momento de buscar mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo como puede ser el orden y limpieza que promueve las 5's, la

implementación de indicadores que permitan visualizar a las personas un estado actual y como su trabajo puede beneficiar o afectar los resultados de la compañía por medio de mejorar los canales de comunicación en todos los niveles jerárquicos de la organización por medio de charlas cortas o tableros informativos. (García, 2019)

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la solución del problema, la investigación está conformada por cuatro fases, cada una relacionada con los objetivos específicos planteados y la bibliografía existente. Todo esto ordenado de una manera que facilite la interpretación y el análisis del lector indistinto de sus conocimientos técnicos del tema.

3.1. Fase 1. Revisión documental de la bibliografía existente

Recopilación de información relacionada con los temas de la investigación, tales como: industrias de plástico, ergonomía, método REBA, *Lean Manufacturing*, productividad y subtemas relacionados con los puntos previamente mencionados. Todo esto obtenido de libros y artículos de internet cuyo análisis se llevó a cabo por medio de cuadros sinópticos y resúmenes. Con la finalidad de preparar al lector y que pueda comprender el contenido de las siguientes fases del trabajo elaborado de una manera lógica y sencilla, sin necesidad de buscar material de apoyo en otras fuentes.

3.2. Fase 2. Reconocimiento de la situación

En la segunda fase se efectuó el análisis del reconocimiento de la empresa, para lo cual se analizó primero el nivel de productividad de kilogramos por mes; la información se obtuvo por medio de la observación indirecta de los registros históricos de la compañía.

Además, se recolectó información relacionada con las condiciones del área de trabajo, lo que incluyó las características del lugar, cantidad y características del equipo y mobiliario; lo que fue recopilado por medio de la observación directa y analizada en una matriz de información que permitió su interpretación. Como parte de las actividades para identificar la situación es necesario conocer la opinión de los involucrados directos del día a día; para ello se efectuaron una serie de entrevistas a todo el personal de la sección. Posteriormente también fue necesario una entrevista con el jefe del área para entender su opinión y sentir respecto a la situación de la sección de pita de polipropileno y, por último, la recolección por medio de la observación indirecta del personal ausente por problemas del tipo músculo esquelético.

Otra información relevante que se obtuvo en esta fase es el de las posturas ergonómicas adoptadas por el operador y el auxiliar. Para la obtención se procedió a la observación directa de las mismas donde se recolectaron imágenes de las posturas en las cuales se debieron marcar los ángulos que se generan en seis partes del cuerpo y proseguir con los pasos indicados en el marco teórico en el inciso Aplicación del método REBA.

Con respecto a la muestra de estudio para el trabajo de investigación se determinó que por la cantidad de personal que trabaja en la sección, siendo no mayor a 7 personas, lo más adecuado fue entrevistar al 100 % de los colaboradores y el análisis ergonómico debió ser enfocado a los puestos que se requieren para trabajar cada máquina.

3.3. Fase 3. Estimación de características esenciales de la propuesta

En la tercera fase de la investigación se analizaron las características que se debían contemplar en la propuesta, considerando todos los hallazgos efectuados en la segunda fase de la investigación que es la de reconocimiento de la situación.

Es aquí donde se da introducción a la metodología de *Lean Manufacturing*, la cual, por su amplio abanico de soluciones, fue necesario establecer un cuadro comparativo donde se encuentran todas las herramientas que conforman *Lean Manufacturing* y en el otro lado del cuadro mostrar de forma sintetizada los hallazgos de la situación, relacionando los mismos con la herramienta más adecuada.

Al delimitar el problema con una de las herramientas de la metodología *Lean Manufacturing* se procedió con el diseño de las propuestas. En el caso de las posturas ergonómicas se debió de analizar la propuesta de la postura adecuada y los requisitos en mobiliario para garantizar la misma.

3.4. Fase 4. Proyección de los beneficios

En la cuarta fase de la investigación se presenta un estimado de los beneficios que se esperan lograr en caso la propuesta de mejora de la productividad y condiciones de trabajo sea implementada en un futuro. Los beneficios que se analizaron en esta fase son: la productividad, ausentismo y postura ergonómica. Para finalizar en esta fase se evaluó la propuesta por medio de un análisis financiero con las herramientas del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La identificación de características o condiciones actuales es el primer paso para establecer cuál es la situación más llamativa y determinar sus causas con el fin de poder proponer una solución idónea.

4.1. Identificación y análisis de las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores para establecer la productividad de un año y establecer las carencias principales

Por medio del análisis de los datos históricos comprendidos de junio 2020 a mayo 2021 es posible extraer la siguiente información del área de pita de macolla, lo cual permitió conocer la productividad de la sección que se estudió en el siguiente cuadro (ver tabla XVI).

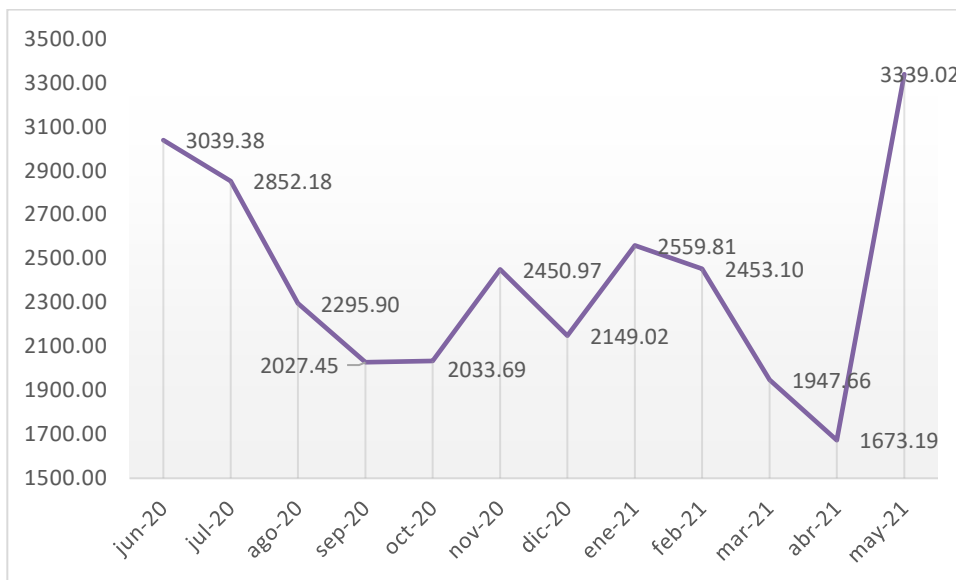
Tabla XVI. Datos producción

Mes-Año	Kilogramos	Días laborados	Kg/día
jun-20	69 906	23	3040
jul-20	77 009	27	2853
ago-20	59 694	26	2296
sep-20	50 687	25	2028
oct-20	54 910	27	2034
nov-20	58 824	24	2451
dic-20	51 577	24	2145
ene-21	61 436	24	2560
feb-21	49 062	20	2454
mar-21	52 587	27	1948
abr-21	38 484	23	1674
may-21	83 476	25	3340

Fuente: elaboración propia.

Con la información anterior se procede a elaborar una gráfica de líneas que facilite el análisis de la productividad del área con relación a los días laborados correspondientes a cada mes (ver figura 15).

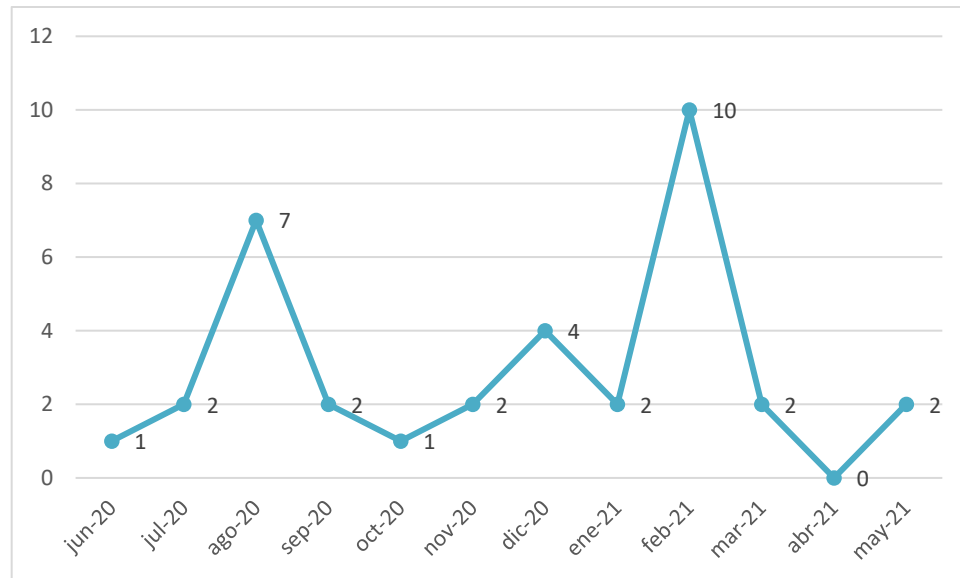
Figura 15. Productividad área de pita de macolla kg/día



Fuente: elaboración propia

Al momento de conocer la productividad es necesario traer para el análisis un factor que puede afectar la producción diaria, ya que a pesar de que la empresa puede cubrir la ausencia de una persona del área su desempeño al no estar acostumbrado a las actividades puede ser inferior, lo anterior nos lleva a conocer el número de personas ausentes por mes en el área de pita de macolla los cuales son representados en un gráfico de líneas. La información presentada corresponde a todos los tipos de ausencia y no únicamente a las ausencias por suspensiones por problemas físicos relacionados con las actividades laborales ya que no fue posible contar con esa información (ver figura 16).

Figura 16. **Registro de ausencia del personal del periodo de junio 2020 a mayo 2021**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1. **Análisis ergonómico con método REBA**

En esta sección de la investigación se analizaron las posturas que deben adoptar los trabajadores del área de pita de macolla, durante la etapa de observación directa fue posible detectar cuatro momentos clave que componen el proceso de producción cuyas posturas bien sea por duración o por la frecuencia con que se efectúan es que se decidió analizar con la herramienta ergonómica REBA.

4.1.1.1. **Operador en máquina**

La primera postura que se analizó es la del operador en turno al momento de estar utilizando la máquina con que se calcula la longitud del producto, dicha

actividad es repetitiva y requiere que el operador se esté desplazando entre dicha actividad y la sujeción del bulto que se describe más adelante.

Figura 17. **Operador en máquina**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular. Guatemala.

Tabla XVII. **Operador en máquina**

Parte	Ángulo	Valoración	Modificador	Puntuación final
Tronco	Recto	1	0	1

Continuación tabla XVII.

Cuello	0°	1	0	1
Piernas	0°	1	1	2
Puntuación A		2	0	2
Brazos	19°	1	0	1
Antebrazo	43°	2	0	2
Muñeca	12°	1	0	1
Puntuación B		1	0	1
Puntuación C		1	1	2

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.2. Operador en sujeción

La segunda postura que se analizó para la investigación. La persona que opera la máquina aprovecha el tiempo en que la máquina trabaja, para sujetar con cinta las puntas del bulto de sogas a manera de asegurar la misma. Dicha actividad también es de carácter repetitivo y requiere que el trabajador se esté desplazando de un punto a otro, aproximadamente recorre de 50 a 70 centímetros.

Figura 18. **Operador en sujeción**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular.
Guatemala.

Tabla XVIII. **Operador en sujeción**

Parte	Ángulo	Valoración	Modificador	Puntuación final
Tronco	Recto	1	0	1
Cuello	0°	1	0	1
Piernas	0°	0	2	2
Puntuación A		2	0	2

Continuación tabla XVIII.

Brazos	16°	1	1	2
Antebrazo	46°	2	0	2
Muñeca	15°	1	0	1
Puntuación B		2	0	2
Puntuación C		2	1	3

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.3. Operador en empaque

La tercera postura que se analizó tiene de protagonista al segundo operador del turno guardando los bultos de sogas en sacos. La actividad consiste en que la persona retire del cajón de madera los bultos de sogas que son depositados por parte de su compañero. La actividad de empaque es considerada una actividad repetitiva y con cambios de postura más fuertes, ya que cada saco. Se debe llenar con cinco bultos, luego se sella con cinta adhesiva y posteriormente se traslada a una tarima.

Figura 19. **Operador en empaque**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular.
Guatemala.

Tabla XIX. **Operador en empaque**

Parte	Ángulo	Valoración	Modificador	Puntuación final
Tronco	70°	4	0	4
Cuello	0°	1	0	1
Piernas	48°	1	2	3
Puntuación A		6	0	6
Brazos	56°	3	1	4
Antebrazo	75°	1	0	1
Muñeca	47°	2	1	3
Puntuación B		5	0	5
Puntuación C		8	2	10

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.4. Operador en estantería

La siguiente actividad analizada es la que efectúan los operadores cuando deben colocar los rollos de soga en las estanterías de metal, esta actividad se da con menor frecuencia, aunque igual se considera una actividad repetitiva y con la peculiaridad de que algunos rollos deben colocarse y sujetarse al rollo en curso en los niveles superiores de la estantería que tiene una altura superior de dos metros.

Figura 20. Operador en estantería



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular.
Guatemala.

Tabla XX. **Operador en estantería**

Parte	Ángulo	Valoración	Modificador	Puntuación final
Tronco	13°	2	0	2
Cuello	31°	2	0	2
Piernas	0°	0	2	2
Puntuación A		4	1	5
Brazos	110°	4	2	6
Antebrazo	143°	2	0	2
Muñeca	0°	1	0	1
Puntuación B		8	1	9
Puntuación C		10	2	12

Fuente: elaboración propia.

4.2. **Encontrar características esenciales a cumplirse para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo**

El siguiente punto de relevancia es conocer la opinión de las personas, para eso se realizaron una serie de encuestas a los trabajadores y al personal que los supervisa, la entrevista a los trabajadores estaba conformada de 12 preguntas y se cuenta con la opinión de seis personas, siendo los resultados los siguientes (ver tabla XXI).

Tabla XXI. **Resumen encuesta trabajadores**

n.º	Preguntas	Respuestas	
		Número de respuestas	
1.	¿Cómo es su relación con sus compañeros de trabajo de 1 a 10?	10	8
		5/6	1/6

Continuación tabla XXI.

2.	¿La comunicación con sus jefes es?		Buena	Puede mejorar	Escasa
			4/6	2/6	0/6
3.	¿Alguna vez consideró solicitar un cambio de área?		Sí		No
			1/6		5/6
4.	¿Motivos por los que consideraría un cambio de área?	Turnos		Esfuerzo físico	Crecimiento/Aprendizaje
		1/6		1/6	4/6
5.	¿Las condiciones de su lugar de trabajo son?	Buenas		Aceptables	Pueden mejorar
		0/6		3/6	3/6
6.	¿Considera que su salud está en riesgo, en su puesto de trabajo actual?	Sí			No
		4/6			2/6
7.	¿Al terminar su jornada de trabajo con qué frecuencia presenta dolor de cuerpo?	Siempre		A veces	Ninguna
		0/6		6/6	0/6
8.	¿Conoce un compañero que padeció alguna dolencia relacionada con el trabajo?	Sí			No
		3/6			3/6
9.	¿El mobiliario y equipo de su lugar de trabajo es?	Adecuado		Puede mejorar	Deficiente
		0/6		6/6	0/6
10.	¿Qué añadiría para mejorar el mobiliario y equipo de trabajo?		Todos coinciden en añadir herramientas o mejorar el mobiliario		
11.	¿Se encuentra satisfecho con las capacitaciones recibidas?	Sí			No
		6/6			0/6

Continuación tabla XXI.

12.	¿Cuándo fue la última vez que recibió una capacitación?	Un mes	Seis meses	Un año
		6/6	0/6	0/6

Fuente: elaboración propia.

De la entrevista efectuada al personal encargado de supervisar a los operadores se efectuaron nueve preguntas que fueron respondidas por dos personas, dando los siguientes resultados (ver tabla XXII).

Tabla XXII. **Resumen encuesta supervisores**

n.º	Preguntas	Respuestas		
		Número de respuestas		
1.	¿Cómo es su relación con el personal a su cargo de 1 a 10?	10	8	
		1/2	1/2	
2.	¿La comunicación con el personal del área es?	Buena	Puede mejorar	Escasa
		1/2	1/2	0/2
3.	¿Del área analizada, cuál considera que es un tema relevante?	Mobiliario y Equipo	Condiciones de trabajo	Capacitación
		1/2	1/2	0/2
4.	¿Le han solicitado la posibilidad de cambiar de sección?	Sí	No	
		2/2	0/2	
5.	En caso alguien solicitara un cambio de sección, ¿cuál podría ser el motivo?	Turnos	Exigencia física	Crecimiento / Aprendizaje
		2/2	0/2	0/2
6.	¿Considera que la exigencia física del área puede afectar la productividad?	Sí	No	
		2/2	0/2	

Continuación tabla XXII.

7.	¿El mobiliario y equipo del área a su criterio es el adecuado?	Sí	Puede mejorar	No
		0/2	2/2	0/2
8.	¿En términos de capacitaciones considera que el personal del área esta?	Bien	Refuerzo	Plan completo
		0/2	2/2	0/2
9.	De la pregunta anterior en caso necesiten refuerzos específicos, ¿cuáles considera que serían?	5'S, organización del área y preparar más personal		

Fuente: elaboración propia.

Para proseguir con el análisis de la situación actual se muestra un resumen del mobiliario y equipo con el que cuentan en el área de pita de macolla (ver tabla XXIII), se destaca que se cuentan con tres líneas de producción cada una con su propio equipo.

Tabla XXIII. **Mobiliario y equipo por línea de producción**

Descripción	Cantidad	Observación
Estantería de metal con divisiones de madera	1	La estantería está conformada por cinco niveles.
Bote para desperdicio en línea	1	Utilizado para depositar la pita que no se puede procesar.
Máquina	1	
Cuchillo	1	
Piedra para afilar	1	
Cajón para producto a empacar	1	Caja de madera donde se van depositando los bultos de sogá previo a ser empacados.

Fuente: elaboración propia.

4.3. Beneficios para la empresa de la propuesta de investigación por medio de la metodología *Lean Manufacturing*

Los beneficios esperados que se pueden obtener a partir del tipo de propuesta y conociendo las características de la metodología *Lean Manufacturing* son la reducción de desperdicios y movimientos innecesarios, un plan de mantenimiento a las máquinas utilizadas para determinar la longitud del producto, propuesta para reducción de tiempo por medio de cambios en mobiliario y optimización de espacios que permitan un mayor orden en el área de trabajo.

Tabla XXIV. **Beneficios y herramientas *Lean Manufacturing***

Beneficio	Herramienta
Reducción movimientos operadores	
Propuesta plan de mantenimiento	TPM
Mayor orden en área de trabajo	5´S

Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con base a la información obtenida en la recolección de datos y que se muestra en el capítulo anterior de esta investigación, se procede con un análisis de los puntos más destacados y que por medio de la metodología *Lean Manufacturing* se busca brindar una propuesta para mejorar la productividad y las condiciones de trabajo.

5.1. Identificación y análisis de las condiciones en las que se desempeñan los trabajadores para establecer la productividad de un año y establecer las carencias principales

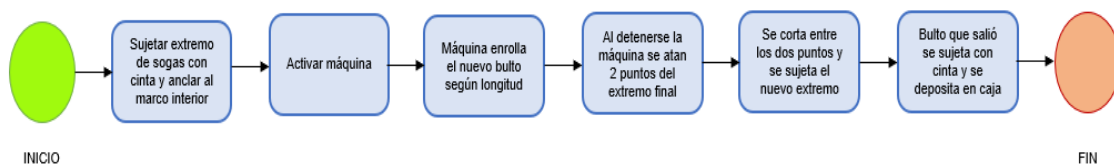
La información obtenida de la observación indirecta de los registros de productividad y del ausentismo permite evidenciar que los valores de la productividad a lo largo de un año pueden variar por motivos como son la demanda ya que al ser un producto de uso agrícola existirán temporadas de alta demanda y otras de menor demanda, las costumbres nacionales también afectan la capacidad de producción ya que se van a tener menos días para producir el trabajo.

5.1.1. Procedimiento para obtención del producto

A la sección de estudio de esta investigación se trasladan los rollos de pita que son acomodados en estanterías, el proceso requiere que se coloque una cantidad de 50 rollos en cada una, el extremo de cada rollo se pasa por unos centros de guías, pasando por un contador que permite determinar la longitud del bulto, el extremo se pasa por una polea y después de sujetarse en el marco

inferior sobre el que se enrolla el producto cuando se activa la máquina. Cuando la longitud que requiere el producto se cumple, el operador debe sujetar con cinta dos puntos de este, que se dirigen al marco previo a cortar. El producto se retira del marco posteriormente se sujeta con más cinta por la mitad y se deposita en una caja de madera. Mientras el trabajador realiza los procesos anteriormente descritos la máquina se deja funcionando con el extremo de cinta que quedó sujeto al marco inferior para repetir de forma cíclica el proceso (ver figura 21).

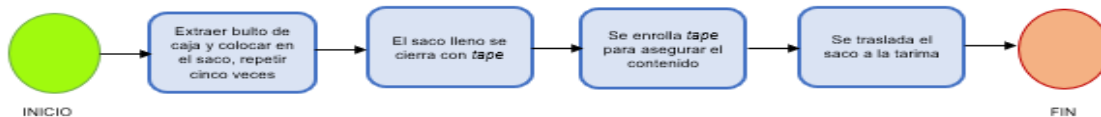
Figura 21. **Actividades operador en máquina**



Fuente: elaboración propia.

En lo que corresponde a las actividades asignadas para los procesos de empaque, la persona debe guardar 5 bultos de pita en cada saco, posteriormente debe sellar y asegurar el saco con *tape* y trasladar a la tarima (ver figura 22).

Figura 22. **Actividades operador en empaque**



Fuente: elaboración propia

Cada tarima contiene 42 sacos de cinco bultos de producto. De la observación directa y con la ayuda de un cronómetro fue posible calcular el

tiempo medio que requiere cada trabajador para cumplir con el contenido necesario por saco (ver tabla XXV).

Tabla XXV. **Tiempo medio por actividad**

Proceso	Tiempo medio por saco	Tiempo por tarima
Actividades en máquina	125 segundos	5,250 segundos
Actividades en empaque	40 segundos	1,680 segundos

Fuente: elaboración propia.

Del cuadro anterior se puede apreciar que existe una diferencia considerable de tiempo entre las actividades que pueden desempeñar ambos trabajadores ya que para cumplir con el contenido de una tarima el proceso que se realiza en la máquina se necesitan de 87 minutos en comparación con los 28 minutos que tomaría empacar y colocar en la tarima. La diferencia de 59 minutos evidencia cual es el cuello de botella en los procesos que existen en el área de pita de macolla. Esta diferencia de tiempo entre ambas actividades normalmente es cubierta, según lo que se pudo observar en procesos de documentación llenando los diferentes formatos de registros y en asegurar la continuidad de los 50 rollos de producto que se colocan en la tarima de donde se alimenta la máquina.

5.1.2. Análisis del ausentismo

Por medio de la información obtenida del ausentismo correspondiente del mes de junio de 2020 al mes de mayo de 2021 y a las conversaciones con los trabajadores del área en el transcurso de la investigación se puede evidenciar que los motivos por los que no existe ningún registro de suspensión por dolencias

físicas por una mala ergonomía en el lugar de trabajo se deben a una serie de medidas que los mismos trabajadores optaron.

En lo que refiere a las actividades en máquina y empaque los equipos de trabajo cambian de rol a medio turno a manera de disminuir el impacto de las actividades físicas de cada función.

La persona que se encarga proceso de empaque también realiza otras funciones como son el llenado de formatos o el abastecimiento de materia prima para la máquina, por lo que aprovecha estos cambios a manera de no exceder en factor tiempo una postura no natural.

A pesar de estas medidas que los mismos trabajadores adoptan es necesario buscar soluciones ya que en la entrevista para trabajadores que se mostró en el capítulo anterior en la pregunta número siete se evidencia un contundente resultado del 100 % de los trabajadores ocasionalmente terminaron su jornada de trabajo con algún padecimiento físico por las condiciones del lugar de trabajo.

5.1.3. Interpretación de resultados del método REBA

En el capítulo anterior se realizó un análisis de las posturas corporales que deben adoptar los colaboradores de la sección que es sujeta de estudio para esta investigación. Al momento de estar recolectando la información destacaban cuatro operaciones que se distinguían en el proceso y que por la repetitividad de estas o alguna condición especial se analizaron con el método ergonómico REBA dando los siguientes resultados (ver tabla XXVI).

Tabla XXVI. **Interpretación resultados método REBA**

Postura	Puntuación final	Riesgo
Operador en máquina	2	Reducido
Operador en sujeción	3	Reducido
Operador en empaque	10	Elevado
Operador en estantería	12	Muy elevado

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos de la herramienta utilizada indica que tan urgente o necesario es realizar cambios en el proceso de trabajo para disminuir el factor de riesgo de esa actividad.

Con base en la tabla anterior es evidente que las actividades que implican un mayor riesgo para los trabajadores son las de empaque al momento de embolsar el producto que proviene de la máquina y cuando están sujetando los rollos de sogas en uso con los nuevos para garantizar la continuidad del proceso, por lo cual se procederá a realizar una propuesta de solución para las dos actividades con la mayor puntuación.

5.1.3.1. Propuestas para posturas de riesgo

Con lo que respecta a la postura que los trabajadores deben adoptar para realizar el proceso de empaque lo primero es elevar el lugar de trabajo del suelo a una altura donde la persona encargada de esa tarea pueda tener su espalda recta, las piernas bien apoyadas en el suelo y sin generar un ángulo en las rodillas, el otro aspecto a cuidar sería el del objeto donde momentáneamente se depositan los bultos previo a ser empacados ya que por la capacidad del mismo el producto se acumula y al momento de extraer el producto que se encuentra en

el fondo la persona tendría que empezar a agacharse de forma seguida por lo cual es necesario cambiar las cajas por unas con un fondo más elevado.

Figura 23. **Mesa de trabajo**



Fuente: Novex Guatemala (2021). *Mesa plegable para trabajo*. Consultado el 1 de octubre de 2021. Recuperado de <https://www.novex.com.gt/producto/85943/Mesa-plegable-para-trabajo.html>.

La otra operación que presenta riesgo para los trabajadores es cuando deben amarrar el extremo del rollo en uso con uno nuevo en especial cuando el producto debe colocarse en el nivel superior de la estantería lo que los obliga a cargar el rollo de sogá por encima de su cabeza para hacer la operación, en algunos casos dependiendo de la estatura de la persona deben apoyarse en superficies no adecuadas y que están separadas de la estantería (ver figura 24). En este caso la propuesta radica en la adquisición de una escalera de 3 peldaños que facilite la operación al poder instalarse de forma sencilla y cerca de las estanterías.

Figura 24. **Propuesta de escalera**



Fuente: Novex Guatemala (2021). *Escalera de aluminio*. Consultado el 1 de octubre de 2021. Recuperado de <https://www.novex.com.gt/producto/113037/Escalera-aluminio-de-2-bandas-3-pelda%C3%B1os-150kg-lfd66al.html>.

5.2. **Encontrar características esenciales a cumplirse para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo**

Durante la etapa de recolección de datos hubo hallazgos adicionales a los niveles de producción, ausentismo y las posturas corporales, estas situaciones extras fueron cuantificadas al momento de entrevistar a las personas involucradas con la sección de pita de macolla. Dando unas características que al ser debidamente mejoradas por alguna de las herramientas que maneja la metodología *Lean Manufacturing* se pueden obtener mejores resultados en el lugar de trabajo por lo cual se sintetiza la información en el siguiente cuadro (ver tabla XXVII).

Tabla XXVII. **Características del lugar de trabajo**

Característica	Situación	Herramienta
----------------	-----------	-------------

Continuación tabla XXVII.

Mejorar el mobiliario y equipo del área	De forma contundente los entrevistados recalcaron esta necesidad, por lo cual al momento de cambiar el mobiliario es adecuado revisar la distribución de espacios, ver el flujo de trabajo.	5'S
Problemas para el cuidado del equipo de trabajo	Durante las entrevistas el personal indicó que se ven afectados cuando no logran afilar bien un cuchillo y la necesidad de equipo para lubricar la máquina.	TPM
Plan de capacitaciones	Trabajadores tienen la intención de seguir aprendiendo y crecer. mentalidad debe ser aprovechada y permitir la participación en talleres de capacitación. Los supervisores entrevistados consideran que las capacitaciones deben enfocarse en 5'S y organización del área.	5'S y TPM

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Propuesta para 5'S

Las 5'S son una de las herramientas operativas básicas de *Lean Manufacturing*, su implementación requiere de la participación de todos los colaboradores en la organización. Durante la recolección de información fue posible observar y documentar que en el área hace falta esta herramienta.

Figura 25. **Ubicación de rollos**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular. Guatemala.

De la anterior imagen se debe destacar el desorden que ocasionan los rollos de sogas al no estar ubicados en su respectiva estantería, en este caso el problema se origina en una planificación no adecuada de los requisitos que debía cumplir el mobiliario para colocar los 50 rollos que son utilizados en la máquina. Adicionalmente en la esquina inferior se puede apreciar un tramo de sogas que no fue debidamente desechada en el contenedor que tienen por cada línea de producción.

Figura 26. **Falta de limpieza periódica**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular.
Guatemala.

También se puede evidenciar la falta de limpieza de forma diaria (ver imagen 26). Ya que se puede apreciar rastros de acumulación de polvo en la guarda de las partes móviles del motor, al igual que excesos de lubricación en uno de los ejes.

Figura 27. **Incorrecta disposición de materiales**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular. Guatemala.

Culturalmente se tiene una mala predisposición para el manejo de los excedentes y esto se puede ver (ver figura 27) en que el operador en turno al momento de terminar de usar tres rollos de cinta no desechó los mismos en un contenedor, también el desorden en la parte derecha de la foto donde tienen en uso dos rollos de cinta de forma innecesaria ya que los procedimientos de trabajo se pueden efectuar con una sola y también la mala ubicación del cuchillo el cual fue dejado encima del mueble a pesar que cuenta con un espacio designado para ser guardado aún lado del panel de control de la máquina.

Con base a la evidencia visual recolectada es posible ver que la aplicación de esta herramienta va a requerir de varias capacitaciones, buena voluntad de todos los involucrados ya que para adoptar una buena costumbre es necesario disponer de tiempo para crear el hábito.

Al tratarse de una propuesta el enfoque, de esta investigación va a estar en tres de las 5´S, siendo estas: seleccionar, organizar y limpiar. Para poder pasar a la siguiente etapa se debe aprobar la evaluación que existe para cada etapa.

5.2.1.1. Aspectos preliminares 5´S

Previo a iniciar con el planteamiento de la propuesta es necesario conocer cuál es la situación actual, identificar que tan acostumbrados están a realizar actividades de limpieza, recolectar evidencia visual para mostrar cuales son los puntos de mejora y en base a lo anterior plantear los planes de capacitación a todos los colaboradores de la organización.

5.2.1.2. Seleccionar

La primera etapa de la herramienta tiene la finalidad de identificar cada objeto en el lugar de trabajo e identificar si el mismo es útil o no para las actividades que se deben desempeñar, teniendo que realizarse las siguientes tareas:

- Dividir los objetos encontrados entre útiles y no útiles.
- Objetos útiles se colocan en un lugar adecuado para su uso.
- Objetos no útiles son desechados, reciclados o trasladados a otra área que sí los vaya a utilizar.
- Objetos que se quedaron se deben volver a clasificar según la repetitividad de veces que se requieran.
- Monitoreo para prevenir objetos no útiles en el lugar de trabajo.

Los objetos que reciban la clasificación de no útiles deben ser identificados con un formato especial que detalle la fecha en que fue encontrado, nombre de

la persona, lugar donde fue encontrado, nombre del objeto y en qué cantidad y que se hizo con el elemento (ver apéndice 6).

Antes de iniciar la siguiente etapa de las 5'S es necesario valorar la situación en que se encuentra el lugar de trabajo. La calificación se obtendrá según el cumplimiento de cinco preguntas cada una con una ponderación de 20 unidades, la nota de aprobación es de 80 puntos en adelante siempre y cuando el punto que se está incumpliendo tenga un plan de acción (ver apéndice 7).

5.2.1.3. Organizar

La segunda etapa busca identificar un espacio adecuado para cada objeto que fue clasificado como útil y asignarle una ubicación según las veces que sea requerido para determinar la distancia del lugar de trabajo, las tareas claves de esta etapa son:

- Evaluar la frecuencia de uso de los objetos útiles.
- Delimitar límites para cada objeto.
- Delimitar los límites para caminamientos.
- Definir un lugar adecuado y colocar los objetos ahí.
- Validar que cada objeto tenga un lugar asignado.

Como se pudo apreciar en la (figura 27). Los objetos utilizados para empaque se ubican al aire libre lo que los expone al polvo o que se extravíen, tampoco se cuenta con un control que evite tener más de un objeto en uso. Por lo que es recomendable adquirir un recipiente donde se pueda resguardar estos materiales y de paso separar lo que está en uso del material nuevo.

Para la etapa de organizar también se deberá contar con una evaluación que verifique el cumplimiento de las actividades, la aprobación requerirá de una nota de 80 puntos y un plan de acción en caso se falle con alguna de las preguntas (ver apéndice 8).

Figura 28. **Recipiente para almacenar material de trabajo**



Fuente: Office Depot (2021). *Archivero plástico*. Consultado el 1 de octubre de 2021.

Recuperado de <https://www.officedepot.com.gt/officedepotGuatemala/en/Cajas-de-pl%C3%A1stico/ARCHIVERO-%28PLASTICO%2C-NEGRO%2C-3-NIVELES%29/p/4192>.

5.2.1.4. Limpiar

La tercera actividad de la herramienta consiste en la inspección visual del lugar de trabajo para verificar que no exista ninguna suciedad y en caso de encontrar algo se proceda a limpiar, las tareas claves para esta etapa son:

- Volver la limpieza una actividad diaria.
- Realizar actividades de monitoreo en búsqueda de suciedad.
- Identificar las causas de los puntos de suciedad más frecuente para buscar una solución de raíz.
- Generar actividades que permitan validar que cada espacio se encuentra libre de suciedad o contaminantes.

A continuación, se presenta un formato base que pueden utilizar los trabajadores del área con las actividades claves que requieren atención a manera de crear día a día la costumbre en los operadores de la sección de pita de macolla.

Figura 29. **Propuesta de *check-list* para limpieza**

Check list para limpieza en la Sección de pita de macolla			
Fecha:			
Actividad	Se realizó	No se realizó	Firma responsable
Limpieza de estanterías			
Barrer el piso de la sección de trabajo			
Extracción de basura de basureros			
Guardar material de trabajo en su lugar			
Limpieza de polvo en máquina			
Limpieza de grasa en máquina			
Limpieza de mesa de trabajo			
Firma Supervisor			

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Propuesta para TPM

Con lo que respecta a la propuesta de Mantenimiento Productivo Total para la sección de pita de macolla que es el lugar donde se realiza esta investigación, se cuenta con una actividad simple donde un motor eléctrico por medio de sus ejes fajas y poleas logran generar que un marco de metal se mueva y la sogá se enrolle hasta obtener determinada longitud, donde acto seguido el sistema se detiene.

5.2.2.1. Partes claves de la máquina

- Centro de las guías para la sogá
- Contador
- Marco
 - Polea
 - Cadena
 - Marco de enredamiento de pita
- Poleas
- Ejes
- Fajas
- Motor
- Panel de control
 - Contador
 - Ajuste de velocidad
 - Botón de reset
 - Botón de inicio
 - Botón de pausa

Figura 30. **Partes claves de la máquina**



Fuente: [Fotografía de José Samayoa]. (Villa Nueva, Guatemala. 2021). Colección particular. Guatemala.

Por la amplitud de pilares que utiliza el TPM para la propuesta que se va a plantear en esta investigación, se utilizará lo que se conoce como mantenimiento autónomo ya que el primer paso es mejorar las condiciones de trabajo por lo cual se debe mejorar las condiciones de la maquinaria, aprovechando la disposición de los operadores el capacitarlos para poder detectar y prevenir algún posible fallo en la máquina que pueda afectar el ritmo de producción. el mantenimiento Autónomo se basa en tres objetivos: prevenir deterioro, restaurar el equipo y establecer condiciones para mantener las condiciones idóneas.

Las actividades que realizan los trabajadores en relación con su máquina cuando se habla de mantenimiento autónomo son aquellas que se dan en el día

a día, dichas actividades deben estandarizarse por lo cual la persona debe recibir un entrenamiento especializado.

Siguiendo un orden lógico el primer paso para establecer la propuesta de mantenimiento autónomo en las máquinas utilizadas en la sección de pita de macolla.

- Una capacitación inicial con los operadores sobre la herramienta a implementar, expresando qué se espera de ellos, cómo se van a ver beneficiados.
- Una capacitación de seguridad donde ellos puedan aprender de los riesgos que implica manipular más de cerca la maquinaria, donde se puede aprovechar a evaluar el conocimiento técnico que tienen de su máquina.
- La estandarización de los procesos necesarios para las actividades de revisión y prevención por medio de las lecciones de un punto.

Figura 31. Propuesta de formato lección de un punto

LECCIÓN DE UN PUNTO	
FECHA	ELABORADO POR:
MÁQUINA	NÚMERO CORRELATIVO:
TÍTULO:	
OBJETIVO DE LA LECCIÓN:	

Fuente: elaboración propia con base en Ingeniería Industrial Online (2019). Lección de un punto. Consultado el 10 de octubre de 2021. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/leccion-de-un-punto-lup-opl/>.

El siguiente paso en el proceso de aprendizaje hace necesario que la máquina se deba limpiar adecuadamente de todo rastro de polvo y grasa a manera que los trabajadores puedan revisar a profundidad el equipo a manera de desarrollar:

- Hábitos de limpieza diarios.
- Aprender a reconocer el estado de cada pieza a manera de poder alertar a tiempo cualquier anomalía que se encuentre durante la limpieza.

- Por medio del conocimiento técnico comprender el nivel de efecto que puede presentar cualquier desperfecto.
- Identificar defectos y sus distintos tipos: calidad, seguridad, fuente de contaminación, difícil acceso, obsoleto y condiciones básicas.

De los beneficios del paso anterior es una maquina limpia que permita observar con mayor facilidad los defectos, los operadores deben seguir en un proceso de capacitación donde desarrollen las habilidades necesarias para reconocer un defecto y analizar cuál es la causa raíz de este a manera de obtener una solución definitiva. Los beneficios de solucionar los problemas de forma definitiva es que se podrá mantener la máquina en mejores condiciones.

El último paso que se trata en la propuesta de mantenimiento autónomo será la etapa de estandarización de actividades a manera que todos los procesos puedan ser aplicados por igual en cualquier máquina y por cualquier persona siguiendo una serie de pasos simples, pero efectivos.

Dentro de las actividades a estandarizar también se debe tomar en cuenta las actividades de lubricación, dichas actividades podrán ser desempeñadas por los operadores únicamente cuando el equipo de mantenimiento finalice una capacitación enfocada en la lubricación donde se aborden los temas de:

- Cuál es el lubricante correcto para cada pieza.
- Lugar correcto para aplicar el lubricante.
- Cantidad exacta para evitar desperdicios o retrabajos.
- Frecuencia con que se debe realizar la actividad, la frecuencia de lubricación relacionadas con el mantenimiento autónomo no debe ser mayores a 30 días.

Una forma sencilla de iniciar con las actividades de mantenimiento autónomo es por medio de una lista de verificación (ver figura 32) que permita a los trabajadores y conforme pasa el tiempo adaptándose a las nuevas actividades, algunas de estas actividades guardaran mucha relación con actividades de otras herramientas de *Lean Manufacturing*.

Figura 32. **Lista de verificación para mantenimiento autónomo**

Check list para limpieza en la sección de pita de macolla			
Fecha:			
Actividad	Se realizó	No se realizó	Firma responsable
Limpieza de estanterías			
Barrer el piso de la sección de trabajo			
Extracción de basura de basureros			
Guardar material de trabajo en su lugar			
Limpieza de polvo en máquina			
Limpieza de grasa en máquina			
Limpieza de mesa de trabajo			
Firma Supervisor			

Fuente: elaboración propia.

5.3. **Beneficios para la empresa de la propuesta de investigación**

De lo planteado en la propuesta se van a tener beneficios por parte de las herramientas de *Lean Manufacturing* y de igual forma se deberán realizar inversiones para la adquisición de mobiliario y equipo. Otros aspectos favorables que pueden relacionarse con la propuesta es mejorar las condiciones y posturas de los trabajadores, además de mantener el sentido de pertenencia de los trabajadores con la empresa.

- El beneficio estimado en la productividad se esperaría que fuera en un ahorro de tiempo al mejorar las condiciones en las posturas al momento de preparar el siguiente rollo y al momento de empacar el producto final, ahorro de tiempo al momento de buscar algún documento o material de trabajo, el cual podría ser del 1 % efectivo de los trabajadores en un mes.
- Para el ausentismo, afortunadamente durante el tiempo que se realizó esta investigación no se registra información relacionada de un colaborador del área que faltara por problemas musculoesqueléticos, por lo cual es necesario mantener ese número y únicamente a manera de seguimiento por medio de una encuesta en caso se implementaran los cambios monitorear si los trabajadores siguen presentado eventualmente algún malestar físico por las posturas que adoptan a lo largo de la jornada de trabajo.
- Las posturas ergonómicas que deben adoptar los colaboradores en un ambiente idóneo son de: la espalda en un ángulo recto, el cuello no debe inclinarse más de 20°, las piernas deben de estar apoyadas ambas en el suelo y sin una flexión en las rodillas mayor de 30°, los brazos no deben tener un ángulo mayor de 20° respecto a la vertical, el antebrazo debe encontrarse entre 60° y 100° con relación al brazo y por último las muñecas no deben exceder de un ángulo mayor de 15°.

5.3.1. Beneficios

En lo relacionado con la herramienta de las 5'S los aspectos positivos que puede generar en una empresa es el ahorro de tiempo en momentos de buscar un documento, actividades de limpieza ya que es más sencillo limpiar cuando no se deja acumular la suciedad, la sensación de bienestar de trabajar en un lugar

ordenado y limpio, los procesos de producción son de mejor calidad y la optimización de los espacios de trabajo también puede verse favorecida. El beneficio esperado en tiempo de trabajo de los operadores sería de un 1 % ya que los cambios no afectarían drásticamente los procesos.

La segunda parte de los beneficios proviene de la herramienta TPM en específico con lo relacionado con el mantenimiento autónomo donde se puede mencionar: capacitar a los operadores para detectar problemas y evitar paros mayores, mantener el equipo en condiciones óptimas previniendo el deterioro, estandarización de procesos, creación de controles visuales para monitorear el estado de partes claves de la máquina y solucionar de raíz los problemas existentes en el equipo. Al momento de realizar el análisis financiero se considerará como beneficio por mes al no tener que cambiar de máquina por fallos mayores un .69 % de ahorro en el tiempo de producción que corresponde a 2 horas de trabajo necesarias para trasladar, montar y poner en funcionamiento el equipo, esto según los registros del área.

Tabla XXVIII. **Beneficios herramientas utilizadas**

Herramienta	Beneficio	Tiempo ahorrado mensual
5'S	1 %	2 horas con 52 minutos
TPM	.69 %	1 hora con 58 minutos

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Inversión en adquisición de mobiliario y equipo

La propuesta requiere en gran medida de la inversión de tiempo en capacitaciones lo que hace necesario que se deban organizar los equipos de trabajo de una forma rotativa a manera de que la persona que se encuentra en

el rol de empaque asista a las charlas mientras que su compañero sigue operando la máquina. Con lo que respecta a la compra de mobiliario y equipo se tiene el siguiente recuadro (ver tabla XXVIII).

Tabla XXIX. **Costo de mobiliario y equipo**

Elemento	Costo en quetzales
Mesa de trabajo	150.00
Escalera	385.00
Archivero plástico	339.00
Total	874.00

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Análisis financiero

Para el cálculo de los beneficios se estima un ahorro en el tiempo de producción el cual por día es de ocho horas ordinarias más cuatro horas extraordinarias, la cantidad mensual se basará en una jornada de seis días por semana y un mes de cuatro semanas. Por fines de confidencialidad únicamente se conoce el salario de los colaboradores del área el cual es el salario mínimo. Con la finalidad de simplificar los cálculos el salario nominal se sumó con el extraordinario y se dividió entre el total de horas trabajadas en un mes. El porcentaje de ahorro en el tiempo corresponde a un uno por ciento de las 5'S y .69 % de un hipotético ahorro al no tener que cambiar de máquina por desperfectos gracias a la herramienta TPM.

Lo que nos da un ahorro de tiempo de 1.69 % que al relacionarlo con las horas de trabajo de un mes calendario en una jornada de 12 horas por seis días a la semana da un beneficio de 4.86 horas al mes.

Tabla XXX. **Cálculo de beneficios de la mano de obra**

Descripción del beneficio	Valores
Horas de trabajo por mes	288 horas
Salario promedio (ordinario y extraordinario) por hora trabajada	Q20.01

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los egresos únicamente está el precio del mobiliario y equipo que debería de efectuarse al principio con un monto de Q874.00. La tasa de interés activa de 12.16 % anual que al convertir en mensual da un monto de 0.9608 % para el mes de septiembre según los datos del Banco de Guatemala, el período de inversión será en meses con una duración de un año para un total de 12 mensualidades.

- Período de Recuperación de Inversiones: para los cálculos del análisis del PRI se realiza una sumatoria del flujo neto de efectivo de cada mensualidad hasta que el FNE sea superior a la inversión inicial.
- La fórmula del PRI indica que a la inversión inicial se le debe restar el FNE previo a la recuperación, el valor obtenido se divide entre el FNE del siguiente período y por último se le suma el período previo a la recuperación.

Figura 33. Cálculos Período de Recuperación de Inversiones

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beneficio		Q97.39	Q97.39	Q97.39	Q97.39	Q97.39	Q97.39	Q97.39	Q97.39	Q97.39
FNE acumulado		Q97.39	Q194.78	Q292.17	Q389.56	Q486.95	Q584.34	Q681.73	Q779.12	Q876.51
Inversión inicial	-Q874.00									

$$PRI = ((A-B)/C) + D$$

A= 874
B=779.12
C=876.51
D=8

$$PRI = (874 - 779.12) / 876.51 + 8$$

$$PRI = 8.108 \text{ meses}$$

$$.108 * 30 = 3.24$$

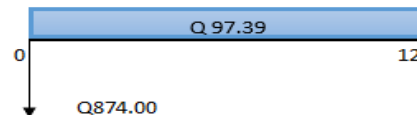
$$PRI = 8 \text{ meses y 3 días}$$

Fuente: elaboración propia.

- Tasa Interna de Retorno: para los cálculos del análisis del Valor Presente Neto se usó la fórmula de VA de una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

Figura 34. Cálculos Tasa Interna de Retorno

Datos	Descripción
-874.00	Inversión inicial
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
97.39	Beneficios mensuales
5%	TIR



Fuente: elaboración propia.

- Análisis Beneficio/Costo: los beneficios mensuales de un año se convierten con la fórmula del VNA en un valor presente el cual se divide entre el costo de inversión.

Figura 35. **Análisis Beneficio/Costo**

Tasa	0.96 %	
Período	Flujo Neto	
0	874.00	Inversión inicial
1	97.39	
2	97.39	
3	97.39	
4	97.39	
5	97.39	
6	97.39	
7	97.39	
8	97.39	
9	97.39	
10	97.39	
11	97.39	
12	97.39	

Beneficios VPN	Q1.098.85
Costos	Q874.00

Beneficio/costo	1.26
-----------------	------

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos al utilizar las fórmulas que se encuentran en las hojas de cálculo de Microsoft Excel se obtuvieron los siguientes valores.

Tabla XXXI. **Resultados análisis financiero**

Tipo de cálculo			Resultado
Periodo de Recuperación de Inversiones			8 meses con 3 días
Tasa Interna de Retorno			5 %
Análisis Beneficio/Costo			1.26

Fuente: elaboración propia.

En base a los resultados obtenidos se puede evidenciar que la propuesta puede ser aceptada ya que la inversión que se requiere se recupera antes del primer año, pero indistinto de los resultados una propuesta de este tipo que busca el beneficio de las condiciones de trabajo de las personas con el fin de garantizar su salud y seguridad, con el pasar del tiempo puede dar una imagen favorable a

la empresa de parte de sus mismos colaboradores y de paso la empresa también contará con personas comprometidas con los objetivos del negocio.

Adicionalmente al comparar los beneficios estimados de la propuesta con algunos de los estudios externos, la mejora ergonómica de las posturas de trabajo puede brindar una disminución en la insatisfacción laboral, reducción de dolores del tipo musculo esquelético y una mejora en la calidad de vida similar a lo que consiguió (Reyes, 2018). En lo relacionado a las herramientas de *Lean Manufacturing* es posible que el 1 % estimado para 5'S en caso de una implementación pueda dar un mejor resultado como los de la investigación de Espinoza (2019). O distintos ahorros al momento de lograr aprovechar los beneficios de más de una herramienta, en este caso 5'S y TPM en cuyo caso la comparación más cercana sería la de Sarmiento (2018).

CONCLUSIONES

1. Se presenta una propuesta de mejora que se fundamenta en tres pilares: el primero es la mejora ergonómica en dos de las funciones claves del proceso por medio de la adquisición de mobiliario, el segundo es un plan para empezar a trabajar de una manera más organizada al buscar un cambio en la mentalidad de los trabajadores gracias a las herramientas de las 5´S, el cual debería permitir un ahorro del 1 % del tiempo disponible al mes y el tercer pilar consiste en un adecuado cuidado, inspecciones y mantenimiento de la máquina para maximizar su tiempo de operación al reducir las probabilidades de un fallo crítico y el ahorro de aproximadamente de dos horas de trabajo al no tener que montar el producto en otra línea.
2. Las condiciones del proceso son bastante simples, lo que ocasionó que las personas se adaptaran al proceso. En la productividad se aprecia variaciones ya que el producto es de uso agrícola, los cuales tienen su temporada de alta y baja. Las carencias de un mobiliario adecuado para las actividades de mayor riesgo y programas para dotar de mejores habilidades en el cuidado de su espacio de trabajo, insumos y herramientas.
3. Se definen las características que debe cumplir la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad y las condiciones del lugar de trabajo como básicas ya que se pudo evidenciar carencias en el orden y limpieza del área. El cuidado de todo su equipo ya que se pudo apreciar suciedad y exceso de lubricación. Por lo cual hasta que no se dispongan

de mejores condiciones básicas sería un retrabajo el analizar los tiempos actuales de cada proceso de producción.

4. Los beneficios de la propuesta van desde generar un sentimiento de pertenencia con la empresa. El cuidado de la salud de los trabajadores puede permitirles rendir al ritmo esperado lo que favorece la productividad. Las capacitaciones para los trabajadores de manera que puedan cuidar y detectar en tiempo situaciones anómalas que afecten el proceso de producción.

RECOMENDACIONES

1. Las propuestas para mejorar las posturas de trabajo, con la herramienta REBA como último paso contempla una validación a manera de asegurar que el nivel de riesgo sea bajo.
2. En la herramienta de TPM al iniciar el mantenimiento autónomo algo esencial es que los trabajadores aprendan a lubricar adecuadamente de forma que en ningún momento se den excesos que deban limpiarse o que contaminen el producto.
3. Para la recolección de información que sustenta esta investigación se podía apreciar una idea lógica y sencilla que se relaciona con el orden y limpieza de la herramienta 5´S, el cual da a entender que la manera más fácil de limpiar es no desordenando y no descuidar la actividad ya que al momento de que se deja hacer, el acto de limpiar no solo se vuelve más tedioso, sino que toma más tiempo.
4. La propuesta de mejora incluye una serie de formatos, en el caso de implementar la propuesta es necesario verificar la funcionalidad de los formatos y la opinión de los trabajadores que los utilicen para hacer cambios, esto en el marco de la mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Actioglobal. (2017). *No team, No Lean*. Recuperado de <https://actioglobal.com/es/no-team-no-lean/>.
2. Aiteco. (s. f.). *Historia de la calidad de la inspección a la excelencia*. Recuperado de <https://www.aiteco.com/historia-de-la-calidad/#:~:text=La%20historia%20de%20la%20calidad,de%20excelencia%20en%20la%20gesti%C3%B3n.&text=Aplicado%20originalmente%20a%20procesos%20industriales,otras%20administrativas%20y%20de%20servicios>.
3. Apushón, M. (2019). *Incremento de la productividad del Área de Costura de la línea de producción de calzado escolar en el segmento femenino en Plasticaucho Industrial S.A. Utilizando la metodología de Manufactura Esbelta* (tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19986/1/CD-9349.pdf>.
4. Arrizabalaga, A. (2017). *Mejora-de-la-productividad y competitividad lean manufacturing y lean office*. Recuperado de <https://arrizabalagauriarte.com/mejora-de-la-productividad-y-competitividad-lean-manufacturing-y-lean-office/>.

5. Asociación de Exportadores de Guatemala. (2017). *Comisión de plásticos*. Recuperado de <https://export.com.gt/publico/comision-de-plasticos>.
6. Borja. (2020). *Indicadores de gestión de mantenimiento industrial, para alcanzar tus objetivos*. Recuperado de <https://www.datadec.es/blog/indicadores-gestion-mantenimiento-industrial>.
7. Cámara Argentina de la Industria plástica. (2019). *Tipos de plásticos*. Recuperado de <https://www.caip.org.ar/tipos-de-plasticos/>.
8. Cañas, J. (2011). *Ergonomía en los sistemas de trabajo*. Granada. España, España: Blanca Impresores S.L.
9. Chase, R. y Jacobs, R. (2007). *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*. (12.^a edición). México D. F., México: Mc Graw – Hill.
10. CuídatePlus. (2017). *¿Qué es la ergonomía y cómo afecta a la salud y al rendimiento laboral?*. Recuperado de <https://cuidateplus.marca.com/salud-laboral/2017/10/15/-ergonomia-afecta-salud-rendimiento-laboral-145816.html>.
11. Curiosoando. (2018). *¿Qué propiedades tiene el polipropileno y para qué se utiliza?*. Recuperado de <https://curiosoando.com/que-propiedades-tiene-el-polipropileno-y-para-que-se-utiliza>.

12. D'Alessio, F. (2004). *Administración y dirección de la producción. Enfoque estratégico y de calidad*. (2.^a edición). México D. F., México: Pearson.
13. Economipedia. (2017). *Productividad*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>.
14. El método Lean. (2020). *Análisis de cuello de botella (toc)*. Recuperado de <https://elmetodolean.com/que-es-analisis-cuello-botella-lean-manufa>.
15. Espinoza, A. (2019). *Propuesta de mejora continua en el proceso de producción de una planta de plásticos mediante la metodología PDCA y Manufactura Esbelta* (tesis de maestría). Pontifica Universidad Católica del Perú, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15595>.
16. Excellence Management. (2016). *Fundamentos del proceso de inyección de plásticos*. Recuperado de <https://excelencemanagement.wordpress.com/2016/12/13/fundamentos-del-proceso-de-inyeccion-de-plasticos/>.
17. Fernández, H. (s. f.). *Que es la productividad*. Recuperado de <https://eonomiatic.com/que-es-la-productividad/>.
18. Flores, R. (26 de octubre, 2010). Definición de mejora continua. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>.

19. García, D. (2019). *Lean Management y la reducción de los riesgos psicosociales*. Recuperado de <https://prevencionar.com/2019/10/28/lean-management-y-la-reduccion-de-los-riesgos-psicosociales/>.
20. García, S. (2017). *Que es el Gemba*. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-el-gemba-sergi-prieto-garcia>.
21. González, P. (16 de febrero, 2015). 5 estrategias para mejorar la productividad en tú empresa. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.billin.net/blog/cinco-estrategias-para-mejorar-la-productividad-en-tu-empresa/>.
22. Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3.^a edición). México D. F., México: Mc Graw – Hill.
23. Heflo. (2015). *Mejora continua*. Recuperado de <https://www.heflo.com/es/definiciones/mejora-continua/>.
24. Jimeno, B. (2013). *Ciclo PDCA: El círculo de Deming de la mejora continua*. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>.
25. Jones, D. y Womack, J. (2012). *Lean Thinking. Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. (2.^a edición). Barcelona, España: Ediciones Gestión 200.

26. Lean Manufacturing 10. (s. f.). *Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y como realizarlo*. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>.
27. López, J. (2018). *Propuesta para el incremento de la productividad de los procesos de descascarillado y refinado en la línea artesanal de producción de chocolates Don Eli, basado en un estudio de tiempos y movimientos* (tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19418/1/CD-8806.pdf>.
28. Martínez, V. (2012). *Ergonomía en trabajos de oficina*. Recuperado de <https://prevencionar.com/2012/02/28/ergonomia-en-trabajos-de-oficina/>.
29. Morillo, D. (2017). *Impacto en la productividad de la planta de sanitarios de Franz Viegner Ecuador de la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta en su proceso de Manufactura* (tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18812/1/CD-8199.pdf>.
30. Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México DF, México: Mc Graw – Hill.

31. OBS Business School. (s. f.). *Indicadores de productividad*. Recuperado de <https://obsbusiness.school/es/blog-project-management/project-management/indicadores-de-productividad-algunos-ejemplos>.
32. Oliveira, W. (2017). *Los indicadores de productividad dan la medida exacta de la eficacia y eficiencia de los procesos en las empresas*. Recuperado de <https://www.heflo.com/es/blog/gestion-de-empresas/indicadores-productividad/#:~:text=Los%20indicadores%20de%20productividad%20son,producto%20o%20servicio%20en%20particular>.
33. PDHA Home. (s.f.). *Método Jidoka*. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/metodo-jidoka/>.
34. Prevencionar. (2014). *La ergonomía y la productividad una relación demostrada*. Recuperado de <https://prevencionar.com/2014/06/08/la-ergonomia-y-la-productividad-una-relacion-demostrada/>.
35. Progressa Lean. (2014). *¿Qué es SMED?*. Recuperado de <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>.
36. Ramírez, C. (2006). *Ergonomía y productividad*. (2.^a edición). México D. F., México: Limusa.
37. Reyes, A. (2018). *Intervención ergonómica en puestos de trabajo de la Empresa de Bujías "Nefthalí Martínez"* (tesis de maestría). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Recuperado de

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10921/Tesis%20Armando%20Reyes%20Arbolaez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

38. Salazar, B. (2019). *Andon: control visual*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/andon-control-visual/>.
39. Salazar, L. (2020). *Que es Lean Manufacturing*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/>.
40. Sánchez, R. (2019). *Rediseño del proceso productivo de la empresa Industrias y Negocios Piccoli S.R.L. Utilizando herramientas Lean para el incremento de la productividad* (tesis de maestría). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. Recuperado de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2367/1/TM_SanchezAcu%c3%b1aRoxana.pdf.
41. Sarmiento, C. (2018). *Incremento de la productividad en el área de producción de la empresa Mundiplast mediante un sistema de producción esbelto Lean Manufacturing* (tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19424/1/CD-8814.pdf>.
42. Significados. (2019). *Productividad*. Recuperado de <https://www.significados.com/productividad/>.

43. Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso*. México D. F., México: Norma.
44. Tecnología de los plásticos. (15 de marzo, 2011). Extrusión de materiales plásticos. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/03/extrusion-de-materiales-plasticos.html>.
45. Todo en polímeros. (2016). *Procesos de extrusión*. Recuperado de <https://todoenpolimeros.com/procesos-de-extrusion/>.
46. Todo en polímeros. (2016). *Polipropileno y la vida diaria*. Recuperado de todoenpolimeros.com/2016/08/01/el-polipropileno-y-la-vida-diaria/.
47. Touron, J. (2016). *Lean Manufacturing*. Recuperado de <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/#:~:text=El%20Lean%20Manufacturing%2C%20o%20tambi%C3%A9n,tipo%20de%20valor%20al%20proceso>.
48. Universidad Politécnica de Valencia. (2015). *Métodos de evaluación de la ergonomía de los puestos de trabajo*. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos-evaluacion-ergonomica.html>.
49. Vilchez, A. M. (2020). *Diseño e implementación de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Industrias APM S.R.L* (tesis de licenciatura). Repositorio de la

Universidad Privada del Norte, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24861>.

50. Voces en el Fénix. (2013). *Industria transformadora plástica*. Recuperado de <https://www.vocesenelfenix.com/content/industria-transformadora-pl%C3%A1stica-caracter%C3%ADsticas-y-situaci%C3%B3n-actual>.
51. Workmeter. (2017). *Como mejorar la productividad laboral*. Recuperado de <https://es.workmeter.com/blog/como-mejorar-la-productividad-laboral>.

APÉNDICES

Apéndice 1. Encuesta para trabajadores



ENCUESTA PARA TRABAJADORES

Finalidad: conocer su opinión respecto a las condiciones que se presentan en su lugar de trabajo. Esto con la finalidad de proponer soluciones.

1. ¿Cómo es su relación con sus compañeros de trabajo de 1 a 10?
2. ¿La comunicación con sus jefes es?
Buena Se puede mejorar Escasa
3. ¿Alguna vez considero solicitar un cambio de área?
Sí No
4. ¿Motivos por los que consideraría un cambio de área?
Turnos Esfuerzo físico Crecimiento/Aprendizaje
5. ¿Las condiciones de su lugar de trabajo son?
Buenas Aceptables Se pueden mejorar
6. ¿Considera que su salud está en riesgo, en su puesto de trabajo actual?
Sí No
7. ¿Al terminar su jornada de trabajo con qué frecuencia presenta dolor de cuerpo?
Siempre A veces Ninguna
8. ¿Conoce un compañero que padeció alguna dolencia relacionada con el trabajo?
Sí No
9. ¿El mobiliario y equipo de su lugar de trabajo es?
Adecuado Se puede mejorar Deficiente
10. ¿Qué añadiría para mejorar el mobiliario y equipo de trabajo?
11. ¿Se encuentra satisfecho con las capacitaciones recibidas?
Sí No
12. ¿Cuándo fue la última vez que recibió una capacitación?
Un mes Seis meses Un año

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Encuesta para supervisores



CUESTIONARIO PARA LÍDERES DE ÁREA

Finalidad: conocer su opinión respecto a temas básicos relacionados con el personal y las condiciones del Área de Macolla y evaluar su opinión con la de los trabajadores

1. ¿Cómo es su relación con el personal a su cargo de 1 a 10?
2. ¿La comunicación con el personal del área es?
Buena Se trabaja en mejorar Escasa
3. ¿Del área analizada, cuál considera que es un tema relevante?
Mobiliario y equipo Condiciones de trabajo (ergonomía, luz y temperatura)
Capacitaciones Otros: _____
4. ¿Le han solicitado la posibilidad de cambiar de sección?
Sí No
5. En caso alguien solicitara un cambio de sección, ¿Cuál podría ser el motivo?
Turnos Exigencia física Crecimiento/Aprendizaje
6. ¿Considera que la exigencia física del área puede afectar la productividad?
Sí No
7. ¿El mobiliario y equipo del área a su criterio es el adecuado?
Sí Se puede mejorar Deficiente
8. ¿En términos de capacitaciones considera que el personal del área esta?
Bien Necesitan refuerzos
Necesitan un plan de capacitación completo
9. De la pregunta anterior en caso necesiten refuerzos específicos ¿Cuáles considera que serían?

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Descripción propuesta de archivero

Archivero	
	Material: plástico
	Precio: Q329.00
	Descripción: archivero de tres compartimientos para guardar insumos para actividades de empaque.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Descripción propuesta de mesa de trabajo

Mesa plegable	
	Material: metal y madera
	Precio: Q150.00
	Descripción: mesa de 75 cm de altura, con una superficie de 33.5 * 78 cm y una carga de 220 lb.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Descripción propuesta de escalera

Escalera de dos bandas	
	Material: aluminio
	Precio: Q385.00
	Descripción: dos bandas, con tres peldaños y una capacidad de 150 kg.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Documentación objetos no útiles 5'S

Objetos no útiles-seleccionar-5'S	
Fecha:	No.
Nombre de la persona:	
Área	
Elemento:	Cantidad
Disposición:	
Desechar	Reciclar
Reubicar	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Evaluación seleccionar

Evaluación 5'S seleccionar		
Evaluador		
Fecha		
Pregunta	Sí/No	Plan de acción
1.¿Operador recibió capacitación?		
2.¿Se encontraron objetos no útiles?		
3.¿Operador sabe diferenciar objetos?		
4.¿Se encontraron más de tres objetos no útiles?		
5.¿Objetos útiles están en buen estado?		
Calificación _____		
Firma evaluador	Firma Gerente	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Evaluación organizar

Evaluación 5'S organizar		
Evaluador		
Fecha		
Pregunta	Sí/No	Plan de acción
1.¿Los objetos están identificados?		
2.¿Se encontró algún caminamiento bloqueado?		
3.¿Se tiene delimitado la ubicación del equipo?		
4.¿Se encontraron objetos fuera de lugar?		
5.¿Trabajadores participaron en etapa de selección?		
Calificación _____		
Firma evaluador	Firma Gerente	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Plan de propuesta MA

Plan de trabajo para propuesta de Mantenimiento Autónomo

Capacitación sobre el Mantenimiento Autónomo.
Capacitación aspectos técnicos de la máquina.
Identificación de zonas de riesgo.
Limpieza de la máquina.
Identificación de puntos a restaurar.
Restauración del equipo.
Estandarización actividades de revisión y prevención.
Capacitación para labores de lubricación.

Fuente: elaboración propia.