



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCIÓN I.- TESIS

TRABAJO PROFESIONAL

“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA DE
UNA PLANTA MANUFACTURERA”

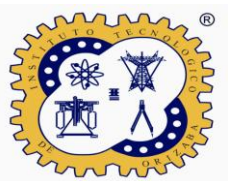
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA
ADMINISTRATIVA

PRESENTA:

Ing. Sonia Yael Ortiz López

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Marcos Salazar Medina



ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO

MAYO 2025



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, 08/mayo/2023
Dependencia: División de Estudios de
Posgrado e Investigación
Asunto: Autorización de Impresión
OPCION: I

C. SONIA Yael ORTIZ LÓPEZ
Candidato(a) a Grado de Maestro en:
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

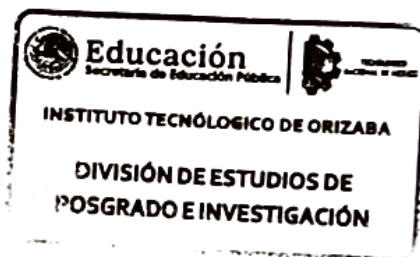
De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA
AUMENTAR LA EFICIENCIA DE UNA PLANTA MANUFACTURERA".**

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

DRA. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OG-13-F06



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272)1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx





Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, 01/abril/2025
Asunto: Revisión de trabajo escrito

C. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

SONIA Yael ORTIZ LÓPEZ

La cual lleva el título de:

**"APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA
DE UNA PLANTA MANUFACTURERA"**

Y concluyen que se acepta y se autoriza su impresión.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: DR. MARCOS SALAZAR MEDINA
SECRETARIO: DR. GUILLERMO CORTÉS ROBLES
VOCAL: M.C. GABRIELA CABRERA ZEPEDA
VOCAL SUP.: M.A.E. MARICELA GALLARDO CÓRDOVA

FIRMA
FIRMA
FIRMA
FIRMA

TA-09-18



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320
Orizaba, Veracruz. Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx



Resumen

La Manufactura Esbelta es conocida como un método de trabajo centrado en la mejora continua, el cual optimiza los sistemas de producción eliminando desperdicios y/o actividades que no agregan valor al proceso.

La metodología de Manufactura Esbelta ofrece herramientas con la finalidad de mejorar la calidad e incrementar la eficiencia y la productividad en los procesos productivos.

Dentro de la empresa Ingeniería JAME, S.A. de C.V., dedicada a la fabricación de piezas para la industria petrolera, se detectaron áreas de mejora, como son: estandarización en los procesos, falta de programa de mantenimiento y realización de manuales de proceso.

Con ayuda de la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta, como son: VSM y 5S's en conjunto con instalación de maquinaria, se incrementó la eficiencia de la línea de producción de empacadores en un 48%, reduciendo así la merma de producto no conforme en 83.33% para la empresa, siendo este porcentaje favorable para los interesados.

Palabras Clave: Manufactura Esbelta, Herramientas, Eficiencia, Optimizar, Productividad.

Abstract

Lean Manufacturing is known as a work method focused on continuous improvement, which optimizes production systems by eliminating waste and/or activities that do not add value to the process.

The *Lean Manufacturing* methodology offers tools with the purpose of improving quality and increasing efficiency and productivity in production processes.

Within the company Ingeniería JAME, S.A. de C.V., dedicated to the manufacture of parts for the oil industry, areas for improvement were detected, such as: standardization in processes, lack of maintenance program and creation of process manuals.

With the help of the application of *Lean Manufacturing* tools, such as: VSM and 5S's in conjunction with the installation of machinery, the efficiency of the packer production line was increased by 48%, thus reducing the loss of non-conforming product by 83.33 % for the company, this percentage being favorable for those interested.

Keywords: *Lean Manufacturing*, Tools, Efficiency, Optimize, Productivity.

Contenido

Resumen.....	ii
Abstract	iii
Contenido	iv
Capítulo 1. Generalidades	1
1.1 Introducción	1
1.2 Posicionamiento de la Tesis	1
1.3 Planteamiento del Problema	1
1.4 Objetivo general.....	3
1.4.1 Objetivo específico.....	3
1.5 Justificación	3
1.6 Propuesta de Solución.....	5
1.7 Metodología	5
1.8 Organización de la Tesis.....	6
Capítulo 2. Herramientas de Lean Manufacturing.....	7
2.1 Lean Manufacturing	7
2.2 Mapeo de procesos	7
2.3 5's.....	8
2.4 Poka Yoke	9
2.5 Muestreo	9
2.5.1 Diagrama de Pareto.....	10
2.5.2 Gráficas de Control	10
Capítulo 3. Generalidades de la Empresa	13
3.1 Antecedentes de la Empresa.....	13
3.2 Organigrama de la Empresa	13

3.3 Localización de la Empresa.....	14
3.4 Enfoque Estratégico de la Empresa.....	15
3.5 Productos	16
3.5.1 Productos para la Industria Petrolera	16
3.5.2 Productos para el Transporte de Carga	19
Capítulo 4. Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing	21
4.1 Diagnóstico de la Organización.....	21
4.1.1 Análisis de la Empresa.....	21
4.1.2 Toma de Tiempos de Proceso	23
4.1.3 Mapeo de Proceso Actual.....	32
4.2 Análisis de Oportunidades.....	35
4.2.1 Localización de Cuello de Botella.....	35
4.2.2 Determinar origen de problemas	35
4.2.3 Mapeo de Proceso Propuesto	36
4.3 Aplicación de mejoras propuestas.....	38
4.3.1 Plan de acción para el proceso del artículo más vendido	38
4.3.2 Instalación de Bamburi y Prensa	38
4.3.3 Implementación de 5S's en Almacén de Materia Prima (Orden y Limpieza)	44
4.3.4 Poka-yoke	47
4.3.5 Plan de Mantenimiento	68
4.3.5 Toma de Tiempos	71
4.4 Capacitación	77
4.5 Estandarización	82
Conclusiones	84
Fuentes de Información	91
Anexo A	96
ANEXO B	97

Índice de Figuras

Figura 2. 1 Diagrama de Pareto (Rivera, 2005).....	10
Figura 2. 2 Límites de especificación dentro de los límites de control (Rivera, 2005).	11
Figura 2. 3 Límite superior de control arriba del límite superior de especificación (Rivera, 2005).....	11
Figura 2. 4 Límite inferior de control abajo del límite inferior de especificación (Rivera, 2005).	11
Figura 2. 5 Límites de control dentro de los límites de especificación (Rivera, 2005).	12
 Figura 3. 1 Estructura Organizacional de JAME RUBBER (Elaboración Propia).....	14
Figura 3. 2 Ingeniería JAME, S.A. de C.V. macro localización (Caucho JAME Colón Oriente, norte 34 Esq., 94300 Orizaba, ver., México, s/f).....	14
Figura 3. 3 Ingeniería JAME, S.A. de C.V. micro localización (Caucho JAME Colón Oriente, norte 34 Esq., 94300 Orizaba, ver., México, s/f).....	15
Figura 3. 4 Copas Tipo F (JAME CAUCHO, s/f).....	17
Figura 3. 5 Copas tipo GW (JAME CAUCHO, s/f).....	17
Figura 3. 6 Rodillos para guía de Cable (JAME CAUCHO, s/f).	18
Figura 3. 7 Hules Empacadores / Retenedores (JAME CAUCHO, s/f).	18
Figura 3. 8 Copas SWAB (JAME CAUCHO, s/f).	18
Figura 3. 9 Hules limpiadores (JAME CAUCHO, s/f).	19
Figura 3. 10 Pistones y Sellos para Bomba de Lodo (JAME CAUCHO, s/f).	19
Figura 3. 11 Bujes Trifuncionales (JAME CAUCHO, s/f).	19
Figura 3. 12 Núcleo para Tensores (JAME CAUCHO, s/f).	20
 Figura 4 1 Hules Empacadores / Retenedores (JAME CAUCHO, s/f).....	22
Figura 4 2 Proceso de Empacador (Elaboración propia).	23
Figura 4 3 Layout con recorrido de Empacador (Elaboración propia).	25
Figura 4 4 VSM Actual (Elaboración Propia).	34
Figura 4 5 Herramienta de "Marcado y Cortado".....	36
Figura 4 6 VSM Propuesto (Elaboración propia).	37
Figura 4 7 Bamburi.	39
Figura 4 8 Molino.....	39

Figura 4 9 Proceso de Empacador con Bamburi (Elaboración propia).....	40
Figura 4 10 Layout con recorrido de Empacador con Bamburi (Elaboración propia).....	41
Figura 4 11 Prensa de Pieza Empacador.	42
Figura 4 12 Prensa Nueva de pieza Empacador.	43
Figura 4 13 Almacén de Materia Prima antes de Seiso.	44
Figura 4 14 Almacén de Materia Prima antes de Seiso.	44
Figura 4 15 Almacén de Materia Prima antes de Seiso.	45
Figura 4 16 almacén de Materia Prima antes de Seiton.	45
Figura 4 17 Almacén de Materia Prima después de Seiso y Seiton.	46
Figura 4 18 Almacén de Materia Prima después de Seiso y Seiton.	46
Figura 4 19 Almacén de Materia Prima después de Seiso y Seiton.	47
Figura 4 20 Ishikawa de demandas primarias Poka Yoke (Elaboración propia).....	48
Figura 4 21 Ishikawa de demandas secundarias "Practicidad" Poka Yoke (elaboración propia).....	50
Figura 4 22 Ishikawa de demandas secundarias "Peso" Poka Yoke (elaboración propia).50	
Figura 4 23 Ishikawa de demandas secundarias "Seguridad" Poka Yoke (elaboración propia).....	50
Figura 4 24 Ishikawa de demandas secundarias "Energía" Poka Yoke (elaboración propia).	51
Figura 4 25 Ishikawa de demandas secundarias " Velocidad de Corte" Poka Yoke (elaboración propia).....	51
Figura 4 26 Análisis funcional Poka Yoke (Elaboración propia).	67
Figura 4 27 Poka Yoke (Elaboración propia).	67
Figura 4 28 Programa de Mantenimiento (Elaboración propia)	69
Figura 4 29 Procedimiento de Trabajo para uso de Molino (Elaboración propia).....	70
Figura 4 30 Procedimiento para uso de Prensa (Elaboración propia).	70
Figura 4 31 Manual de Proceso de Producción Empacador (Elaboración Propia)	83

Índice de Tablas

Tabla 4. 1 Áreas de Oportunidad.	22
Tabla 4. 2 Toma de tiempo proceso "Pesado" (Elaboración Propia).....	26
Tabla 4. 3 Toma de tiempo proceso "Molino" (Elaboración Propia).	26
Tabla 4. 4 Toma de tiempo proceso "Marcado y Cortado" (Elaboración Propia).	27

Tabla 4. 5 Toma de tiempo proceso "Prensado" (Elaboración Propia).	28
Tabla 4. 6 Toma de tiempo proceso "Desvirado" (Elaboración Propia).	28
Tabla 4. 7 Toma de tiempo proceso "Rotulado" (Elaboración Propia).	29
Tabla 4. 8 Toma de tiempo proceso "Inspección" (Elaboración Propia).	30
Tabla 4. 9 Toma de Tiempos Proceso Empacador (Elaboración Propia).	31
Tabla 4. 10 Tack Time proceso Empacador (Elaboración propia).	32
Tabla 4. 11 Demanda de Empacador en Kg (elaboración propia).	33
Tabla 4. 12 Piezas de Empacador fabricadas (Elaboración propia).	33
Tabla 4. 13 Definición de demandas primarias Poka Yoke (Elaboración propia).	48
Tabla 4. 14 RCI de demandas primarias Poka Yoke (Elaboración propia).	49
Tabla 4. 15 Demandas primarias y demandas secundarias Poka Yoke (Elaboración propia).	49
Tabla 4. 16 Demanda secundaria "Practicidad" (Elaboración propia).	51
Tabla 4. 17 Demanda secundaria "Peso" (Elaboración propia).	51
Tabla 4. 18 Demanda secundaria "Seguridad" (Elaboración propia).	52
Tabla 4. 19 Demanda secundaria "Velocidad de Corte" (Elaboración propia).	52
Tabla 4. 20 Demanda secundaria "Energía" (Elaboración propia).	52
Tabla 4. 21 RCI de demanda secundaria "Practicidad" Poka Yoke (Elaboración propia).	53
Tabla 4. 22 RCI de demanda secundaria "Peso" Poka Yoke (Elaboración propia).	53
Tabla 4. 23 RCI de demanda secundaria "Seguridad" Poka Yoke (Elaboración propia).	53
Tabla 4. 24 RCI de demanda secundaria "Velocidad de Corte" Poka Yoke (Elaboración propia).	53
Tabla 4. 25 RCI de demanda secundaria "Energía" Poka Yoke (Elaboración propia).	54
Tabla 4. 26 Concentrado de Demandas Primarias y Secundarias (Elaboración Propia).	54
Tabla 4. 27 Planeación de Poka Yoke (elaboración propia).	56
Tabla 4. 28 Calidad Exigida Poka Yoke (Elaboración propia).	58
Tabla 4. 29 Pruebas para realizar a Poka Yoke (Elaboración propia).	58
Tabla 4. 30 Relación de Pruebas a Realizar Poka Yoke (Elaboración propia).	59
Tabla 4. 31 Benchmarking Técnico Poka Yoke (Elaboración propia).	61
Tabla 4. 32 Matriz QFD Poka Yoke (Elaboración Propia).	65
Tabla 4. 33 Significado de simbología QFD (Elaboración propia).	65
Tabla 4. 34 Análisis funcional Poka Yoke (Elaboración propia).	66
Tabla 4. 35 Análisis funcional Poka Yoke (Elaboración propia).	66
Tabla 4. 36 Toma de tiempo proceso "Pesado" con Bamburi (Elaboración Propia).	71

Tabla 4. 37 Toma de tiempo proceso "Bamburi" (Elaboración Propia)	71
Tabla 4. 38 Toma de tiempo proceso "Aplanado" con Bamburi (Elaboración Propia)	72
Tabla 4. 39 Toma de tiempo proceso "Marcado y Cortado" con Bamburi (Elaboración Propia)	73
Tabla 4. 40 Toma de tiempo proceso "Prensado" con Bamburi (Elaboración Propia)	73
Tabla 4. 41 Toma de tiempo proceso "Desvirado" con Bamburi (Elaboración Propia)	74
Tabla 4. 42 Toma de tiempo proceso "Rotulado" con Bamburi (Elaboración Propia)	74
Tabla 4. 43 Toma de tiempo proceso "Inspección" con Bamburi (Elaboración Propia)	75
Tabla 4. 44 Toma de Tiempos Empacador con Bamburi (Elaboración Propia)	76
Tabla 4. 45 Programa de Capacitación (Elaboración propia)	80

Índice de Gráficas

Gráfica 4 1 Resultado pregunta 1 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).	78
Gráfica 4 2 Resultado pregunta 2 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).	78
Gráfica 4 3 Resultado pregunta 3 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).	78
Gráfica 4 4 Resultado pregunta 4 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).	79
Gráfica 4 5 Resultado pregunta 4 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).	79
Gráfica 4 6 Resultado pregunta 1 Evaluación 5S's (Elaboración Propia)	81
Gráfica 4 7 Resultado pregunta 2 Evaluación 5S's (Elaboración Propia)	81
Gráfica 4 8 Resultado pregunta 3 Evaluación 5S's (Elaboración Propia)	81
Gráfica 4 9 Resultado pregunta 4 Evaluación 5S's (Elaboración Propia)	82
Gráfica 4 10 Resultado pregunta 5 Evaluación 5S's (Elaboración Propia)	82

Capítulo 1

Generalidades

1.1 Introducción

Con la finalidad de mejorar su competitividad en el mercado, la empresa JAME RUBBER S.A. de C.V., analizó los procesos de manufactura encontrando las siguientes áreas de oportunidad: No se cuenta con un control de inventarios de materia prima y producto terminado, no existe un programa de mantenimiento preventivo, se trabaja bajo el mantenimiento correctivo, reduciendo la eficiencia de la manufactura en un 20.73% y no se cuentan con manuales de proceso de producción.

Estas dos áreas de oportunidad son las que se atenderán, aplicando herramientas de Manufactura Esbelta como son VSM y 5S's, de igual manera se dará mantenimiento a la maquinaria con la que cuenta elaborando planes de mantenimiento y se realizarán manuales de procesos productivos, con el objetivo de mejorar la eficiencia de la empresa.

1.2 Posicionamiento de la Tesis

De acuerdo con las características del proyecto, y los resultados del estado del arte, se determinó que éste tiene pertinencia con la línea de Administración de los Sistemas de Producción, pues con la implementación de Herramientas de *Lean Manufacturing* se pretende mejorar la eficiencia dentro de la empresa Ingeniería JAME RUBBER S.A. de C.V.

1.3 Planteamiento del Problema

JAME RUBBER, es una empresa mexicana con más de 30 años de experiencia en la fabricación de elastómeros para la industria petrolera, producidos con calidad y precio adecuado al mercado. Desde su fundación, JAME RUBBER, ha sido reconocida por los compradores como una empresa confiable en la distribución de productos a nivel nacional e Internacional, ayudando a sus clientes dando precios competitivos.

Con la finalidad de mejorar su competitividad en el mercado, la empresa JAME RUBBER S.A. de C.V., analizó los procesos de manufactura encontrando las siguientes áreas de oportunidad:

No se cuenta con el Layout de las instalaciones, por lo tanto, no se tiene un flujo ordenado y eficiente de productos, equipo y personal que conforman la empresa, de igual manera, se han construido nuevas oficinas y se adquirió nueva maquinaria. Se considera un problema no contar con Layout ya que, si bien, se tiene pensado un lugar para el equipo nuevo, y/o para futuras oficinas, se desconoce con exactitud si afectará al flujo de la planta.

Las áreas dentro de la empresa se encuentran delimitadas, pero no bajo la NOM-026-STPS-2008, norma que especifica los colores y señales que deben ser tomados en cuenta dentro de las empresas, generando conflictos y áreas seguras en la planta, lo cual, aumenta la probabilidad de riesgos de accidentes de trabajo.

No se cuenta con un control de inventarios de materia prima y producto terminado, por cual, se desconocen las piezas con las que cuentan, dando paso a no controlar los costes asociados al exceso de stock, desconociendo si existe merma u obsolescencia en los productos que se encuentran en almacén, teniendo así, pérdidas monetarias para la empresa.

No existe un programa de mantenimiento preventivo, se trabaja bajo el mantenimiento correctivo, por lo que no se corrigen problemas menores hasta que estos provocan fallas, deteniendo el proceso de producción, reduciendo la eficiencia de la manufactura en un 20.73%.

No se cuentan con manuales de proceso de producción; al no tener los manuales, los trabajadores no cuentan con los estándares de producción requeridos por la empresa, generando que se produzcan piezas que no cumplen con las especificaciones establecidas, lo que significa para la empresa trabajos de reproceso y pérdidas monetarias.

El encargado del área de poliuretano es quien conoce correctamente los procedimientos dentro de su área, al ausentarse el encargado por motivo de vacaciones, se tuvo una pérdida en la producción del 20%, teniendo producto defectuoso.

No cuentan con trazabilidad, por lo cual, cuando el producto sufre desperfecto se desconoce la causa raíz del problema, ya sea por materia prima o por elaboración, y no se actúa para eliminarlo.

No se cuenta con códigos para identificar líneas de producto que la empresa manufactura, por lo cual, retarda su identificación en la base de datos de la empresa.

No se cuenta con un Sistema de Información, la captura de datos se realiza en paquetería Microsoft Office, no se cuenta con un control efectivo de registro de producto que se realizan en la organización.

JAME RUBBER ha estado trabajando con formatos que se establecieron con anterioridad, actualizándolos según se necesite, sin embargo, se llevan formatos que se desconocen como llenarlos y se desconoce el significado de las siglas que se encuentran en ellos.

Al presentar las oportunidades de mejora con el jefe de producción de la empresa, se tomó la decisión de abordar para el trabajo de tesis tres puntos, las cuales son: control de

inventarios, programas de mantenimiento en máquinas y manuales de proceso de producción.

1.4 Objetivo general

Mejorar la eficiencia de la empresa Ingeniería JAME RUBBER, S.A. de C.V., mediante la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*.

1.4.1 Objetivo específico

En esta sección se presentan los objetivos específicos del proyecto, éstos se definieron con base en el objetivo propuesto para el trabajo. El cumplimiento de los siguientes objetivos específicos permitirá lograr el objetivo general del proyecto:

- Estandarizar procesos para disminuir errores en las piezas fabricadas y así, garantizar la calidad de productos, con ayuda de herramientas de manufactura esbelta.
- Evaluar la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing* dentro de los procesos, para analizar los ajustes pertinentes y buscar la adaptabilidad de las herramientas según sea necesario.
- Establecer mecanismos para evitar errores dentro del proceso y así, poder replicar la metodología en diferentes líneas de producción.

1.5 Justificación

Dentro de la empresa es importante contar con un Layout de las instalaciones, así se obtiene un flujo ordenado y eficiente de productos, equipo y personal que conforma la empresa.

Delimitar las áreas dentro de la empresa bajo la NOM-026-STPS-2008, norma que especifica los colores y señales que deben ser tomados en cuenta dentro de las empresas, se generan áreas seguras en la planta, lo cual, reduce la probabilidad de riesgos de accidentes de trabajo.

Un programa de mantenimiento corrige problemas en las máquinas evitando provocar fallas que detengan la producción y reduzcan la eficiencia de la empresa.

Los manuales de procesos proporcionan a los trabajadores los estándares de producción requeridos por la empresa, generando que se produzcan piezas que cumplan con las especificaciones establecidas.

La trazabilidad da a conocer, si el producto sufre desperfecto, la causa raíz del problema, ya sea por materia prima o por elaboración, y se actúa para eliminarlo.

Los códigos en las líneas de producto que la empresa manufactura, aceleran la identificación en la base de datos de la empresa, agilizando el proceso de búsqueda y conocer si hay piezas en stock.

Un Sistema de Información genera un control efectivo de registro de producto que se realizan en la organización, en ellos se recopila, procesa, almacena y difunde información relevante para la empresa, la cual apoya a la toma de decisiones.

Los impactos, al desarrollar este proyecto, serán los siguientes:

- Social: Los trabajadores serán mejores ciudadanos ya que se inculcarán valores como orden y responsabilidad para tener áreas de trabajo y ambiente laboral adecuados para ellos. Asimismo, se sentirán orgullosos de trabajar en una empresa que fomente y aplique los valores teniendo un mejor posicionamiento social.
- Tecnológico: Se creará una metodología que ayude a la empresa a aumentar la eficiencia de sus procesos con el trabajo en conjunto de los empleados de ingeniería JAME RUBBER S.A. de C.V., y alumna de la maestría en Ingeniería Administrativa del Instituto Tecnológico de Orizaba.
- Económico: Se busca que la empresa estandarice los procesos y controle inventarios con la finalidad de no tener pérdidas, mejorando así las ganancias para la empresa, retribuyendo a los trabajadores por su buen desempeño.
- Cultural: La empresa, al implementar valores como orden y limpieza, cambiará su filosofía, por lo cual, cambia la mentalidad y contribuye a la cultura organizacional que actualmente tiene.
- Ambiental: La empresa, al tener menor producto defectuoso, reduce significativamente el desperdicio de plástico utilizado en las piezas, por lo cual se disminuirán los desechos, mejorando el medio ambiente y evitando contribuir a la contaminación.

Alcances y limitaciones

Las herramientas que se ocuparan para llevar a cabo esta tesis son Control de Inventarios (el cual se definirá según las necesidades encontradas dentro de la empresa), Gestión del Conocimiento, VSM, Poka-Yoke y 5S's, estas se adecuan al tiempo de realización de la tesis que es de un año, aplicando las herramientas ya antes mencionadas y sólo 2S's de las 5S's (Orden y Limpieza).

1.6 Propuesta de Solución

Se espera que la estrategia aplicada a la empresa, al finalizar el proyecto de tesis, tenga resultados positivos manteniendo el siguiente supuesto:

La mejora de eficiencia del área de producción de la empresa Ingeniería JAME RUBBER, S.A. de C.V., se logra con la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*.

1.7 Metodología

A continuación, se plantea la metodología a utilizar para llevar a cabo los objetivos del protocolo.

Fase 1: Diagnóstico de la organización.

- Análisis de la empresa, así como conocer la opinión del Gerente de la empresa y Jefe de producción.
- Detectar el producto más vendido e identificar los procesos por los que pasa, maquinaria utilizada, herramientas utilizadas, etc.
- Toma de tiempos de proceso.
- Realizar un “Mapeo de proceso” actual.

Fase 2: Análisis de Oportunidades.

- Localizar cuello de botellas.
- Determinar lo que origina los problemas dentro del proceso y, por consecuencia, retrabajos.
- Identificar áreas de oportunidad dentro del proceso seleccionado.
- Realizar un “Mapeo de proceso” propuesto.

Fase 3: Capacitación.

- Dar capacitación a todo el personal de la empresa, a cerca de estadística básica y herramienta 5S's (Orden y limpieza)

Fase 4: Aplicar mejoras propuestas.

- Establecer planes de acciones para el proceso del artículo más vendido.
- Aplicar 5 S's en almacenes y área de producción.
- Elaborar Plan de Mantenimiento para la maquinaria.
- Toma de tiempos de proceso con mejoras.

Fase 5. Control de proceso.

- Estandarizar proceso elegido a fin de satisfacer permanentemente las especificaciones de los clientes.

1.8 Organización de la Tesis

Este proyecto se encuentra estructurado como se menciona a continuación:

Capítulo 1: Generalidades, en este apartado se encuentran las generalidades del proyecto, se describe la problemática, se justifica la pertinencia del proyecto, se da a conocer el objetivo general y los objetivos específicos y se plantea la metodología a seguir.

Capítulo 2: Herramientas de *Lean Manufacturing*, contiene la teoría de cada una de las herramientas utilizadas para llevar a cabo este trabajo.

Capítulo 3: Generalidades de la Empresa, en este apartado se da una breve introducción a la empresa, quiénes son, qué hacen, dónde se ubican y los productos que elaboran.

Capítulo 4: Aplicación de Herramientas de *Lean Manufacturing*, desarrolla paso a paso la metodología utilizada dentro de la empresa y su aplicación.

Capítulo 2

Herramientas de *Lean Manufacturing*

2.1 *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing o también llamado comúnmente filosofía esbelta o ágil. Es una filosofía de trabajo, bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de un sistema de producción o de servicio, mediante el cumplimiento de su objetivo que es la disminución de despilfarro de todo tipo ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transportes, retrabajos por parte de equipos y personas. No es una filosofía estática ni radical que se aleja de lo ya conocido, sino más bien su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas, aplicaciones y mejoras surgidas en la elaboración del trabajo (Rojas Jauregui & Gisbert Soler, 2017).

2.2 Mapeo de procesos

El mapeo de procesos es una metodología que permite orientar y redefinir los principales elementos del proceso para su reinversión mismo de acuerdo con lo que el cliente considera de valor (Rivera, 2005). Conocer el mapa del proceso permite planear e identificar los elementos de entrada y salida para mejorar su diseño y operación entre los aspectos más importantes, con el objeto de establecer las estrategias necesarias para resolver las necesidades de los clientes (interno/externo); además permite resaltar los principales obstáculos y oportunidades que se pueden presentar, por lo anterior, es la mejor forma de medir los avances en forma sistemática y de comunicar los requerimientos a toda la empresa.

El mapeo de procesos o diagrama de proceso es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso (Pulido & de la Vara Salazar, 2013).

Dos elementos para entender los elementos del mapeo de procesos son los siguientes (Rivera, 2005):

- Sistema. A toda la organización se le llamará sistema y se definirá como un conjunto de procesos relacionados ordenadamente entre sí para que contribuyan a cumplir un determinado propósito: satisfacer las necesidades del cliente de manera permanente.

- **Proceso.** Es el conjunto de etapas, eventos, pasos, actividades o tareas relacionadas entre sí que contribuyen a agregar valor a insumos para lograr productos que el cliente considera de valor y paga por ello. En los procesos participan personal, recursos monetarios y materiales y se desarrollan operaciones que transforman los insumos en productos terminados.

Cada uno de los elementos que componen al proceso se describen a continuación (Rivera, 2005):

- **Insumo.** Es la entrada del proceso y son materiales e información que se convierten o transforman a través de una operación; es importante asegurar que deben cumplir con ciertas especificaciones requeridas en el proceso.
- **Proveedor.** Ente físico que proporciona los insumos, pueden ser internos y/o externos. La negociación y desarrollo con los proveedores es un elemento clave para evitar y erradicar errores en el proceso. El lograr que el proveedor sea parte integral de la cadena productiva, es decir, que conozca a detalle los procesos, se traducirá irremediabilmente en el cumplimiento de las especificaciones de los insumos.
- **Producto.** Resultado del proceso que se deriva en un bien o servicio que se proporciona al cliente. En un proceso puede haber más de un resultado, el producto debe de cumplir con las especificaciones requeridas por el cliente para asegurar su satisfacción.
- **Cliente.** Es la persona más importante de la compañía. La empresa depende de él; es el objetivo del trabajo, es el que trae sus requerimientos para satisfacerlos y al cumplir éstos se obtiene una retribución económica. El cliente es el que decide si el producto es de calidad o no. Los clientes internos, que son todas aquellas etapas que tiene el proceso dentro de la empresa. Los clientes externos que son los que aprueban o no el producto terminado que ofrece la empresa.

2.3 5's

Las 5's es una herramienta llamada así porque son cinco pasos o etapas que se deben seguir en el lugar de trabajo para mantener de manera continua el orden, la limpieza y seguridad, mejorando el ambiente de trabajo y la productividad a través de disminuir errores y accidentes de manera consistente.

Las 5's están compuesta por (Rivera, 2005):

- Separar o seleccionar (Seiri). Eliminar lo que no tiene ninguna utilidad, dejar lo realmente necesario para trabajar.
- Ordenar u organizar (Seiton). Ordenar e identificar fácilmente lo que es útil para hacer bien nuestro trabajo.
- Limpiar (Seiso). Limpiar y simplificar.
- Autodisciplina o progresar (Seiketsu). Lograr estandarizar las tres primeras actividades: separar, ordenar y limpiar hasta hacerlo siempre.
- Revisión (Shitsuke). Verificar el cumplimiento a través de la revisión de estándares y del actuar diario de uno mismo.

2.4 Poka Yoke

Poka Yoke es una técnica de calidad que significa “a prueba de errores”. La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de presentarse. Su finalidad es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

El enfoque poka-yoke propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica. Asimismo, reconoce que el ser humano comete errores, que olvida, y que olvida que olvida (Pulido & de la Vara Salazar, 2013).

Un dispositivo Poka-yoke, según Rivera (2005), es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo. La premisa es: si no se permite que se presenten errores en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Los sistemas Poka-yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren.

2.5 Muestreo

El objetivo principal de un plan de muestreo es proteger al consumidor de aceptar lotes fuera de la especificación requerida; proteger al productor que le rechacen lotes buenos y animar al consumidor a someter buena calidad a los insumos que compra. En resumen, sirve para aceptar o rechazar lotes fabricados o comprados de un producto cualquiera, además de poder seleccionar un tamaño de muestra que represente a todo un lote de fabricación para su inspección (López, 2018).

2.5.1 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto (Figura 2.1) es una herramienta ampliamente difundida y empleada casi en cualquier tipo de empresas por su versatilidad y sencillez para mostrar defectos, o cualquier evento que causa una no conformidad. Se pueden usar dos tipos de diagramas para tener un panorama completo que ayude a determinar en que se deben enfocar la atención:

1. Uno para indicar claramente el total de defectos
2. Otro para indicar el costo que representan esas no conformidades, de esta manera se tendrá el panorama completo de lo que no está o se hace bien.

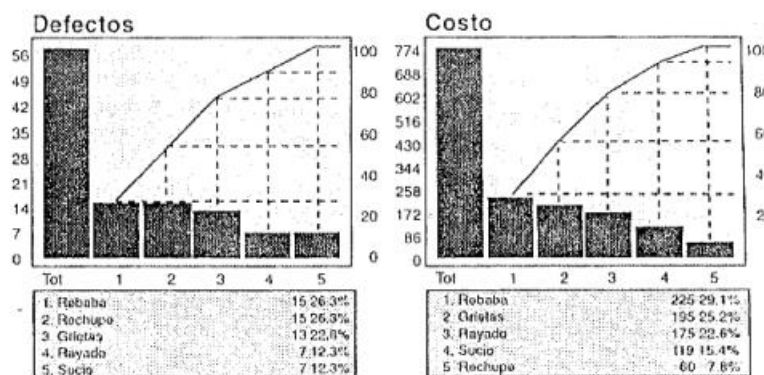


Figura 2. 1 Diagrama de Pareto (Rivera, 2005).

2.5.2 Gráficas de Control

Al elaborar una gráfica de control por variables se deberá estar atento para detectar primero y evitar después los siguientes casos (Rivera, 2005):

A) Límites de especificación dentro de los límites de control (Figura 2.2):

- LSC = Límite superior de control.
- LIC = Límite inferior de control.
- LSE = Límite superior de especificación.
- LIE = Límite inferior de especificación.

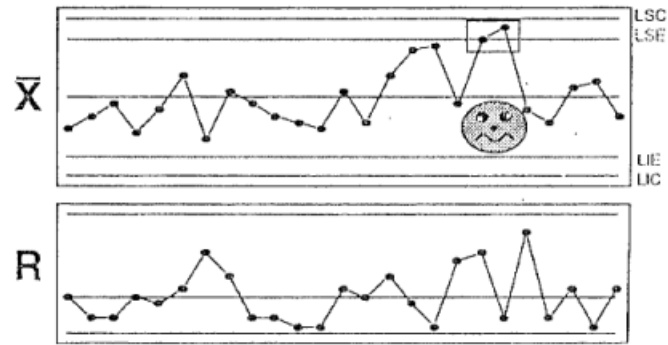


Figura 2. 2 Límites de especificación dentro de los límites de control (Rivera, 2005).

B) Límite superior de control arriba del límite superior de especificación (Figura 2.3).

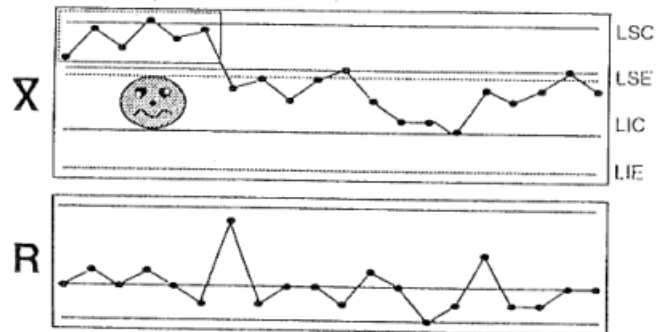


Figura 2. 3 Límite superior de control arriba del límite superior de especificación (Rivera, 2005).

C) Límite inferior de control abajo del límite inferior de especificación (Figura 2.4).

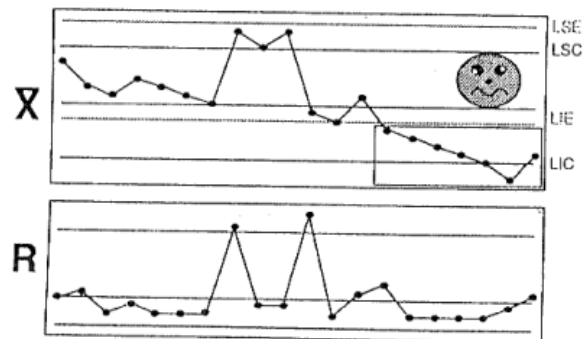


Figura 2. 4 Límite inferior de control abajo del límite inferior de especificación (Rivera, 2005).

Lo que se busca es contar con condiciones de producción y/ operación, métodos y mano de obra capacitada que permita tener una característica controlada donde los límites de control estén dentro de los límites de especificación (Figura 2.5).

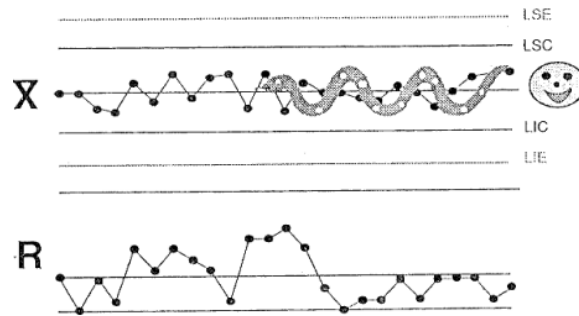


Figura 2. 5 Límites de control dentro de los límites de especificación (Rivera, 2005).

Capítulo 3

Generalidades de la Empresa

3.1 Antecedentes de la Empresa

Ingeniería JAME, S.A. de C.V., es una empresa mexicana con más de 30 años de experiencia en la fabricación de elastómeros para la industria petrolera, producidos con la mejor calidad y precio posible. Desde su fundación, Ingeniería JAME, S.A. de C.V., ha sido reconocida como una empresa confiable en la distribución de productos a nivel nacional e Internacional, ayudando a sus clientes a ahorrar dinero e incrementar su productividad (JAME CAUCHO, s/f).

La sede de la empresa se encuentra localizada en Orizaba, Veracruz. Esta ciudad es bien conocida por ser un área industrial importante, debido a su cercana ubicación al puerto de Veracruz. Esto le permite trabajar directamente en la zona más importante en la extracción de petróleo del país; el Golfo de México. Asimismo, la cercanía con el puerto es conveniente para la exportación de diversos productos a todo el mundo (JAME CAUCHO, s/f).

Las instalaciones de Ingeniería JAME, S.A. de C.V., tiene una extensión de 13,000 metros cuadrados y continúa creciendo, gracias a la alta calidad y los resultados de sus productos. En sus departamentos de ingeniería cuenta con personal altamente calificado en la industria petrolera, lo que le da una notoria ventaja ante sus competidores. Todos sus productos cumplen con los estándares de calidad nacional e internacional (JAME CAUCHO, s/f).

3.2 Organigrama de la Empresa

La estructura organizacional de empresa se muestra en el organigrama de la Figura 3.1. En este organigrama se observa que toda la empresa depende del director general, el cual, a su vez, tiene a su cargo tres gerencias: de comercialización, de producción y calidad, y administrativa y que cada una de estas gerencias tiene a su cargo varios departamentos.

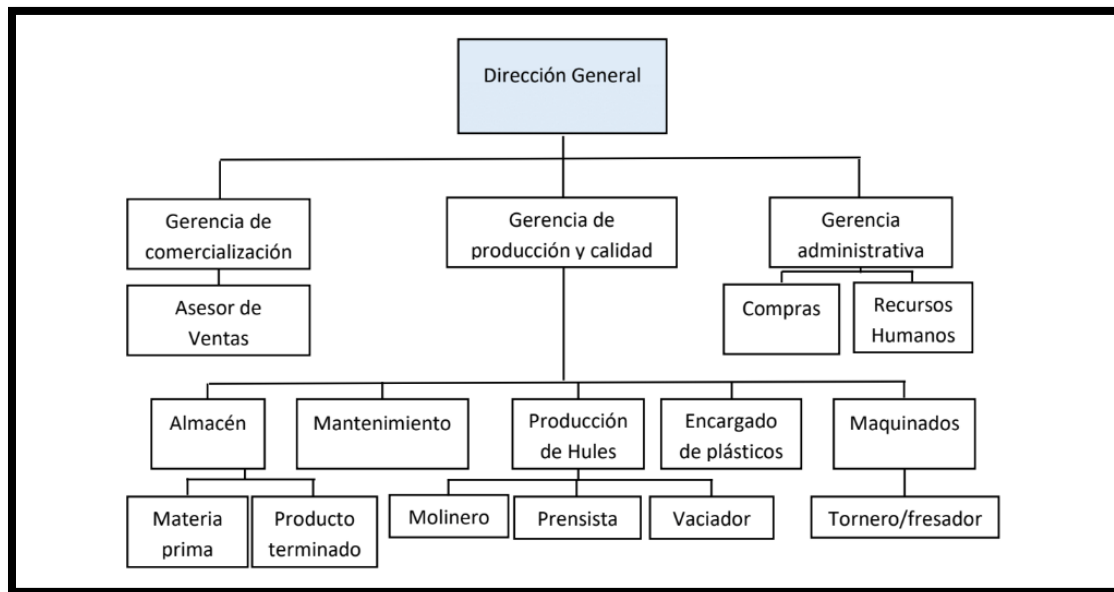


Figura 3. 1 Estructura Organizacional de JAME RUBBER (Elaboración Propia).

3.3 Localización de la Empresa

- Macro localización:

La empresa fue establecida en la ciudad de Orizaba, Ver., a 130 Km del puerto de Veracruz (Figura 3.2).

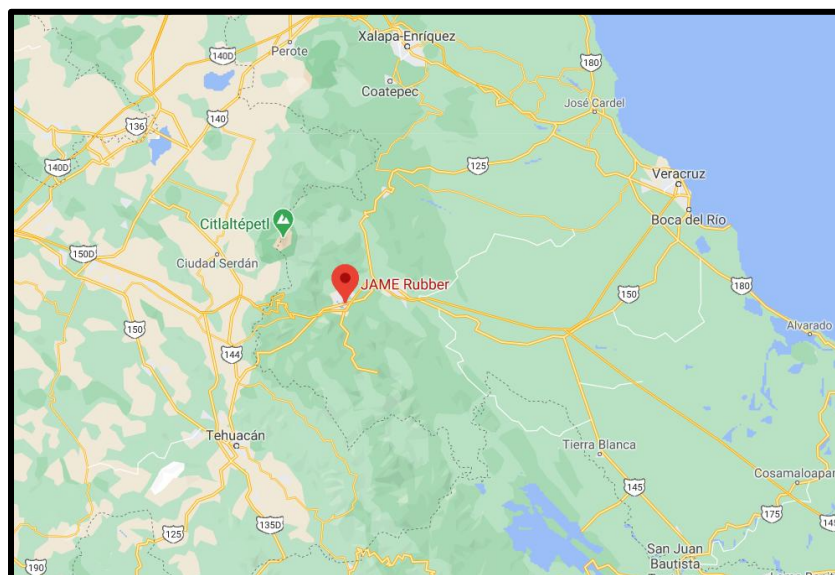


Figura 3. 2 Ingeniería JAME, S.A. de C.V. macro localización (Caucho JAME Colón Oriente, norte 34 Esq., 94300 Orizaba, ver., México, s/f).

- Micro localización:

Ingeniería JAME, S.A. de C.V., dentro de la ciudad de Orizaba, se encuentra ubicada en Colón Oriente, Norte 34 Esquina, código postal 94300, en la Colonia centro (Figura 3.3).

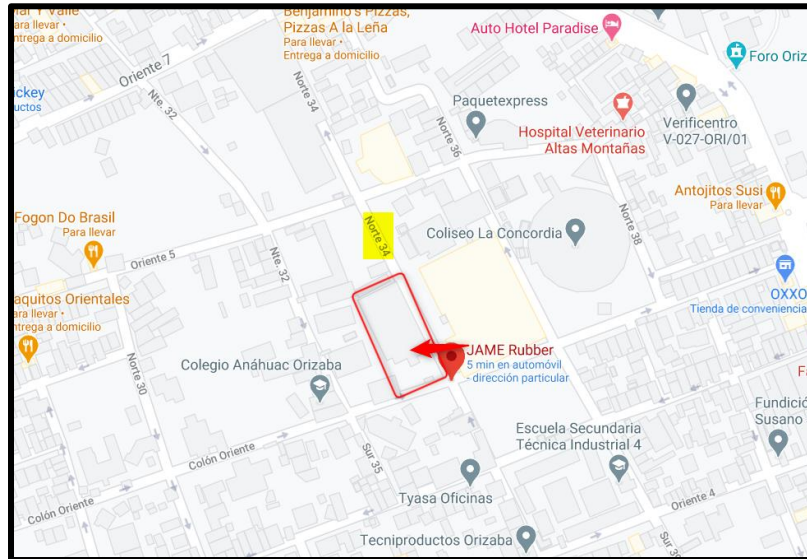


Figura 3. 3 Ingeniería JAME, S.A. de C.V. micro localización (Caucho JAME Colón Oriente, norte 34 Esq., 94300 Orizaba, ver., México, s/f).

3.4 Enfoque Estratégico de la Empresa

La empresa JAME RUBBER, cuenta con una visión que le desea ser a futuro, una Misión que le establece su razón de ser, y valores a seguir para seguir siendo una empresa líder en la región. La visión, misión y valores se describirán en las secciones siguientes

- Visión:

Lo que JAME RUBBER, desea lograr a futuro, lo ha expresado de una manera clara, directa y precisa en la siguiente visión:

“Ser líderes a nivel nacional en la fabricación de elastómeros para la industria y exportar nuestros productos.”

- Misión:

La razón de ser de JAME RUBBER, que le indica acciones a corto y largo plazo, lo ha planteado la siguiente misión:

“Incrementar la participación de Ingeniería JAME en el mercado de elastómeros superando los estándares de calidad, precio y servicio.”

- Valores:

La personalidad de JAME RUBBER, es un reflejo de los valores y convicciones de los responsables de dirigirla, se resumen en los siguientes valores estratégicos:

- Lealtad. Dedicación y cumplimiento y defender lo que cree, aun en circunstancias adversas.
- Honestidad. Comportarse y expresarse con coherencia y sinceridad.
- Responsabilidad. Cumplir con las obligaciones y ser cuidadoso al tomar decisiones o en la realización de sus actividades.
- Compromiso. Cumplir en tiempo y forma con lo que se ha propuesto.
- Respeto. Ser tolerante con quien no piensa igual que uno y valorar sus intereses y necesidades.

- Política de Calidad:

La empresa JAME RUBBER, debe cumplir con las necesidades de sus clientes y para que pueda para garantizar su completa satisfacción a definido la política de calidad siguiente:

“Ingeniería JAME S.A de C.V., se compromete a cumplir los requisitos de calidad, legales y de servicios establecidos por nuestros clientes, trabajando en un entorno de seguridad, mejora continua, sustentabilidad, y rentabilidad financiera para la organización mediante la fabricación de elastómeros, garantizando un producto de calidad para nuestros clientes”.

3.5 Productos

Ingeniería JAME RUBBER, S.A. de C.V., cuenta con una amplia variedad de productos para la industria petrolera y productos para el transporte de carga. A continuación, se describen solo algunos productos comercializados por la empresa:

3.5.1 Productos para la Industria Petrolera

JAME RUBBER, ofrece una gran variedad de productos para la industria petrolera. La empresa trabaja con elastómeros de la mejor calidad: HNBR (Nitrilo hidrogenado), NBR

(Nitrilo), CR (Cloropreno), NR (Hule natural), EPDM, Uretano, Viton y Silicon. JAME RUBBER, fabrica hules limpiadores para tubería de perforación, copas para pruebas hidrostáticas tipo F y GW, empaques y pistones para bombas de lodo, rodillos para guía de cable, hules empacadores y retenedores, entre otros, los cuales se describen a continuación (JAME CAUCHO, s/f) :

- **COPAS TIPO F.**

Las copas tipo F son resistentes a lodos base agua y aceite. Fabricadas en diferentes medidas (4-1/2 – 20). Resisten presiones superiores a los 10,000psi. Bajo pedido se fabrican copas resistentes a 15,000psi (Figura 3.4).



Figura 3. 4 Copas Tipo F (JAME CAUCHO, s/f).

- **COPAS TIPO GW.**

Las copas tipo GW son fabricados con una mezcla de hule especial para resistir aceite, gas y abrasión. Resisten altas temperaturas. Fabricadas con estructura de acero interna (Figura 3.5).



Figura 3. 5 Copas tipo GW (JAME CAUCHO, s/f).

- **RODILLOS PARA GUIA DE CABLE.**

Los rodillos para guía de cable son ideales para trabajo duro. Contamos con diferentes modelos para diferentes usos (Figura 3.6).



Figura 3. 6 Rodillos para guía de Cable (JAME CAUCHO, s/f).

- HULES EMPACADORES /RETENEDORES.

Los hules empacadores / retenedores son fabricados en dureza de 70, 80 y 90 Shore A. Medidas: de 2 3/8 a 3 1/2. Fabricados con una mezcla de hule de la mejor calidad para su perfecto desempeño (Figura 3.7).



Figura 3. 7 Hules Empacadores / Retenedores (JAME CAUCHO, s/f).

- COPAS SWAB.

Disponible en acero o aluminio, para cargas elevadas. Excelente compuesto de caucho, especialmente diseñada para fluidos con una alta proporción de arena suspendida (Figura 3.8).



Figura 3. 8 Copas SWAB (JAME CAUCHO, s/f).

- HULES LIMPIADORES (Dual - Split - Single - Kelly).

Los hules limpiadores son fabricados con una mezcla de hule especial, la cual los hace resistentes a lodos base agua y base aceite. El material que los compone está específicamente diseñado para tener excelente resistencia a la abrasión y al desgarre.

Están reforzados con insertos metálicos. Tipos: Dual, Split, Single y Kelly. Medidas: 12, 14, 17, 19, 22 Y 24 pulgadas, (Modelos de Kelly: cuadrado y hexagonal) (Figura 3.9).



Figura 3. 9 Hules limpiadores (JAME CAUCHO, s/f).

- **PISTONES Y SELLOS PARA BOMBAS DE LODO.**

Se fabrican pistones para bombas de lodos, cuenta con la empaquetadura para las bombas de lodo (Figura 3.10).



Figura 3. 10 Pistones y Sellos para Bomba de Lodo (JAME CAUCHO, s/f).

3.5.2 Productos para el Transporte de Carga

JAME RUBBER, ofrece una variedad de productos para la industria del transporte de carga. Diseñados para trabajar en las condiciones más rudas y extremas. Se fabrican núcleos para los tensores, bujes trifuncionales, tacones y soportes para motor, entre otros, los cuales se describen a continuación (JAME CAUCHO, s/f):

- **BUJES TRIFUNCIONALES:**

Se fabrican bujes trifuncionales del mercado, en hule negro y poliuretano (Figura 3.11).



Figura 3. 11 Bujes Trifuncionales (JAME CAUCHO, s/f).

- **NÚCLEO PARA TENSOR:**

Se fabrican núcleos para tensores en hule negro y/o poliuretano, JAME RUBBER, cuenta con diferentes modelos para distintos tipos de camiones (Figura 3.12).



Figura 3. 12 Núcleo para Tensores (JAME CAUCHO, s/f).

Capítulo 4

Aplicación de Herramientas de *Lean Manufacturing*

4.1 Diagnóstico de la Organización

El Diagnóstico de la Organización ayuda a la empresa a conocer sus procesos internos, las áreas de oportunidad con las cuales cuenta y así poder iniciar plan de acción para mejorar. La empresa en donde se realizó el proyecto tiene como objetivo obtener la certificación de la Norma ISO 9001:2015, sin embargo, la gerencia conoce que es un camino largo para poder obtener esta certificación, por lo cual, busca mejorar continuamente.

4.1.1 Análisis de la Empresa

La empresa Ingeniería JAME, S.A. de C.V., con la finalidad de mejorar su competitividad en el mercado, analizó los procesos de manufactura encontrando las siguientes áreas de oportunidad.

- Falta de Layout, la empresa no cuenta con un Layout de sus instalaciones, se solicitó al gerente general y jefe de producción, dando a conocer que no se contaba con uno.
- Delimitación de áreas, las áreas no se encuentran delimitadas bajo la NOM-026, se preguntó al Gerente General bajo cuál norma se habían delimitado las instalaciones, a lo que respondió que bajo ninguna norma.
- No cuenta con control de inventarios. Se desconoce la Materia Prima y Producto Terminado que hay dentro de los almacenes, se pidió la lista de piezas en inventario al jefe de producción y no la proporcionó ya que no cuentan con ella.
- No cuenta con programa de mantenimiento de las máquinas de la empresa, se solicitó el programa de mantenimiento de tornos, prensas, molinos y hornos al jefe de producción y la empresa no cuenta con estos, dando solo mantenimiento correctivo a la maquinaria utilizada.
- No cuenta con manuales de proceso de producción, se solicitaron los manuales al jefe de producción y a la jefa de seguridad, no fueron proporcionados ya que no existen dentro de la empresa.

Producto Estrella

Se identificó el producto más vendido dentro de Ingeniería JAME, S.A. de C.V., se recomienda comenzar con este producto, ya que es un proceso que los

colaboradores tienen dominado, por esto, el hacer cambios dentro de esta línea de producción para poder estandarizarla y generar su manual de proceso es posible.

El producto estrella en la empresa, con una demanda semanal de 3000 piezas, es *Hule Empacador/Retenedor*.

Los hules empacadores / retenedores son fabricados en dureza de 70, 80 y 90 *Shore A* (medida de resistencia de material blando). Medidas: de 2 3/8 a 3 1/2. Fabricados con una mezcla de hule de la mejor calidad para su perfecto desempeño (Figura 4.1).



Figura 4 1 Hules Empacadores / Retenedores (JAME CAUCHO, s/f).

Tabla 4. 1 Áreas de Oportunidad.

Área de Oportunidad	Encargado	Existencia	Conclusiones
Layout	Gerente General	NO	No se ha elaborado
Delimitación de área	Gerente General	NO	No se delimitaron áreas bajo NOM-026
Control de Inventarios	Jefe de Producción	NO	No existe control de inventarios y/o Check List de producto terminado
Programa de Mantenimiento	Jefe de Producción	NO	No cuenta con Programa de Mantenimiento, se trabaja bajo mantenimiento correctivo
Manual de Procesos de Producción	Jefe de Producción	NO	No hay manuales de procesos.

Este análisis se realizó bajo observación y cuestionamiento a los encargados de la empresa.

Al conocer las áreas de oportunidad con las que cuenta la empresa, se realizó un reporte técnico el cual se entregó al jefe de producción, explicando los puntos encontrados (ANEXO A).

El gerente de producción solicitó trabajar en las siguientes áreas de oportunidad:

- Programa de Mantenimiento.
- Manuales de Proceso.

4.1.2 Toma de Tiempos de Proceso

Para la elaboración de “Manuales de proceso”, se tomó el producto estrella, Hules Empacadores, cuenta con una demanda semanal de 3000 piezas.

Este es el proceso piloto, en el cual se aplicaron herramientas de *Lean Manufacturing* con el fin del mejorar, controlar estandarizar la línea de producción, teniendo como producto final el manual de proceso.

Se identificaron cuales son los procesos por los que pasa este producto, obteniendo el siguiente diagrama de proceso (Figura 4.2).

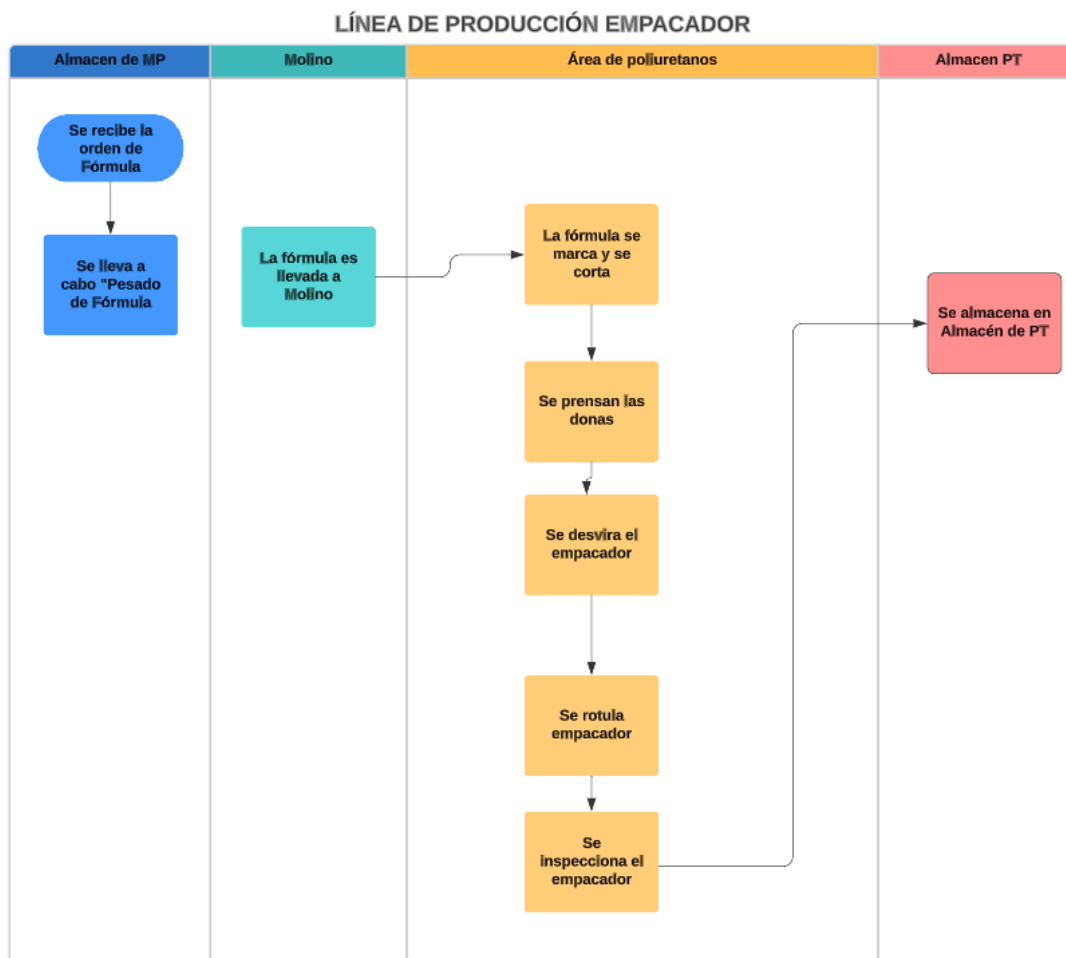


Figura 4.2 Proceso de Empacador (Elaboración propia).

Se detectaron cuatro áreas por las que pasa el empacador, las cuales son Almacén de Materia Prima, Molinos , Área de Poliuretanos y Almacén de Producto Terminado, de igual manera se identificó la actividad que se hace en cada una de las áreas, obteniendo un total de 8 etapas por las que pasa la pieza, las cuales son:

- Etapa 1 “Pesado”. Se elabora y se pesa la fórmula de materia prima con la que se elabora el hule para los empacadores. Se realiza en el área de Almacén de materia Prima.
- Etapa 2 “Molido”. Se mezcla la fórmula en el molino, obteniendo una lámina de hule. Se realiza en el área de Molino.
- Etapa 3 “Marcado y Cortado”. La lámina de hule se marca con los moldes y sacabocados con los que cuenta la empresa, posteriormente son cortados con cuchillos (elaborados por los trabajadores de la empresa) obteniendo “donas”. Se realiza en el área de Poliuretanos.
- Etapa 4 “Prensado”. Las donas obtenidas se colocan en las prensas, a 150°C durante 30 min, obteniendo así la pieza “empacador”. Se realiza en el área de Poliuretanos.
- Etapa 5 “Desvirado”. Se retira el sobrante de hule con herramienta elaborada por los trabajadores. Se realiza en área de Poliuretanos.
- Etapa 6 “Rotulado”. Se rotulan la medida correspondiente de la pieza con sellos y pintura blanca. Se realiza en el área de Poliuretanos.
- Etapa 7 “Inspección”. Se coloca la pieza terminada en la mesa de inspección. El encargado de Almacén revisa la pieza para verificar que no existen imperfecciones en la pieza. Se realiza en el área de Poliuretanos.
- Etapa 8 “Almacenado”. La pieza terminada se lleva a Almacén de producto terminado.

Al tener identificados las áreas y los procesos por los que pasa el empacador, se realizó un Layout para tener un panorama de la línea de producción (Figura 4.3)



Figura 4 3 Layout con recorrido de Empacador (Elaboración propia).

Tiempos de proceso

Una vez definidos los procesos y el recorrido del empacador, se comenzó la toma de tiempos para conocer cuál es el tiempo promedio de cada estación y el tiempo promedio de ciclo, con la finalidad de encontrar oportunidades de mejora y, de igual manera, controlar y estandarizar los tiempos (Tabla 4.3,4.4,4.5,4.6,4.7,4.8,4.9 y 4.10). Se tomaron tiempos en los dos turnos que trabaja el área, y de los 10 trabajadores que se encuentran dentro del proceso.

Tabla 4. 2 Toma de tiempo proceso "Pesado" (Elaboración Propia).

PESADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:54:42	00:00:20	00:04:45
00:59:02	00:00:20	00:03:39
00:57:33	00:00:20	00:03:58
01:02:21	00:00:20	00:04:50
00:50:19	00:00:20	00:03:46
00:56:33	00:00:20	00:03:47
00:52:18	00:00:20	00:03:55
00:58:01	00:00:20	00:04:56
00:56:36	00:00:20	00:04:49
01:00:57	00:00:20	00:03:41
00:51:33	00:00:20	00:03:52
00:59:51	00:00:20	00:03:49
00:54:58	00:00:20	00:04:57
00:58:37	00:00:20	00:04:39
00:56:10	00:00:20	00:03:46
00:50:20	00:00:20	00:03:52
00:51:28	00:00:20	00:03:37
00:54:53	00:00:20	00:04:59
00:52:25	00:00:20	00:03:49
01:05:48	00:00:20	00:03:53
PROMEDIO	00:56:13	00:04:10

Tabla 4. 3 Toma de tiempo proceso "Molino" (Elaboración Propia).

MOLINO	TRANSICIÓN	ESPERA
03:13:45	00:00:25	00:01:10
03:07:16	00:00:25	00:01:09
03:12:30	00:00:25	00:01:14
02:43:31	00:00:25	00:01:08
02:58:57	00:00:25	00:01:09

MOLINO	TRANSICIÓN	ESPERA
03:05:33	00:00:25	00:01:11
03:09:42	00:00:25	00:01:05
02:49:18	00:00:25	00:01:11
02:39:59	00:00:25	00:01:09
02:51:36	00:00:25	00:01:07
02:47:18	00:00:25	00:01:14
03:05:36	00:00:25	00:01:06
02:59:07	00:00:25	00:01:08
02:41:52	00:00:25	00:01:06
02:43:52	00:00:25	00:01:13
02:48:41	00:00:25	00:01:15
03:04:24	00:00:25	00:01:05
03:05:57	00:00:25	00:01:14
02:57:01	00:00:25	00:01:12
03:08:29	00:00:25	00:01:14
PROMEDIO	02:57:43	00:01:10

Tabla 4. 4 Toma de tiempo proceso "Marcado y Cortado" (Elaboración Propia).

MARCADO Y CORTADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:30:28	00:00:15	00:34:17
00:27:15	00:00:15	00:34:11
00:28:24	00:00:15	00:34:45
00:22:25	00:00:15	00:35:17
00:29:27	00:00:15	00:35:22
00:25:43	00:00:15	00:35:50
00:31:42	00:00:15	00:34:00
00:22:28	00:00:15	00:35:37
00:27:14	00:00:15	00:35:16
00:26:11	00:00:15	00:34:55
00:20:23	00:00:15	00:34:37
00:24:19	00:00:15	00:35:19
00:29:03	00:00:15	00:35:12
00:26:21	00:00:15	00:35:24
00:25:30	00:00:15	00:35:15
00:32:22	00:00:15	00:34:48
00:28:37	00:00:15	00:34:27
00:30:16	00:00:15	00:34:53
00:30:24	00:00:15	00:34:40
00:27:41	00:00:15	00:35:26
PROMEDIO	00:27:19	00:34:59

Tabla 4. 5 Toma de tiempo proceso "Prensado" (Elaboración Propia).

PRENSADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:34:11	00:00:10	00:10:45
00:34:45	00:00:10	00:12:38
00:35:17	00:00:10	00:12:00
00:35:22	00:00:10	00:10:36
00:35:50	00:00:10	00:12:26
00:34:00	00:00:10	00:11:22
00:35:37	00:00:10	00:11:29
00:35:16	00:00:10	00:12:42
00:34:55	00:00:10	00:12:19
00:34:37	00:00:10	00:12:04
00:35:19	00:00:10	00:12:20
00:35:12	00:00:10	00:12:54
00:35:24	00:00:10	00:10:40
00:35:15	00:00:10	00:13:10
00:34:48	00:00:10	00:11:56
00:34:27	00:00:10	00:12:38
00:34:53	00:00:10	00:12:33
00:34:40	00:00:10	00:11:32
00:35:26	00:00:10	00:13:28
00:34:14	00:00:10	00:13:08
PROMEDIO	00:34:58	00:12:08

Tabla 4. 6 Toma de tiempo proceso "Desvirado" (Elaboración Propia).

DESVIRADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:12:33	00:00:05	00:05:49
00:11:55	00:00:05	00:07:32
00:10:31	00:00:05	00:06:51
00:12:21	00:00:05	00:06:02
00:11:17	00:00:05	00:07:21
00:11:24	00:00:05	00:08:00
00:12:37	00:00:05	00:07:26
00:12:14	00:00:05	00:08:24
00:11:59	00:00:05	00:06:47
00:12:15	00:00:05	00:08:34
00:12:49	00:00:05	00:07:19
00:10:35	00:00:05	00:05:27
00:13:05	00:00:05	00:08:34
00:11:51	00:00:05	00:09:06
00:12:33	00:00:05	00:05:36
00:12:28	00:00:05	00:06:54

	DES VIRADO	TRANSICIÓN	ESPERA
	00:11:27	00:00:05	00:06:47
	00:13:23	00:00:05	00:06:09
	00:13:03	00:00:05	00:05:58
	00:13:11	00:00:05	00:07:48
PROMEDIO	00:12:11	00:00:05	00:07:07

Tabla 4. 7 Toma de tiempo proceso "Rotulado" (Elaboración Propia).

	ROTULADO	TRANSICIÓN	ESPERA
	00:07:22	00:00:10	00:09:24
	00:06:41	00:00:10	00:10:55
	00:05:52	00:00:10	00:08:09
	00:07:11	00:00:10	00:12:18
	00:07:50	00:00:10	00:10:52
	00:07:16	00:00:10	00:11:07
	00:08:14	00:00:10	00:08:58
	00:06:37	00:00:10	00:07:49
	00:08:24	00:00:10	00:09:08
	00:07:09	00:00:10	00:08:32
	00:05:17	00:00:10	00:10:38
	00:08:24	00:00:10	00:09:21
	00:08:56	00:00:10	00:08:59
	00:05:26	00:00:10	00:07:50
	00:06:44	00:00:10	00:12:06
	00:06:37	00:00:10	00:11:01
	00:05:59	00:00:10	00:08:04
	00:05:48	00:00:10	00:10:36
	00:07:38	00:00:10	00:07:53
	00:07:19	00:00:10	00:11:12
PROMEDIO	00:07:02	00:00:10	00:09:45

Tabla 4. 8 Toma de tiempo proceso "Inspección" (Elaboración Propia).

	INSPECCIÓN	TRANSICIÓN	ALMACÉN
	00:10:20	00:00:35	
	00:07:34	00:00:35	
	00:11:43	00:00:35	
	00:10:17	00:00:35	
	00:10:32	00:00:35	
	00:08:23	00:00:35	
	00:07:14	00:00:35	
	00:08:33	00:00:35	
	00:07:57	00:00:35	
	00:10:03	00:00:35	
	00:08:46	00:00:35	
	00:08:24	00:00:35	
	00:07:15	00:00:35	
	00:11:31	00:00:35	
	00:10:26	00:00:35	
	00:07:29	00:00:35	
	00:10:01	00:00:35	
	00:07:18	00:00:35	
	00:10:37	00:00:35	
	00:11:21	00:00:35	
PROMEDIO	00:09:17	00:00:35	

Tabla 4. 9 Toma de Tiempos Proceso Empacador (Elaboración Propia).

TOMA DE TIEMPOS - EMPACADOR																			
PESADO	TRANSICIÓN	ESPERA	MOLINO	TRANSICIÓN	ESPERA	MARCADO Y	TRANSICIÓN	ESPERA	PRENSADO	TRANSICIÓN	ESPERA	DES VIRADO	TRANSICIÓN	ESPERA	ROTULADO	TRANSICIÓN	ESPERA	INSPECCIÓN	TRANSICIÓN
00:54:42	00:00:20	00:04:45	03:13:45	00:00:25	00:01:10	00:30:28	00:00:15	00:34:17	00:34:11	00:00:10	00:10:45	00:12:33	00:00:05	00:05:49	00:07:22	00:00:10	00:09:24	00:10:20	00:00:35
00:59:02	00:00:20	00:03:39	03:07:16	00:00:25	00:01:09	00:27:15	00:00:15	00:34:11	00:34:45	00:00:10	00:12:38	00:11:55	00:00:05	00:07:32	00:06:41	00:00:10	00:10:55	00:07:34	00:00:35
00:57:33	00:00:20	00:03:58	03:12:30	00:00:25	00:01:14	00:28:24	00:00:15	00:34:45	00:35:17	00:00:10	00:12:00	00:10:31	00:00:05	00:06:51	00:05:52	00:00:10	00:08:09	00:11:43	00:00:35
01:02:21	00:00:20	00:04:50	02:43:31	00:00:25	00:01:08	00:22:25	00:00:15	00:35:17	00:35:22	00:00:10	00:10:36	00:12:21	00:00:05	00:06:02	00:07:11	00:00:10	00:12:18	00:10:17	00:00:35
00:50:19	00:00:20	00:03:46	02:58:57	00:00:25	00:01:09	00:29:27	00:00:15	00:35:22	00:35:50	00:00:10	00:12:26	00:11:17	00:00:05	00:07:21	00:07:50	00:00:10	00:10:52	00:10:32	00:00:35
00:56:33	00:00:20	00:03:47	03:05:33	00:00:25	00:01:11	00:25:43	00:00:15	00:35:50	00:34:00	00:00:10	00:11:22	00:11:24	00:00:05	00:08:00	00:07:16	00:00:10	00:11:07	00:08:23	00:00:35
00:52:18	00:00:20	00:03:55	03:09:42	00:00:25	00:01:05	00:31:42	00:00:15	00:34:00	00:35:37	00:00:10	00:11:29	00:12:37	00:00:05	00:07:26	00:08:14	00:00:10	00:08:58	00:07:14	00:00:35
00:58:01	00:00:20	00:04:56	02:49:18	00:00:25	00:01:11	00:22:28	00:00:15	00:35:37	00:35:16	00:00:10	00:12:42	00:12:14	00:00:05	00:08:24	00:06:37	00:00:10	00:07:49	00:08:33	00:00:35
00:56:36	00:00:20	00:04:49	02:39:59	00:00:25	00:01:09	00:27:14	00:00:15	00:35:16	00:34:55	00:00:10	00:12:19	00:11:59	00:00:05	00:06:47	00:08:24	00:00:10	00:09:08	00:07:57	00:00:35
01:00:57	00:00:20	00:03:41	02:51:36	00:00:25	00:01:07	00:26:11	00:00:15	00:34:55	00:34:37	00:00:10	00:12:04	00:12:15	00:00:05	00:08:34	00:07:09	00:00:10	00:08:32	00:10:03	00:00:35
00:51:33	00:00:20	00:03:52	02:47:18	00:00:25	00:01:14	00:20:23	00:00:15	00:34:37	00:35:19	00:00:10	00:12:20	00:12:49	00:00:05	00:07:19	00:05:17	00:00:10	00:10:38	00:08:46	00:00:35
00:59:51	00:00:20	00:03:49	03:05:36	00:00:25	00:01:06	00:24:19	00:00:15	00:35:19	00:35:12	00:00:10	00:12:54	00:10:35	00:00:05	00:05:27	00:08:24	00:00:10	00:09:21	00:08:24	00:00:35
00:54:58	00:00:20	00:04:57	02:59:07	00:00:25	00:01:08	00:29:03	00:00:15	00:35:12	00:35:24	00:00:10	00:10:40	00:13:05	00:00:05	00:08:34	00:08:56	00:00:10	00:08:59	00:07:15	00:00:35
00:58:37	00:00:20	00:04:39	02:41:52	00:00:25	00:01:06	00:26:21	00:00:15	00:35:24	00:35:15	00:00:10	00:13:10	00:11:51	00:00:05	00:09:06	00:05:26	00:00:10	00:07:50	00:11:31	00:00:35
00:56:10	00:00:20	00:03:46	02:43:52	00:00:25	00:01:13	00:25:30	00:00:15	00:35:15	00:34:48	00:00:10	00:11:56	00:12:33	00:00:05	00:05:36	00:06:44	00:00:10	00:12:06	00:10:26	00:00:35
00:50:20	00:00:20	00:03:52	02:48:41	00:00:25	00:01:15	00:32:22	00:00:15	00:34:48	00:34:27	00:00:10	00:12:38	00:12:28	00:00:05	00:06:54	00:06:37	00:00:10	00:11:01	00:07:29	00:00:35
00:51:28	00:00:20	00:03:37	03:04:24	00:00:25	00:01:05	00:28:37	00:00:15	00:34:27	00:34:53	00:00:10	00:12:33	00:11:27	00:00:05	00:06:47	00:05:59	00:00:10	00:08:04	00:10:01	00:00:35
00:54:53	00:00:20	00:04:59	03:05:57	00:00:25	00:01:14	00:30:16	00:00:15	00:34:53	00:34:40	00:00:10	00:11:32	00:13:23	00:00:05	00:06:09	00:05:48	00:00:10	00:10:36	00:07:18	00:00:35
00:52:25	00:00:20	00:03:49	02:57:01	00:00:25	00:01:12	00:30:24	00:00:15	00:34:40	00:35:26	00:00:10	00:13:28	00:13:03	00:00:05	00:05:58	00:07:38	00:00:10	00:07:53	00:10:37	00:00:35
01:05:48	00:00:20	00:03:53	03:08:29	00:00:25	00:01:14	00:27:41	00:00:15	00:35:26	00:34:14	00:00:10	00:13:08	00:13:11	00:00:05	00:07:48	00:07:19	00:00:10	00:11:12	00:11:21	00:00:35
00:56:13	00:00:20	00:04:10	02:57:43	00:00:25	00:01:10	00:27:19	00:00:15	00:34:59	00:34:58	00:00:10	00:12:08	00:12:11	00:00:05	00:07:07	00:07:02	00:00:10	00:09:45	00:09:17	00:00:35

En la toma de tiempos del producto “Empacador”, arroja lo siguiente:

El proceso que lleva más tiempo es el proceso de molido, con 2 horas 57 minutos, seguido del proceso de pesado con 56 minutos.

4.1.3 Mapeo de Proceso Actual

Para realizar el VSM (*Value Stream Mapping* / Mapa de Procesos de Valor), se identificaron las áreas de oportunidad en la línea de producción del producto estrella “empacador”.

Contando con los tiempos de cada proceso de la elaboración del empacador, se realizó un Mapeo de Proceso (VSM) Actual para identificar las actividades que no generan valor en el proceso de fabricación.

Antes de elaborar el VSM Actual, se elaboró una tabla para conocer el *Tack Time* del proceso y así, conocer la frecuencia de compra del cliente, basado en los tiempos del proceso tomados anteriormente y la producción requerida, brindada por el jefe de producción (Tabla 4.11).

Tabla 4. 10 Tack Time proceso Empacador (Elaboración propia).

TACKTIME			
VARIABLE	OPERACIÓN	RESULTADO	MEDIDAS
JORNADA LABORAL		8	HORAS
TIEMPO NO LAB		0.5	HORAS
NUMERO DE TURNOS		2	DIARIO
DIAS HAB. POR MES		26	DÍAS
DEMANDA MENSUAL		384.62	KG
TIEMPO DISPONIBLE	16HORAS-1HORA	15	
TIEMPO DISPONIBLE	15HORAS*60 MIN	900	MIN POR DÍA
TIEMPO DISPONIBLE	900MIN*60SEG	54000	SEG POR DÍA
DEMANDA DIARIA	384.62/26	14.79	KILOS POR DÍA
TIEMPO TACK SEG	SEGUNDO*DIA/KILOS POR DÍA	3650	SEG/KILO
TIEMPO TACK MIN	SEG*KG/60	61	MIN POR KILO
TIEMPO TACK HORA	(MIN*KG/60)10KG	10.14	HORA*LOTE

Con esta tabla, se puede concluir que cada 61 minutos, en promedio, los clientes solicitan 1kg de material procesado, tomando en cuenta que el lote consta de 10kg, cada 10.14 h., los clientes solicitan en promedio un lote de material procesado.

Para poder obtener estos resultados, el jefe de producción proporcionó los siguientes datos de demanda en Kg (Tabla 4.12) y piezas requeridas (Tabla 4.13).

Tabla 4. 11 Demanda de Empacador en Kg (elaboración propia).

DEMANDA SEMANAL	
10.00 KG	312 PZ
96.15 KG	3000 PZ
DEMANDA MENSUAL	
96.15 KG	3000 PZ
384.62 KG	12000 PZ

En la tabla anterior se da a conocer que la demanda semanal en kg de fórmula es de 95.15 kg para elaborar 3000 piezas, mensualmente se necesitan 384.62 kg de fórmula para elaborar 12000 piezas.

Tabla 4. 12 Piezas de Empacador fabricadas (Elaboración propia).

PIEZAS POR TURNO	
35 min	20 PZ
480 min	274 PZ
PIEZA POR DÍA	
1 T	274 PZ
2 T	548 PZ
PIEZAS POR SEMANA	
1 D	548 PZ
6 D	3288 PZ

Las piezas elaboradas por turno son 274, ya que se trabaja 480 minutos durante el turno, al trabajar dos turnos, al final del día se tiene una producción de 584 piezas y, finalmente, las piezas elaboradas por semana son 3288, cumpliendo la producción de 3000 piezas por semana, sin embargo, de esas 3288 piezas, semanalmente se tenía una merma en promedio de 150 piezas, dando un 4.56% de pérdida en la producción total. A pesar de la pérdida, se logra suministrar adecuadamente la demanda.

Al contar con esta información se elaboró el VSM Actual (Figura 4.4)

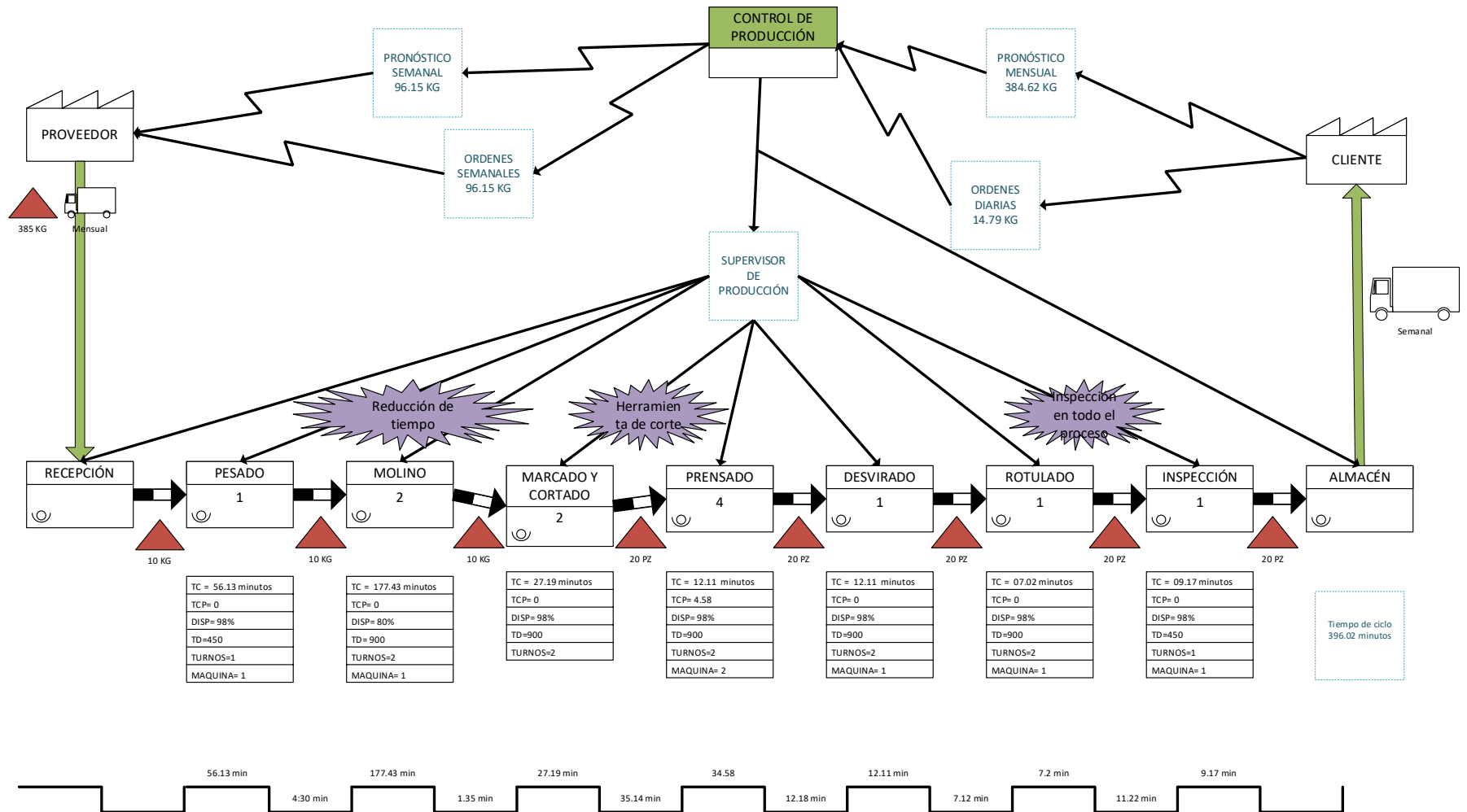


Figura 4 4 VSM Actual (Elaboración Propia).

Al elaborar el *VSM*, se observó lo siguiente:

- El tiempo de es de 56:13 min, mientras que el tiempo de molido es de 2:57:43 horas, a pesar de que el tiempo de pesado alto, este proceso se realiza cada 4 días, sin embargo, el tiempo de molido se realiza diariamente, por lo que es necesario disminuirlo, elevando así la producción.

4.2 Análisis de Oportunidades

4.2.1 Localización de Cuello de Botella

Basados en la Tabla de Toma de Tiempos (Tabla 4.10) y el *VSM* Actual (Figura 4.4) , se determinaron los cuellos de botella dentro del proceso.

Se realizó una junta informando las áreas de oportunidad dentro del proceso con el Gerente General y el Jefe de producción, en las cuales se detectaron las siguientes áreas de oportunidad:

- Orden en área de proceso de “Pesado”.
- Reducción de tiempos en proceso de “Molido”
- Reducción tiempos en proceso de “Marcado y corte”
- Habilitar moldes para incrementar la producción de empacadores.

4.2.2 Determinar origen de problemas

Al analizar el proceso de “Marcado y Pesado”, se puede notar que se realiza sin ningún tipo de maquinaria adecuada para el corte de poliuretanos, utilizando cuchillos, lo cual, pone en riesgo a la integridad física de los trabajadores (Figura 4.5), de igual manera, el proceso de marcado lo hacen con moldes elaborados por ellos y sacabocados.



Figura 4 5 Herramienta de "Marcado y Cortado".

4.2.3 Mapeo de Proceso Propuesto

Teniendo en cuenta las nuevas áreas de oportunidad, se realizó un VSM Propuesto (Figura 4.6), en donde aplicando mejoras, reduce el tiempo de proceso de 239.29 minutos a 205.10 minutos.

- Se elimina el proceso de inspección, ya que se inspecciona la pieza durante todo el proceso,
- Se implementa una máquina de marcado y cortado

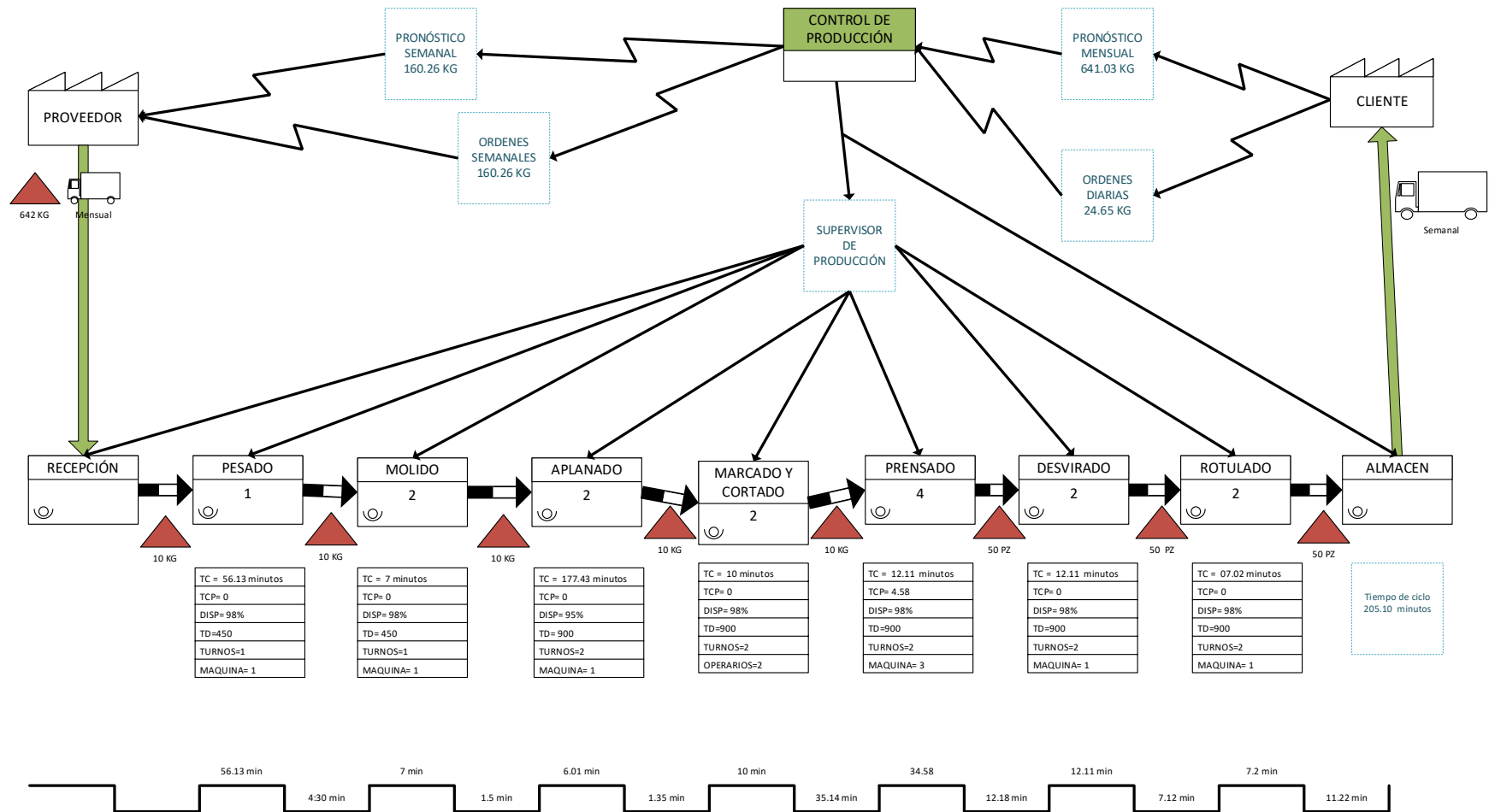


Figura 4 6 VSM Propuesto (Elaboración propia).

4.3 Aplicación de mejoras propuestas

4.3.1 Plan de acción para el proceso del artículo más vendido

Con base en el análisis del mapeo de proceso propuesto (VSM) se determinaron las mejores propuestas en este, localizando los cuellos de botella en el proceso de Pesado, Molino y Marcado y Corte.

En el Área de Inventario de Materia Prima, donde se lleva a cabo el proceso de “Pesado”, se notó un área sucia, la herramienta de medida sin colocarse en un lugar específico, los sacos donde se coloca la fórmula se encontraban esparcidos en el área de trabajo, por lo que se propuso aplicar Seiton y Seiso (orden y limpieza) en esta área.

El cuello de botella de la línea de producción se encontró en el proceso de Molido, teniendo un tiempo de proceso de 177 minutos. Se propuso instalar maquinaria para reducir el tiempo de este proceso, la maquinaria fue elegida por el Gerente General en conjunto con el jefe de producción, ya que, el Gerente General observó las ventajas del equipo “Bamburi” en la línea de producción de una empresa situada en CDMX, observando notoriamente la reducción de tiempo de proceso, por lo cual autorizó la compra de esta maquinaria.

La herramienta que se utiliza en el proceso de Marcado y Corte es fabricada por los colaboradores de la empresa, por lo cual se sugirió al Jefe de Producción crear una máquina que corte la “Lámina de Fórmula” de manera óptima, ya que el proceso tarda 29 minutos con la intervención de dos operadores.

4.3.2 Instalación de Bamburi y Prensa

Se compró la máquina “Bamburi” (Figura 4.7), para reducir el tiempo de la fórmula en Molino (Figura 4.8), siendo esta, una mejora significativa para el proceso.

Se construyó un espacio adecuado para colocar la máquina y se mandó a capacitación a los colaboradores a CDMX para que aprendieran el manejo de esta.



Figura 4 7 Bamburi.



Figura 4 8 Molino.

Con la nueva maquinaria y un nuevo espacio, se ingresó un proceso más a la línea de producción, “Aplanado”, a pesar de que la máquina “Bamburi” realiza el proceso de molido, la mezcla no tiene el grosor necesario (2.5 cm) para ser marcada y cortada, ya que la máquina arroja la fórmula en forma de bola y no en forma de lámina.

El Layout elaborado anteriormente fue modificado, por lo que se realizó un nuevo Mapeo de Proceso (Figura 4.9) y Layout (Figura 4.10), los cuales se muestran a continuación.

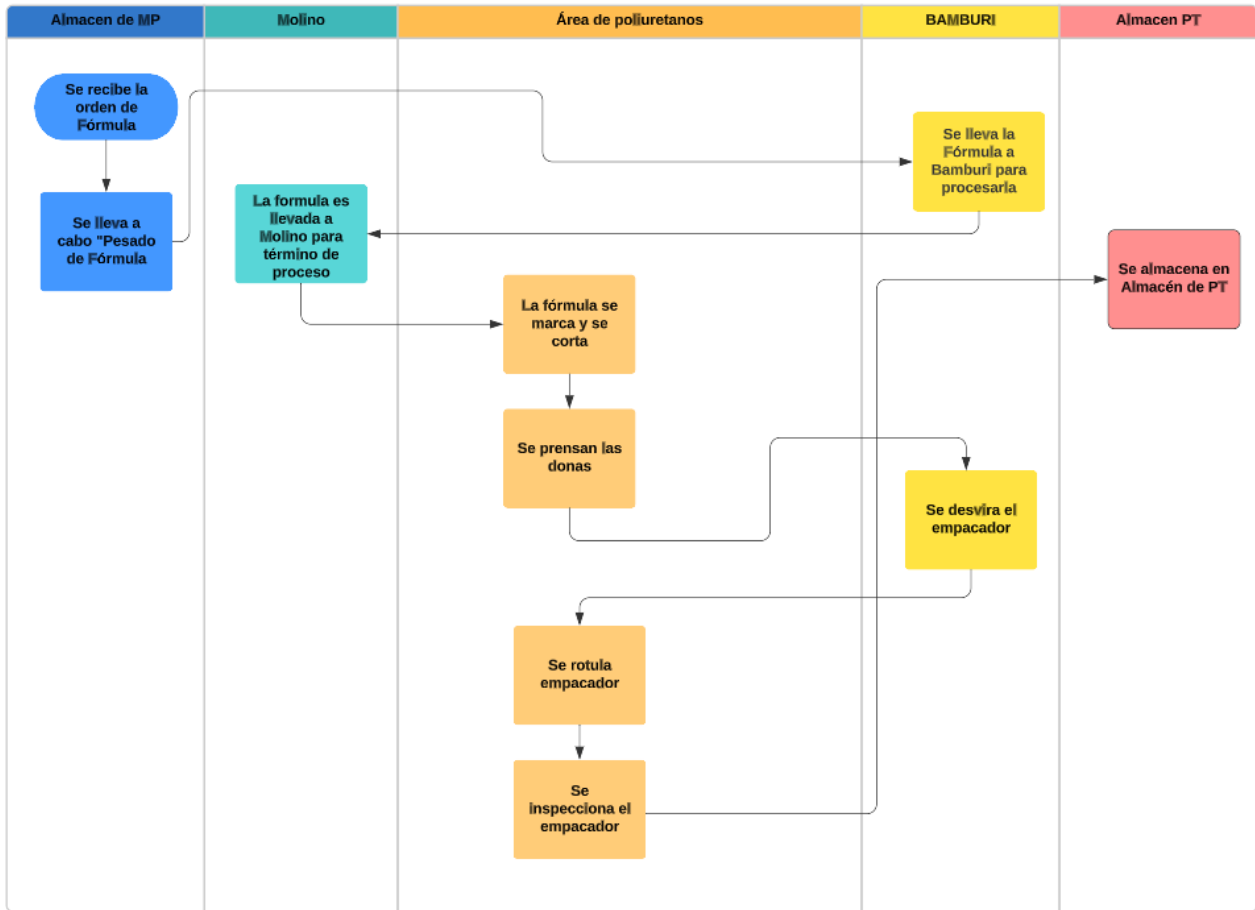


Figura 4.9 Proceso de Empacador con Bamburi (Elaboración propia).

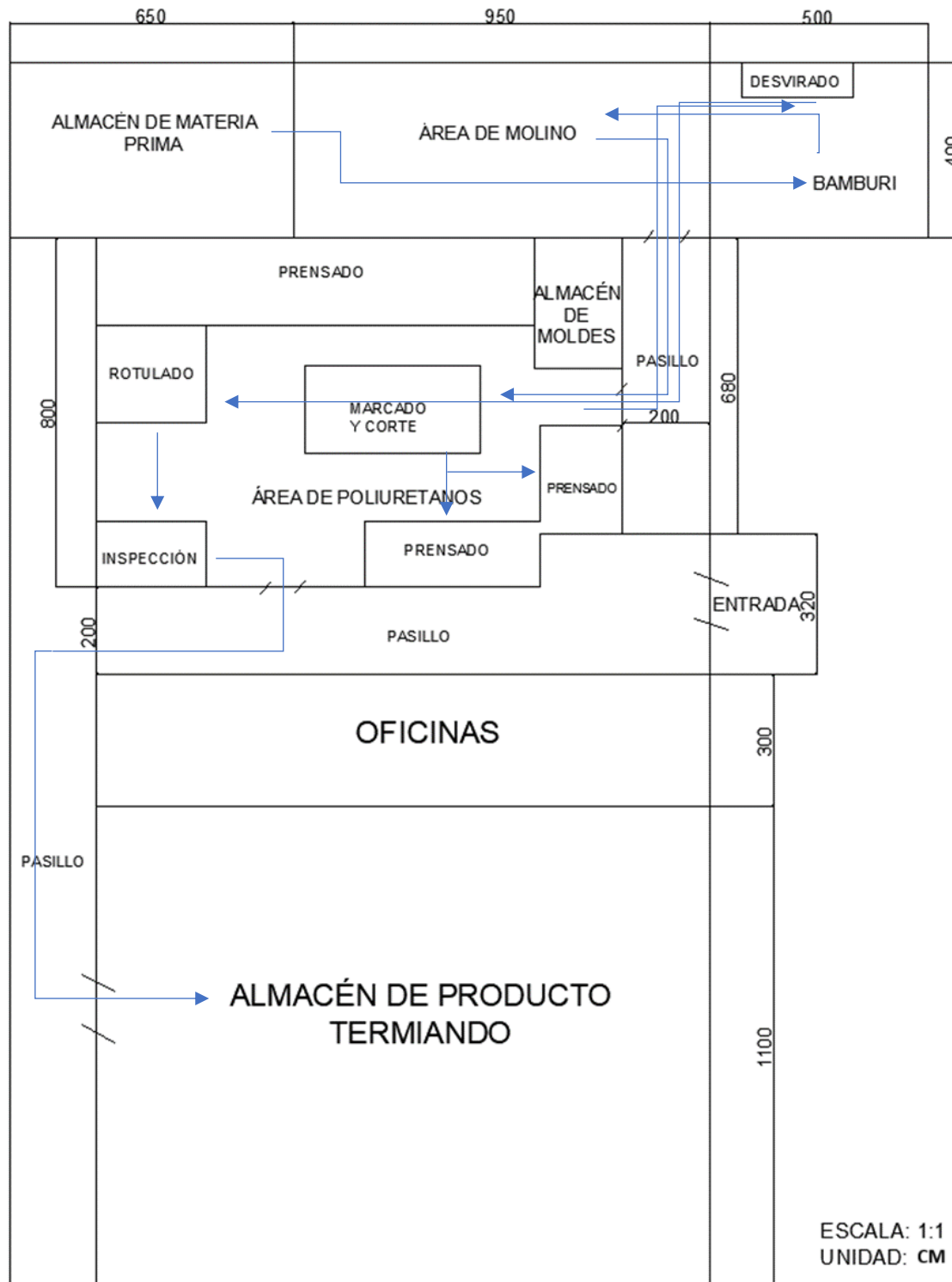


Figura 4 10 Layout con recorrido de Empacador con Bamburi (Elaboración propia).

Posterior a la instalación de la maquinaria Bamburi y la reducción de tiempos en el proceso de molido la demanda de empaques, incremento de 300 piezas a 6500, sin embargo, Ingeniería JAME, S.A. de C.V., no podía cubrir la demanda solicitada, ya que sólo se contaba con 20 moldes de pieza empaque, teniendo una producción semanal de 3288 piezas, quedando por debajo de la demanda en un 50.58%.

Para incrementar la producción de pieza empaque, se propusieron las siguientes ideas al jefe de producción para dar solución al área de mejora encontrada:

1. Fabricar 20 moldes de pieza empaque.
2. Instalar dos prensas extra.
3. Instalar una prensa con 20 plazas de pieza empaque.

Se analizaron las ideas propuestas, por lo que se llegó a las siguientes conclusiones.

Fabricar 20 moldes de pieza empaque: Esta opción no es viable, ya que los torneros de la planta son quienes fabrican los moldes, tomando un tiempo de fabricación de dos horas con treinta minutos, dando un total de 50 horas para la fabricación de 20 moldes de pieza empaque. Siendo este trabajo extra para los torneros, ya que ellos realizan las almas de distintas piezas, por lo cual, los atrasaría en su producción.

Instalar dos prensas extra: Al no contar con los 20 moldes de pieza empaque, el instalar dos prensas iguales a las existentes no es conveniente, ya que estas realizan la pieza a partir del molde como se muestra en la Figura 11.



Figura 4 11 Prensa de Pieza Empaquer.

Instalar una prensa con 20 plazas de pieza empacador: Se propuso instalar una prensa con la forma de pieza empacador, para así, sólo colocar la galleta de neopreno.

La última idea propuesta fue aprobada por el jefe de producción, por lo cual, fue solicitada al proveedor de la empresa, ya que, las prensas existentes fueron fabricadas por el mismo proveedor.

Se le hicieron llegar las especificaciones, haciendo hincapié en que esta prensa tendría los moldes incluidos.

El tiempo de fabricación e instalación estimado de la nueva prensa fue de tres semanas, cumpliéndose en tiempo y forma.

Se instaló la nueva prensa, con 20 espacios de empacadores (Figura 4.12), incrementando la producción de 3288 piezas a 6576 piezas, cubriendo la nueva demanda de pieza empacador.



Figura 4 12 Prensa Nueva de pieza Empacador.

4.3.3 Implementación de 5S's en Almacén de Materia Prima (Orden y Limpieza)

La implementación de la Metodología 5S dentro de Ingeniería JAME, S.A. de C.V. se llevó a cabo, sin embargo, por motivos de tiempo, se implementaron las primeras 2S's que es Orden y Limpieza (Seiton y Seiso) en el área de Almacén de Materia Prima.

Antes de la aplicación de Seiso y Seiton, se tenía un tiempo promedio de pesado de 56:13 min.

° Seiso (Limpieza).

En el área de Almacén de Materia Prima, se detectaron residuos ajenos al área, como es: envases de refresco, desodorantes, frascos de café, azúcar, bolsas de papel, mangueras, plásticos y aceite como se muestra en la Figura 4.13 y Figura 4.14.



Figura 4 13 Almacén de Materia Prima antes de Seiso.



Figura 4 14 Almacén de Materia Prima antes de Seiso.

Estos residuos ajenos desecharon, de manera consciente y responsable, liberando espacio en el área de Almacén de Materia Prima, de igual manera, en el área en donde se colocan los polvos, con los cuales se hace la materia prima, también se encontraba cartón, el cual no debía estar (Figura 4.15).



Figura 4.15 Almacén de Materia Prima antes de Seiso.

° Seiton (Orden).

Al haber eliminado los residuos ajenos del almacén, y, teniendo en cuenta el incremento de demanda, se reabasteció la materia prima, siendo esta ordenada con base en su naturaleza (Figura 4.16, 4.17, 4.18 y 4.19).



Figura 4.16 almacén de Materia Prima antes de Seiton.



Figura 4 17 Almacén de Materia Prima después de Seiso y Seiton.



Figura 4 18 Almacén de Materia Prima después de Seiso y Seiton.



Figura 4 19 Almacén de Materia Prima después de Seiso y Seiton.

Al aplicar *Seiso* y *Seiton*, se tomaron tiempo de pesado, teniendo el amaren limpio y ordenado, sin objetos ajenos al área, de 56:13 min a 55:02 min, se redujo el tiempo de pesado en 1:11 min.

4.3.4 Poka-yoke

El proceso de Marcado, como se muestra anteriormente, no tiene herramientas óptimas para marcar y cortar la lámina de hule, ya que cuenta con dos cuchillos hecho a base de lámina, siendo este un problema para la empresa y para los colaboradores que están en el proceso de cortado, ya que es de alto riesgo para su integridad física. El proceso de cortado lo deben hacer relativamente rápido, ya que la lámina de hule llega caliente a la estación y si se enfría es difícil de cortar por la dureza que maneja, siendo de dureza 70 a 90 Shore A.

Por lo antes mencionado, se propuso elaborar un prototipo de máquina de cortado que ayude a los colaboradores a realizar la tarea de manera segura y óptima.

Las cortadoras/troqueladoras, se componen de:

- Manija.
- Mecanismo de subir y bajar.
- Lamina superior con molde.
- Lamina inferior.

Demandas Primarias

Para comenzar a la elaboración del método AHP (Analytic Hierarchy Process) y así, poder crear la máquina de cortado, se dieron a conocer las demandas primarias para la máquina en un diagrama de Ishikawa (Figura 4.20) y posteriormente se definieron (Tabla 4.13).



Figura 4 20 Ishikawa de demandas primarias Poka Yoke (Elaboración propia).

Tabla 4. 13 Definición de demandas primarias Poka Yoke (Elaboración propia).

DEMANDAS PRIMARIAS POKAYOKE
Practicidad: que la máquina/herramienta sea práctica, es decir que requiera mantenimiento mínimo o nulo, que sea útil para cualquier tipo de corte.
Peso: Cuánto pesa la máquina, si la máquina no es fija y el usuario debe cargarla, no debe ser pesada.
Seguridad: Que el usuario tenga con corra peligro de lesiones o perdida de alguna extremidad al ocupar la máquina.
Velocidad de Corte: Velocidad con la que la máquina realizará el corte, ya sea rápido o lento según lo requiera el proceso.

DEMANDAS PRIMARIAS POKAYOKE

Energía: Consumo de energía que requiere la máquina dependiendo el tipo de motor, si necesita calentar el material a cortar para que sea fácil su corte. (En caso de que la máquina sea automatizada)

Posteriormente, se procedió a evaluar cada una de las demandas para obtener el RCI, arrojando un resultado de 0.079 siendo favorable para el proceso (Tabla 4.14).

Tabla 4. 14 RCI de demandas primarias Poka Yoke (Elaboración propia).

λ Max=	$\Sigma(\text{Sum Col} \cdot W_i)$
	5.352
ICR=	$(\lambda \text{ Max} - n)/(n-1)$
ICR=	0.088
RCI=	ICR/ICA
RCI=	0.079
RCI<=0.1	

Demandas Secundarias

Al haber definido las demandas primarias y haber obtenido un RCI favorable, se obtuvieron las demandas secundarias (Tabla 4.15), haciendo un diagrama de Ishikawa de cada una de ellas (Figura 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25).

Tabla 4. 15 Demandas primarias y demandas secundarias Poka Yoke (Elaboración propia).

Demandas primarias	Demandas secundarias
PRACTICIDAD	Mantenimiento
	Patrones
	Modularidad
PESO	Material
	Tamaño Patrones
	Densidad
	Volumen
SEGURIDAD	Protección de filo
	Mecanismo de encendido y apagado
	Carga de material
	Botón de paro
VELOCIDAD DE CORTE	HERRAMIENTA DE CORTE
	PATRON DE CORTE
	MATERIAL DEL PATRON

ENERGÍA	DUREZA DEL MATERIAL
	GROSOR DE MATERIAL
	Tipo de motor
	Tipo de transmisión
	Fuente de calor

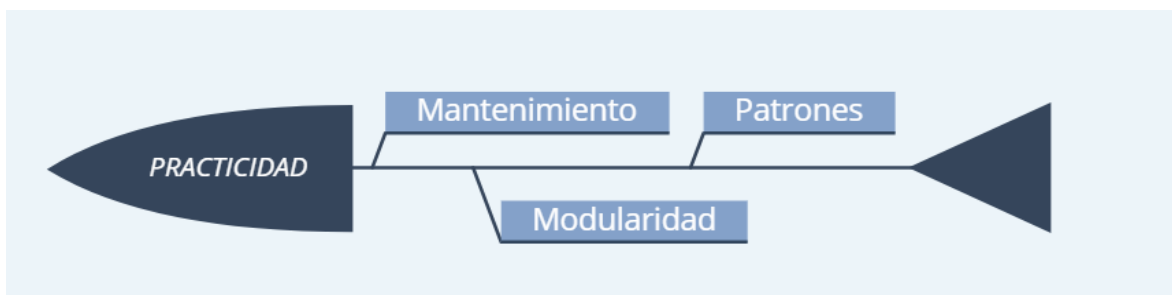


Figura 4 21 Ishikawa de demandas secundarias "Practicidad" Poka Yoke (elaboración propia).

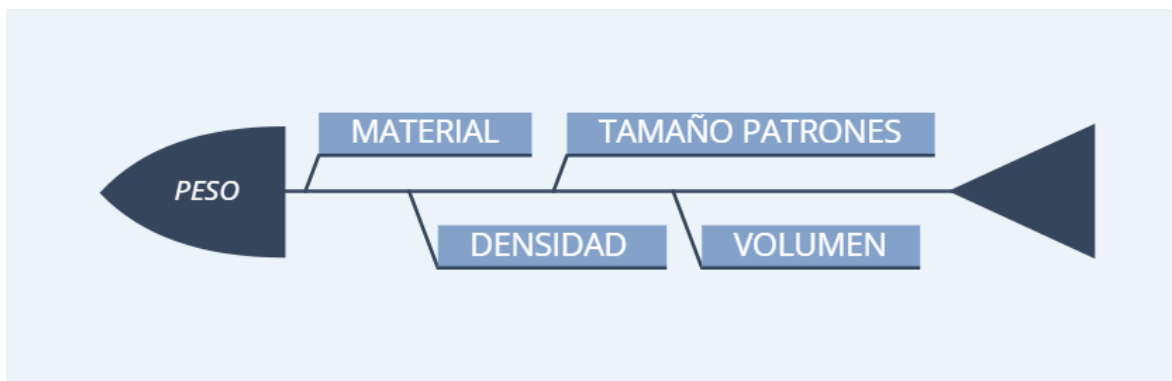


Figura 4 22 Ishikawa de demandas secundarias "Peso" Poka Yoke (elaboración propia).

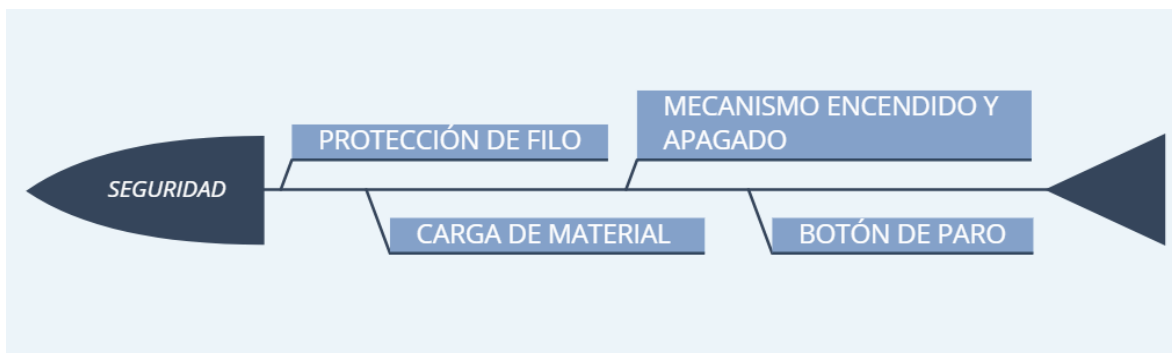


Figura 4 23 Ishikawa de demandas secundarias "Seguridad" Poka Yoke (elaboración propia).

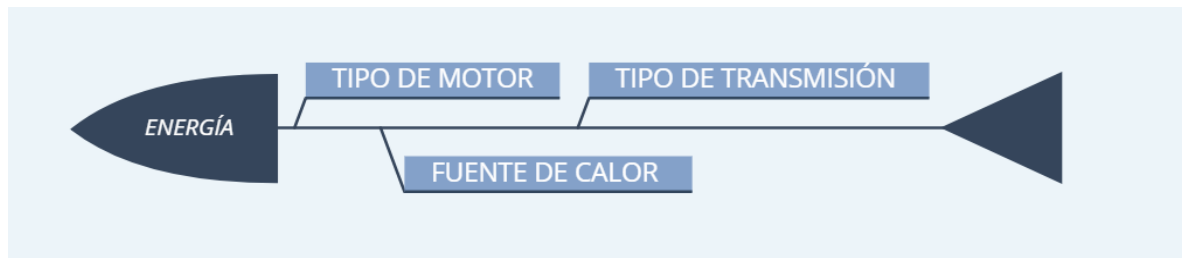


Figura 4 24 Ishikawa de demandas secundarias "Energía" Poka Yoke (elaboración propia).

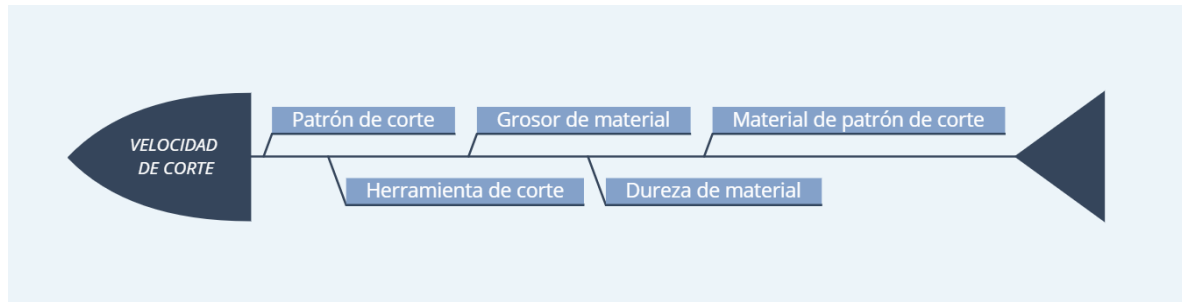


Figura 4 25 Ishikawa de demandas secundarias " Velocidad de Corte" Poka Yoke (elaboración propia).

Contando con los diagramas de Ishikawa, se definieron cada una de las demandas secundarias (Tabla 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20).

Tabla 4. 16 Demanda secundaria" Practicidad" (Elaboración propia).

DEFINICIÓN DE DEMANDA SECUNDARIA "PRACTICIDAD"
MANTENIMIENTO: La máquina requiere mínimo mantenimiento o nulo, que no se descomponga
PATRONES: Patrones de corte con los que cuenta la máquina
MODULARIDAD: cambio de plantillas de la máquina para que funciones en todos los procesos.

Tabla 4. 17 Demanda secundaria" Peso" (Elaboración propia).

DEFINICIÓN DE DEMANDA SECUNDARIA "PESO"
MATERIAL: Material con el que está hecha la herramienta, que sea resistente pero no difícil de cargar.
TAMAÑO PATRONES: Conocer que tan grandes son los patrones y cuantos patrones habría en la plantilla para determinar el peso que este conlleva.

DENSIDAD: Kilogramo por metro cúbico que pesará la herramienta
VOLUMEN: Espacio que ocupará la máquina

Tabla 4. 18 Demanda secundaria" Seguridad" (Elaboración propia).

DESCRIPCIÓN DE DEMANDA SECUNDARIA “SEGURIDAD”
PROTECCIÓN FILO: El filo debe estar aislado, de manera que el usuario no pueda tener contacto con él, y así no sufrir alguna lesión
ENCENDIDO Y APAGADO: Herramienta con botón de encendido y apagado para controlar que funcione sólo cuando el usuario quiere que funcione
CARGA DE MATERIAL: El poner el material para cortar en la herramienta es seguro y fácil para el usuario
BOTÓN DE PARO: Si hay algún percance, cuenta con un botón de paro para que se detenga el corte tajantemente.

Tabla 4. 19 Demanda secundaria" Velocidad de Corte" (Elaboración propia).

DESCRIPCIÓN DE DEMANDA SECUNDARIA “VELOCIDAD DE CORTE”
HERRAMIENTA DE CORTE: Herramienta que se ocupará para cortar el material (neopreno)
PATRÓN DE CORTE: Figura que se obtendrá del material cortado.
MATERIAL DEL PATRÓN: Material con el que está hecho el patrón para cortar
DUREZA DEL MATERIAL: Dureza del material que será cortado (va de 75 a 95)
GROSOR DE MATERIAL: Grosor del material que será cortado (de 2cm a 3.5 cm)

Tabla 4. 20 Demanda secundaria" Energía" (Elaboración propia).

DESCRIPCIÓN DE DEMANDA SECUNDARIA “ENERGÍA”
TIPO DE MOTOR: La potencia del motor se definirá a partir del tipo de corte que se realice, debe ser lo suficientemente potente para cortar el neopreno de dureza 70 hasta 95
TIPO DE TRANSMISIÓN: Mecanismo que convierte la fuerza del motor en una fuente controlada de energía

FUENTE DE CALOR: Fuente de calor con la que contará la herramienta para que, si el material a cortar es demasiado duro, al momento de calentarlo sea fácil su corte.

Como se hizo con las demandas primarias, se obtuvo el RCI de las demandas secundarias, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 4.21, 4.22, 4.23 4.24 y 4.25):

Tabla 4. 21 RCI de demanda secundaria "Practicidad" Poka Yoke (Elaboración propia).

Practicidad	
λ Max=	$\Sigma(\text{Sum Col} * W_i)$ 3.079
ICR=	$(\lambda \text{ Max} - n) / (n - 1)$
ICR=	0.039
RCI=	ICR/ICA
RCI=	0.068
RCI <= 0.1	

Tabla 4. 22 RCI de demanda secundaria "Peso" Poka Yoke (Elaboración propia).

Peso	
λ Max=	$\Sigma(\text{Sum Col} * W_i)$ 4.073
ICR=	$(\lambda \text{ Max} - n) / (n - 1)$
ICR=	0.024
RCI=	ICR/ICA
RCI=	0.027
RCI <= 0.1	

Tabla 4. 23 RCI de demanda secundaria "Seguridad" Poka Yoke (Elaboración propia).

Seguridad	
λ Max=	$\Sigma(\text{Sum Col} * W_i)$ 4.251
ICR=	$(\lambda \text{ Max} - n) / (n - 1)$
ICR=	0.084
RCI=	ICR/ICA
RCI=	0.094
RCI <= 0.1	

Tabla 4. 24 RCI de demanda secundaria "Velocidad de Corte" Poka Yoke (Elaboración propia).

Velocidad de Corte	
--------------------	--

$$\begin{aligned}\lambda \text{ Max} &= \sum(\text{Sum Col} * W_i) \\ &= 5.3201978 \\ \text{ICR} &= (\lambda \text{ Max} - n) / (n - 1) \\ \text{ICR} &= 0.080 \\ \text{RCI} &= \text{ICR} / \text{ICA} \\ \text{RCI} &= 0.072 \\ \text{RCI} &\leq 0.1\end{aligned}$$

Tabla 4. 25 RCI de demanda secundaria "Energía" Poka Yoke (Elaboración propia).

Energía	
$\lambda \text{ Max} =$	$\sum(\text{Sum Col} * W_i)$
	3.100
$\text{ICR} =$	$(\lambda \text{ Max} - n) / (n - 1)$
$\text{ICR} =$	0.050
$\text{RCI} =$	ICR / ICA
$\text{RCI} =$	0.086
$\text{RCI} \leq$	0.1

Obteniendo RCI favorables en cada una de las demandas primarias, siendo menor a 0.1, se realizó el *concentrado de las Demandas Primarias y Demandas Secundarias* (Tabla 4.26).

Tabla 4. 26 Concentrado de Demandas Primarias y Secundarias (Elaboración Propia).

DEMANDA PRIMARIA	%	DEMANDA SECUNDARIA	PROMEDIO	IMPORTANCIA
PRACTICIDAD	15 %	Mantenimiento	0.274	4%
		Patrones	0.087	1%
		Modularidad	0.639	9%
PESO	8%	Material	0.155	1%
		Tamaño Patrones	0.544	4%
		Densidad	0.248	2%
		Volumen	0.053	0.40%
SEGURIDAD	36 %	Protección de filo	0.061	2%
		Mecanismo de encendido y apagado	0.207	7%
		Carga de material	0.139	5%
		Botón de paro	0.593	21%
VELOCIDAD DE CORTE	25 %	HERRAMIENTA DE CORTE	0.254	6%
		PATRON DE CORTE	0.482	12%

		MATERIAL DEL PATRON	0.156	4%
		DUREZA DEL MATERIAL	0.072	2%
		GROSOR DE MATERIAL	0.036	1%
ENERGÍA	18 %	Tipo de motor	0.764	13%
		Tipo de transmisión	0.070	1%
		Fuente de calor	0.166	3%
				100%

Al ser, pocas las demandas, se tomaron todas las demandas (según su importancia) para comenzar la planeación del producto.

A la par de nuestro producto, se evaluaron 3 máquinas cortadoras, las cuales fueron:

1. Máquina R2X17.
2. Máquina Troqueladora.
3. Máquina Corte de Agua.

Obteniendo la siguiente tabla de comparación entre cada una de las máquinas de corte obteniendo así, la siguiente información (Tabla 4.27):

Tabla 4. 27 Planeación de Poka Yoke (elaboración propia).

DEMANDA PRIMARIA	%	DEMANDA SECUNDARIA	PROMEDIO		IMPORTANCIA	EVALUACIÓN CLIENTE				VALOR OBJETIVO	TASA DE MEJORA	VALOR ESTRATÉGICO	IMPORTANCIA COMP.	Norm. De la Imp. Com. %
						N	M 1	M 2	M 3					
PRACTICIDAD	15 %	Mantenimiento	0.274	0.040	4.014	5	4	4	3	5	1.00	1.5	6.021	4.336
		Patrones	0.087	0.013	1.275	3	3	3	5	4	1.33	1.5	2.550	1.836
		Modularidad	0.639	0.094	9.375	5	4	3	5	5	1.00	1.2	11.250	8.101
PESO	8%	Material	0.155	0.012	1.170	5	5	2	2	5	1.00	1.2	1.404	1.011
		Tamaño Patrones	0.544	0.041	4.113	4	4	3	3	4	1.00	1	4.113	2.962
		Densidad	0.248	0.019	1.880	4	5	2	2	4	1.00	1	1.880	1.354
		Volumen	0.053	0.004	0.403	5	5	2	2	5	1.00	1	0.403	0.290
SEGURIDAD	36 %	Protección de filo	0.061	0.022	2.176	5	3	3	2	5	1.00	1.5	3.264	2.350
		Mecanismo de encendido y apagado	0.207	0.074	7.378	5	1	1	5	5	1.00	1.2	8.853	6.375
		Carga de material	0.139	0.050	4.954	4	4	4	4	4	1.00	1.5	7.431	5.351
		Botón de paro	0.593	0.212	21.157	5	1	1	4	5	1.00	1.5	31.736	22.853
VELOCIDAD DE CORTE	25 %	HERRAMIENTA DE CORTE	0.254	0.062	6.246	5	3	3	3	5	1.00	1.2	7.495	5.397
		PATRON DE CORTE	0.482	0.118	11.840	4	3	4	4	4	1.00	1.2	14.208	10.231
		MATERIAL DEL PATRON	0.156	0.038	3.833	4	2	3	4	4	1.00	1	3.833	2.760

DEMANDA PRIMARIA	%	DEMANDA SECUNDARIA	PROMEDIO		IMPORTANCIA	EVALUACIÓN CLIENTE				VALOR OBJETIVO	TASA DE MEJORA	VALOR ESTRATÉGICO	IMPORTANCIA COMP.	Norm. De la Imp. Com. %
						N	M 1	M 2	M 3					
		DUREZA DEL MATERIAL	0.072	0.018	1.774	5	1	2	5	5	1.00	1.5	2.662	1.917
		GROSOR DE MATERIAL	0.036	0.009	0.890	5	1	2	5	5	1.00	1.5	1.336	0.962
ENERGÍA	18 %	Tipo de motor	0.764	0.134	13.391	4	1	1	4	5	1.25	1.5	25.109	18.081
		Tipo de transmisión	0.070	0.012	1.222	4	1	1	4	5	1.25	1.2	1.834	1.320
		Fuente de calor	0.166	0.029	2.906	5	1	1	3	5	1.00	1.2	3.487	2.511
IMPORTANCIA PONDERADA												24.4	138.870	100

Al contar con esta tabla, se pudo definir el valor objetivo que buscamos para nuestro producto, cual es la tasa de mejora que tenemos, el valor estratégico. Así como la importancia ponderada de nuestras demandas y se obtiene la Normalización de la Importancia Compuesta.

Observe que el producto de "Nosotros" tiene el mejor producto a los ojos del consumidor, seguido del competidor 3 y posteriormente el Competidor 2. El valor objetivo es de 472, es decir, el nivel que se aspira.

Las demandas de importancia según la Normalización De la Importancia son (Tabla 4.28):

Tabla 4. 28 Calidad Exigida Poka Yoke (Elaboración propia).

Calidad Exigida	Norm. De la Imp. Com %
Botón de paro	22.85
Tipo de motor	18.08
Patrón de corte	10.23
Modularidad	8.10
Mecanismo de encendido y apagado	6.38
Herramienta de corte	5.40
Carga de material	5.35
Mantenimiento	4.34
Tamaño Patrones	2.96
Material del patrón	2.76
Fuente de calor	2.51
Protección de filo	2.35

Derivado del AHP se determinaron las calidades exigidas por el cliente, las cuales tendrían un efecto positivo en la satisfacción. La voz del cliente se transforma en especificaciones a cuáles se les asigna a una medida de desempeño y una prueba que evalúe esta medida, obteniendo la siguiente tabla (Tabla 4.29):

Tabla 4. 29 Pruebas para realizar a Poka Yoke (Elaboración propia).

Calidad Exigida	Medidas de desempeño	Pruebas para realizar
Mantenimiento	Durabilidad de los componentes	Desgaste de componentes
Patrones	Desempeño de molde (cortar)	Cantidad de cortes que realiza
Modularidad	Cambio de moldes	Corte al hule
Material	Peso molde	material utilizado
Tamaño Patrones	Capacidad de producción	Corte de laminas

Calidad Exigida	Medidas de desempeño	Pruebas para realizar
Densidad	Material de máquina	Tipo de material
Volumen	Tamaño de máquina	Espacio disponible
Protección de filo	Tiempo de interacción del usuario con las cuchillas	Interacción durante corte
Mecanismo de encendido y apagado	Encendido de la máquina	Función de máquina
Carga de material	Facilidad de carga de material	Colocación de material
Botón de paro	Eficiencia de paro	Apretar botón de paro
Herramienta de corte	Programación de herramienta de corte	Tiempo de cortado
patrón de corte	Resistencia del patrón de corte	Presión ejercida
Material del patrón	Resistencia del patrón de corte	Presión ejercida
Dureza del material	Tipo de material	Presión ejercida
Grosor de material	Tipo de material	Profundidad de corte
Tipo de motor	Resistencia de motor	Tipo de corte a realizar
Tipo de transmisión	Fuerza del motor	Determinando los caballos de potencia
Fuente de calor		Calentar material

Para identificar el grado relación de calidad exigida con las pruebas a realizar se elaboró la siguiente tabla, teniendo en cuenta que 9 = Relación fuerte, 3 = Relación media, 1 = Relación débil y 0 = No hay relación.

Tabla 4. 30 Relación de Pruebas a Realizar Poka Yoke (Elaboración propia).

Calidad exigida	Pruebas para realizar															
	Desgaste de componentes	Cantidad de cortes que	Corte al hule	material utilizado	Corte de laminas	Tipo de material	Espacio disponible	Interacción durante corte	Función de máquina	Colocación de material	Apretar botón de paro	Tiempo de cortado	Presión ejercida	Profundidad de corte	Tipo de corte a realizar	Determinando los caballos
Mantenimiento	9	3	3	3	3	3	3	3	3	1	9	3	3	3	3	3
Patrones	9	9	9	9	9	9	0	9	1	1	1	9	9	9	9	0
Modularidad	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	9	0
Material	1	9	9	9	9	9	0	9	3	1	1	9	9	9	9	3
Tamaño Patrones	0	0	0	0	0	3	9	3	3	0	0	3	9	9	9	1
Densidad	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volumen	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Calidad exigida	Pruebas para realizar															
	Desgaste de componentes	Cantidad de cortes que	Corte al hule	material utilizado	Corte de laminas	Tipo de material	Espacio disponible	Interacción durante corte	Función de máquina	Colocación de material	Apretar botón de paro	Tiempo de cortado	Presión ejercida	Profundidad de corte	Tipo de corte a realizar	Determinando los caballos
Protección de filo	3	3	9	9	9	3	1	9	1	9	9	3	3	3	3	1
Mecanismo de encendido y apagado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	3
Carga de material	0	0	0	9	0	9	3	0	3	9	1	0	0	0	0	0
Botón de paro	0	0	0	0	0	0	0	9	3	0	9	0	9	9	9	9
Herramienta de corte	9	9	9	9	9	9	1	9	3	1	9	9	9	9	9	3
Patrón de corte	9	9	9	9	9	9	0	9	9	0	1	9	9	9	9	3
Material del patrón	9	9	9	9	9	9	3	9	9	0	0	9	9	9	9	1
Dureza del material	3	1	3	9	1	9	0	1	1	0	0	3	9	3	9	9
Grosor de material	3	0	1	9	1	9	0	0	3	1	0	3	9	9	9	9
Tipo de motor	0	9	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	9	3	3	9
Tipo de transmisión	0	3	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	9
Fuente de calor	0	0	0	9	0	9	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1

Al tener la tabla de Matriz de relaciones, se realizó la Tabla de planeación de producto, esta tabla integra la información recolectada anteriormente e informa los valores de diseño y asigna las prioridades y se obtiene los valores deseados en el producto.

Se realiza un benchmarking técnico (Tabla 4.31) con la finalidad de evaluar las medidas de desempeño del producto en desarrollo contra los productos similares de los competidores.

Y, posteriormente, se realizó la Matriz QFD (Tabla 4.32).

Tabla 4. 31 Benchmarking Técnico Poka Yoke (Elaboración propia).

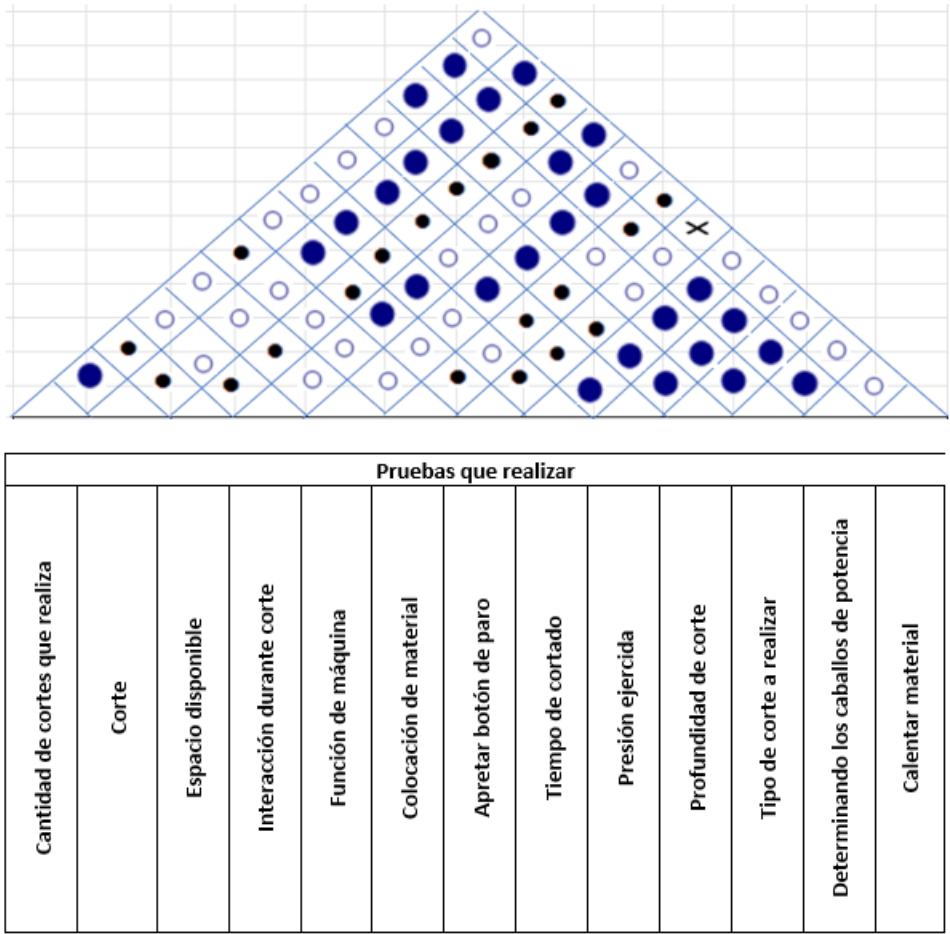
Calidad exigida	Pruebas para realizar													Valor objetivo		Tasa de mejora	Valor estratégico	Importancia comp.	Norm. De la Imp. Com. %
	Cantidad de cortes que realiza	Corte	Espacio disponible	Interacción durante corte	Función de máquina	Colocación de material	Apretar botón de paro	Tiempo de cortado	Presión ejercida	Profundidad de corte	Tipo de corte a realizar	Determinando los caballos de potencia	Calentar material						
Mantenimiento	9	3	3	3	3	3	1	9	3	3	3	3	9	5	45	1.00	1.5	6.02	4.34
Patrones	9	9	9	0	9	1	1	1	9	9	9	9	3	4	36	1.33	1.5	2.55	1.84
Modularidad	0	0	0	0	9	9	0	0	0	0	0	9	0	5	45	1.00	1.2	11.25	8.10
Material	1	9	9	0	9	3	1	1	9	9	9	9	3	5	45	1.00	1.2	1.40	1.01
Tamaño Patrones	0	0	3	9	3	3	0	0	3	9	9	9	9	4	36	1.00	1	4.11	2.96
Densidad	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36	1.00	1	1.88	1.35
Volumen	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	45	1.00	1	0.40	0.29
Protección de filo	3	3	3	1	9	1	9	9	3	3	3	3	1	5	45	1.00	1.5	3.26	2.35
Mecanismo de encendido y apagado	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	3	5	45	1.00	1.2	8.85	6.38
Carga de material	0	0	9	3	0	3	9	1	0	0	0	0	0	4	36	1.00	1.5	7.43	5.35
Botón de paro	0	0	0	0	9	3	0	9	0	9	9	9	9	5	45	1.00	1.5	31.74	22.85

Calidad exigida	Pruebas para realizar													Valor objetivo		Tasa de mejora	Valor estratégico	Importancia comp.	Norm. De la Imp. Com. %
	Cantidad de cortes que realiza	Corte	Espacio disponible	Interacción durante corte	Función de máquina	Colocación de material	Apretar botón de paro	Tiempo de cortado	Presión ejercida	Profundidad de corte	Tipo de corte a realizar	Determinando los caballos de potencia	Calentar material						
Herramienta de corte	9	9	9	1	9	3	1	9	9	9	9	9	3	5	45	1.00	1.2	7.50	5.40
Patrón de corte	9	9	9	0	9	9	0	1	9	9	9	9	3	4	36	1.00	1.2	14.21	10.23
Material del patrón	9	9	9	3	9	9	0	0	9	9	9	9	1	4	36	1.00	1	3.83	2.76
Dureza del material	3	1	9	0	1	1	0	0	3	9	3	9	9	5	45	1.00	1.5	2.66	1.92
Grosor de material	3	0	9	0	0	3	1	0	3	9	9	9	9	5	45	1.00	1.5	1.34	0.96
Tipo de motor	0	9	0	3	0	0	0	3	0	9	3	3	9	5	45	1.25	1.5	25.11	18.08
Tipo de transmisión	0	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	9	5	45	1.25	1.2	1.83	1.32
Fuente de calor	0	0	9	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	5	45	1.00	1.2	3.49	2.51
Importancia ponderada	248	293	411	18 6	36 5	26 0	11 0	25 7	27 0	44 4	38 4	45 9	38 9	80 1					
% importancia	30. 96	36. 58	51. 31	23. 22	45 .5 7	32 .4 6	13 .7 3	32 .0 8	33 .7 1	55 .4 3	47 .9 4	57 .3 0	48 .5 6	10 0					

Calidad exigida		Pruebas para realizar																			
		Cantidad de cortes que realiza	Corte	Espacio disponible	Interacción durante corte	Función de máquina	Colocación de material	Apretar botón de paro	Tiempo de cortado	Presión ejercida	Profundidad de corte	Tipo de corte a realizar	Determinando los caballos de potencia	Calentar material	Valor objetivo		Tasa de mejora	Valor estratégico	Importancia comp.	Norm. De la Imp. Com. %	
	Nosotros	20		1	0	2	0.5	1	3	1650	3 cm	3 1/8	3	28							
	Competid or 1	12		1	1	2	0.5	0	1	1650	.5 cm	1	N/A	N/A							
	Competid or 2	30		5	0	1	0.5	0	5	1650	4 cm	10	4	N/A							
	Competid or 3	50		5	0	2	0.5	0	5	1650	5 cm	9	4	N/A							

Calidad exigida		Pruebas para realizar										
		Cantidad de cortes que realiza	Corte	Espacio disponible	Interacción durante corte	Función de máquina	Colocación de material	Apretar botón de paro	Tiempo de cortado	Presión ejercida	Profundidad de corte	Tipo de corte a realizar
VALOR DESEADO		20 cortes		1 m2	No interacción	2 funciones (Marchado y Corte)	30 segundos	0.1 segundos de respuesta	3 min	1650 PSI	3 cm	1 1/8 in
												Determinando los caballos de potencia
												Calentar material
												Valor objetivo
												Tasa de mejora
												Valor estratégico
												Importancia comp.
												Norm. De la Imp. Com. %

Tabla 4. 32 Matriz QFD Poka Yoke (Elaboración Propia).



Teniendo en cuenta la siguiente tabla de referencia (Tabla 4.33):

Tabla 4. 33 Significado de simbología QFD (Elaboración propia).

Símbolo	Significado
●	Fuertemente positivo
○	Positiva
×	Negativa
⊗	Fuertemente negativa
●	No hay relación

Al revisar la Matriz QFD se encontró las siguientes contradicciones:

- La máquina debe ser filosa para cortar, pero segura para el usuario.
- La máquina debe ser caliente para la lámina de hule, pero fría en su estructura.

Al tener en cuenta que es lo que se espera de la máquina, se realizó el análisis funcional y conflictos identificados tomando en cuenta las partes ya antes mencionadas (Tabla 4.34, 4.35) (Figura 4.26).

Tabla 4. 34 Análisis funcional Poka Yoke (Elaboración propia).

	Mecanismo arriba y abajo	Lamina Superior	Molde de corte	Lamina Inferior	Resistencia	Botón encendido y apagado	Total
Mecanismo de arriba y abajo		si				si	2
Lamina superior	si		si				2
Molde de corte		si					1
Lamina inferior					si		1
Resistencia				si		si	2
Botón de encendido y apagado	si				si		2
Total	2	2	1	1	2	2	

Tabla 4. 35 Análisis funcional Poka Yoke (Elaboración propia).

	Mecanismo arriba y abajo	Lamina Superior	Molde de corte	Lamina Inferior	Resistencia	Botón encendido y apagado	Total
Mecanismo de arriba y abajo		sí (Mueve)				si	2
Lamina superior	si		sí (contiene)				2
Molde de corte		si					1
Lamina inferior					sí (contiene)		1
Resistencia				si		si	2
Botón de encendido y apagado	sí (enciende)				sí (Activa)		2
Total	2	2	1	1	2	2	

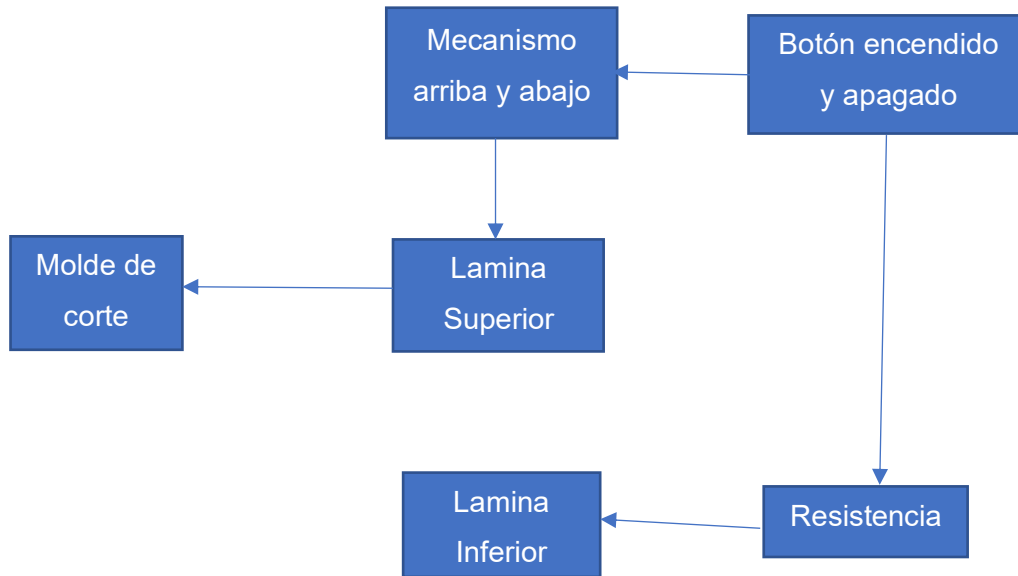


Figura 4 26 Análisis funcional Poka Yoke (Elaboración propia).

La contradicción que se identificó en la máquina es de Contradicción física y principio de separación en el espacio, ya que la máquina debe ser caliente para poder calentar la lámina de hule, sin embargo, no debe calentarse la máquina para que pueda funcionar.

Llegando al siguiente bosquejo de producto.

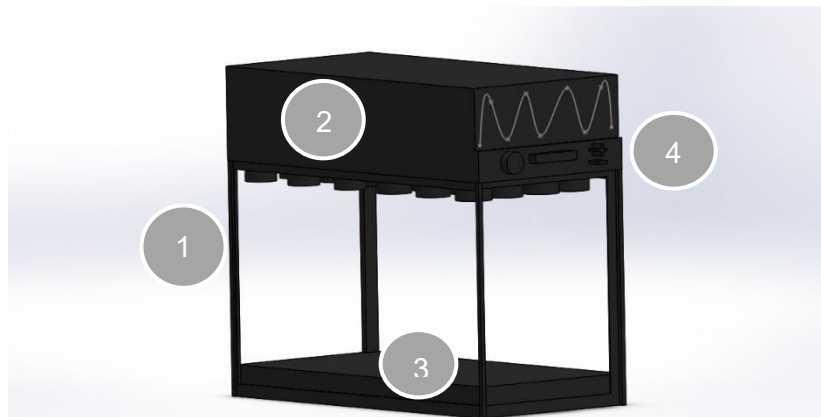


Figura 4 27 Poka Yoke (Elaboración propia).

A continuación, se explica las funciones de cada componente representado en el dibujo.

1. Mecanismo de elevación. Al apretar el botón de encendido, el mecanismo de elevación hará que la lámina superior descienda hasta hacer contacto con el hule, para así marcarlo y cortarlo.
2. Lámina superior. Esta lámina contiene el patrón deseado, el patrón es intercambiable según sea requerido (tiene modularidad), la lámina desciende

hasta tener contacto con el hule, al haber cumplido el marcado y cortado, la lámina sube a su lugar de origen.

3. Lámina inferior. Esta lámina contiene la resistencia que hará que el hule al cortar se caliente, con la finalidad de que no sea complicado cortarlo.
4. El prototipo contiene el botón de encendido/apagado, de igual manera, contiene botones de +/- para aumentar o disminuir la temperatura, según lo requiera el material.

Al contar con el dibujo del Poka-yoke propuesto, se le presentó al jefe de Producción, la realización de este fue autorizado para el año 2020, por metas de la empresa, decidió postergar la realización e implementación del Poka-yoke, ya que, en estos momentos se encuentran enfocados en certificarse bajo la norma ISO 9001:2015.

4.3.5 Plan de Mantenimiento

Al introducir al proceso de producción la máquina Bamburi y la nueva prensa, era necesario generar un plan de mantenimiento.

La maquinaria involucrada en la línea de producción de “Empacador” es:

- Prensa 6.
- Prensa 7.
- Prensa 8.
- Molino 2.
- Bamburi.

La empresa cuenta con un encargado de mantenimiento, por esta razón es importante tener un plan de mantenimiento, ya que, si el encargado no se encuentra en planta, no hay otro colaborador que este autorizado para dar mantenimiento a la maquinaria.

Con la realización del plan de mantenimiento se pretende reducir los fallos en la maquinaria, y si bien, la maquinaria no suele fallar, es mejor prevenir el mantenimiento correctivo.

Se revisó la bitácora del encargado de mantenimiento y el tiempo en el cual se da mantenimiento correctivo a las prensas y a los molinos, en promedio es cada 75 días (dos meses y medio).

Las prensas 6, 7 y 8, así como el Molino 2, se utilizan diariamente, el Bamburi se utiliza cada cuatro días.

Se revisaron los manuales de uso y funcionamiento de las prensas y maquinaria Bamburi, en las cuales se indica que se debe dar mantenimiento cada dos y 6 meses respectivamente.

La planificación del tipo de mantenimiento a realizar se especificó con base en periodos de tiempo, el tiempo estimado de mantenimiento preventivo se acordó junto con el encargado de mantenimiento, jefe de producción y encargada de seguridad, y con base en los manuales de máquina; se programaron cada 60 días para las prensas y cada 180 días para la maquinaria Bamburi.

Al tener identificadas la maquinaria involucrada y el tiempo definido, se elaboró un programa de mantenimiento el cual, se muestra a continuación (Figura 4.28), este programa fue aprobado por el Gerente General de la empresa.

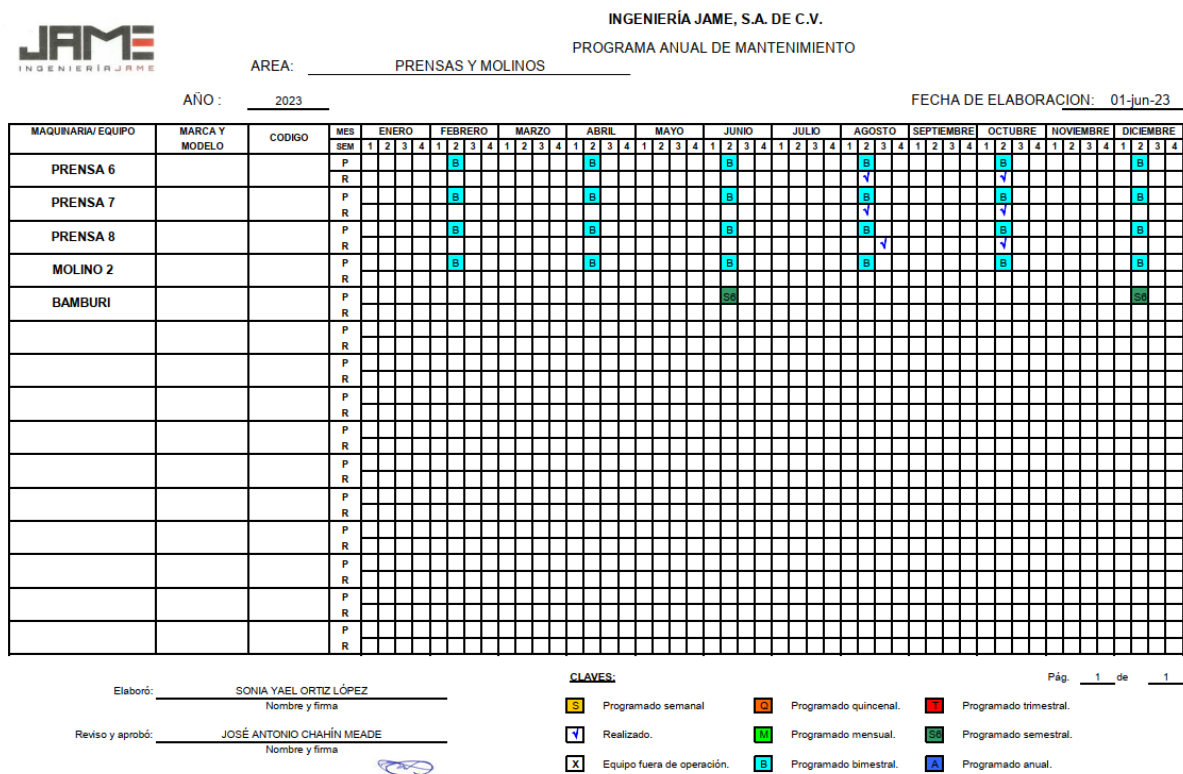


Figura 4 28 Programa de Mantenimiento (Elaboración propia)

De igual Manera, con base en las especificaciones de la maquinaria y medidas de prevención que recomiendan los manuales de máquina, se elaboraron Procedimiento de Trabajo para uso de Molino (Figura 4.29) y Procedimiento para uso de Prensa (Figura 4.30).

	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO GENERAL EN MOLINOS		NUMERO DE PROCEDIMIENTO: PROC-001-MOLI1
	REVISION: 01	NIVEL DE USO: PASO A PASO	PAGINA 1 DE 6

PROPÓSITO:

El propósito de este procedimiento es proporcionar instrucciones para efectuar el uso y procedimiento de trabajo de molino de hule para realizar el mezclado de fórmulas correctamente.

REFERENCIAS:

Uso cotidiano de molineros

PROCEDIMIENTO:

❖ PASO 1 ESPECIFICACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Para poder trabajar en el área de molinos requerimos medidas de seguridad al ingresar al área, los que se requieren son

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| ✓ Tapones | ✓ Mascarilla con filtros |
| ✓ Lentes | ✓ Cubrebocas |
| ✓ Guantes de carnaza | |
| ✓ Traje de seguridad | |
| ✓ Botas industriales | |

PRECAUCIÓN:
PARA EL MANEJO DE QUIMICOS, ES NECESARIO EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA PARA EVITAR LA INHALACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA SALUD



Figura 4 29 Procedimiento de Trabajo para uso de Molino (Elaboración propia)

	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO GENERAL PRENSAS		NUMERO DE PROCEDIMIENTO: PROC-002-PRENSAS
	REVISION: 01	NIVEL DE USO: PASO A PASO	PAGINA 1 DE 4

PROPÓSITO:

El propósito de este procedimiento es proporcionar instrucciones para efectuar el uso y procedimiento de trabajo de las prensas para vulcanizado y terminación de producto.

REFERENCIAS:

Uso cotidiano operadores de prensa y producción.

PROCEDIMIENTO:

❖ PASO 1 ESPECIFICACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Para poder trabajar en el área de prensas requerimos medidas de seguridad al ingresar al área, los que se requieren son:

EQUIPO DE PROTECCIÓN	HERRAMIENTAS E INSUMOS DE TRABAJO
Botas de trabajo	Sacabocados
Guantes de calor	Chavetas
Uniforme de trabajo	Moldes de las piezas a elaborar en el turno
Guantes de carnaza	Franela o trapo
	Cera color blanco
	Plantillas de cartón
	Punta cortante
	Sellos de números
	Desmoldante para molde
	Cuchillo
	Contrapesos

Figura 4 30 Procedimiento para uso de Prensa (Elaboración propia).

4.3.5 Toma de Tiempos

Al implementar las mejoras propuestas en la línea de producción, se requirió volver a tomar tiempos de los procesos, para rectificar si se habían reducido, los cuales se muestran a continuación (Tabla 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42 y 4.43).

Tabla 4. 36 Toma de tiempo proceso "Pesado" con Bamburi (Elaboración Propia)

PESADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:54:42	00:00:20	00:04:45
00:59:02	00:00:20	00:03:39
00:57:33	00:00:20	00:03:58
00:56:02	00:00:20	00:04:50
00:50:19	00:00:20	00:03:46
00:56:33	00:00:20	00:03:47
00:52:18	00:00:20	00:03:55
00:58:01	00:00:20	00:04:56
00:56:36	00:00:20	00:04:49
00:54:04	00:00:20	00:03:41
00:51:33	00:00:20	00:03:52
00:59:51	00:00:20	00:03:49
00:54:58	00:00:20	00:04:57
00:58:37	00:00:20	00:04:39
00:56:10	00:00:20	00:03:46
00:50:20	00:00:20	00:03:52
00:51:28	00:00:20	00:03:37
00:54:53	00:00:20	00:04:59
00:52:25	00:00:20	00:03:49
00:55:07	00:00:20	00:03:53
PROMEDIO	00:55:02	00:04:10

Tabla 4. 37 Toma de tiempo proceso "Bamburi" (Elaboración Propia)

BAMBURI	TRANSICIÓN	ESPERA
00:07:00	00:00:20	00:00:45
00:07:00	00:00:20	00:00:39
00:07:00	00:00:20	00:00:58
00:07:00	00:00:20	00:00:50
00:07:00	00:00:20	00:00:46
00:07:00	00:00:20	00:00:47
00:07:00	00:00:20	00:00:55
00:07:00	00:00:20	00:00:56

BAMBURI	TRANSICIÓN	ESPERA
00:07:00	00:00:20	00:00:49
00:07:00	00:00:20	00:00:41
00:07:00	00:00:20	00:00:52
00:07:00	00:00:20	00:00:49
00:07:00	00:00:20	00:00:57
00:07:00	00:00:20	00:00:39
00:07:00	00:00:20	00:00:46
00:07:00	00:00:20	00:00:52
00:07:00	00:00:20	00:00:37
00:07:00	00:00:20	00:00:59
00:07:00	00:00:20	00:00:49
00:07:00	00:00:20	00:00:53
PROMEDIO	00:07:00	00:00:49

Tabla 4. 38 Toma de tiempo proceso "Aplanado" con Bamburi (Elaboración Propia)

Aplanado	TRANSICIÓN	ESPERA
00:05:39	00:00:25	00:01:10
00:06:40	00:00:25	00:01:09
00:05:55	00:00:25	00:01:14
00:05:51	00:00:25	00:01:08
00:06:04	00:00:25	00:01:09
00:05:53	00:00:25	00:01:11
00:06:09	00:00:25	00:01:05
00:05:47	00:00:25	00:01:11
00:05:41	00:00:25	00:01:09
00:06:36	00:00:25	00:01:07
00:06:01	00:00:25	00:01:14
00:06:14	00:00:25	00:01:06
00:05:55	00:00:25	00:01:08
00:06:23	00:00:25	00:01:06
00:06:02	00:00:25	00:01:13
00:05:43	00:00:25	00:01:15
00:06:17	00:00:25	00:01:05
00:06:18	00:00:25	00:01:14
00:05:48	00:00:25	00:01:12
00:05:52	00:00:25	00:01:14
PROMEDIO	00:06:01	00:01:10

Tabla 4. 39 Toma de tiempo proceso "Marcado y Cortado" con Bamburi (Elaboración Propia)

MARCADO Y CORTADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:30:28	00:00:15	00:34:17
00:27:15	00:00:15	00:34:11
00:28:24	00:00:15	00:34:45
00:22:25	00:00:15	00:35:17
00:29:27	00:00:15	00:35:22
00:25:43	00:00:15	00:35:50
00:31:42	00:00:15	00:34:00
00:22:28	00:00:15	00:35:37
00:27:14	00:00:15	00:35:16
00:26:11	00:00:15	00:34:55
00:20:23	00:00:15	00:34:37
00:24:19	00:00:15	00:35:19
00:29:03	00:00:15	00:35:12
00:26:21	00:00:15	00:35:24
00:25:30	00:00:15	00:35:15
00:32:22	00:00:15	00:34:48
00:28:37	00:00:15	00:34:27
00:30:16	00:00:15	00:34:53
00:30:24	00:00:15	00:34:40
00:27:41	00:00:15	00:35:26
PROMEDIO	00:27:19	00:34:59

Tabla 4. 40 Toma de tiempo proceso "Prensado" con Bamburi (Elaboración Propia)

PRENSADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:34:11	00:00:10	00:10:45
00:34:45	00:00:10	00:12:38
00:35:17	00:00:10	00:12:00
00:35:22	00:00:10	00:10:36
00:35:50	00:00:10	00:12:26
00:34:00	00:00:10	00:11:22
00:35:37	00:00:10	00:11:29
00:35:16	00:00:10	00:12:42
00:34:55	00:00:10	00:12:19
00:34:37	00:00:10	00:12:04
00:35:19	00:00:10	00:12:20
00:35:12	00:00:10	00:12:54
00:35:24	00:00:10	00:10:40
00:35:15	00:00:10	00:13:10
00:34:48	00:00:10	00:11:56

	PRENSADO	TRANSICIÓN	ESPERA
	00:34:27	00:00:10	00:12:38
	00:34:53	00:00:10	00:12:33
	00:34:40	00:00:10	00:11:32
	00:35:26	00:00:10	00:13:28
	00:34:14	00:00:10	00:13:08
PROMEDIO	00:34:58	00:00:10	00:12:08

Tabla 4. 41 Toma de tiempo proceso "Desvirado" con Bamburi (Elaboración Propia)

	DES VIRADO	TRANSICIÓN	ESPERA
	00:12:33	00:00:05	00:05:49
	00:11:55	00:00:05	00:07:32
	00:10:31	00:00:05	00:06:51
	00:12:21	00:00:05	00:06:02
	00:11:17	00:00:05	00:07:21
	00:11:24	00:00:05	00:08:00
	00:12:37	00:00:05	00:07:26
	00:12:14	00:00:05	00:08:24
	00:11:59	00:00:05	00:06:47
	00:12:15	00:00:05	00:08:34
	00:12:49	00:00:05	00:07:19
	00:10:35	00:00:05	00:05:27
	00:13:05	00:00:05	00:08:34
	00:11:51	00:00:05	00:09:06
	00:12:33	00:00:05	00:05:36
	00:12:28	00:00:05	00:06:54
	00:11:27	00:00:05	00:06:47
	00:13:23	00:00:05	00:06:09
	00:13:03	00:00:05	00:05:58
	00:13:11	00:00:05	00:07:48
PROMEDIO	00:12:11	00:00:05	00:07:07

Tabla 4. 42 Toma de tiempo proceso "Rotulado" con Bamburi (Elaboración Propia)

	ROTULADO	TRANSICIÓN	ESPERA
	00:07:22	00:00:10	00:09:24
	00:06:41	00:00:10	00:10:55
	00:05:52	00:00:10	00:08:09
	00:07:11	00:00:10	00:12:18
	00:07:50	00:00:10	00:10:52
	00:07:16	00:00:10	00:11:07
	00:08:14	00:00:10	00:08:58

ROTULADO	TRANSICIÓN	ESPERA
00:06:37	00:00:10	00:07:49
00:08:24	00:00:10	00:09:08
00:07:09	00:00:10	00:08:32
00:05:17	00:00:10	00:10:38
00:08:24	00:00:10	00:09:21
00:08:56	00:00:10	00:08:59
00:05:26	00:00:10	00:07:50
00:06:44	00:00:10	00:12:06
00:06:37	00:00:10	00:11:01
00:05:59	00:00:10	00:08:04
00:05:48	00:00:10	00:10:36
00:07:38	00:00:10	00:07:53
00:07:19	00:00:10	00:11:12
PROMEDIO	00:07:02	00:09:45

Tabla 4. 43 Toma de tiempo proceso "Inspección" con Bamburi (Elaboración Propia)

INSPECCIÓN	TRANSICIÓN	ALMACÉN
00:02:20	00:00:35	
00:03:34	00:00:35	
00:01:43	00:00:35	
00:04:17	00:00:35	
00:03:32	00:00:35	
00:03:23	00:00:35	
00:02:14	00:00:35	
00:05:33	00:00:35	
00:02:57	00:00:35	
00:03:03	00:00:35	
00:01:46	00:00:35	
00:02:24	00:00:35	
00:03:15	00:00:35	
00:02:31	00:00:35	
00:02:26	00:00:35	
00:02:29	00:00:35	
00:04:01	00:00:35	
00:03:18	00:00:35	
00:02:37	00:00:35	
00:03:21	00:00:35	
00:03:02	00:00:35	

Tabla 4. 44 Toma de Tiempos Empacador con Bamburi (Elaboración Propia)

TOMA DE TIEMPOS - EMPACADOR																						
PESADO	TRANSICIÓN	ESPERA	BAMBURI	TRANSICIÓN	ESPERA	APLANADO	TRANSICIÓN	ESPERA	MARCADO Y CORTADO	TRANSICIÓN	ESPERA	PRENSADO	TRANSICIÓN	ESPERA	DESIVIRADO	TRANSICIÓN	ESPERA	ROTULADO	TRANSICIÓN	ESPERA	INSPECCIÓN	TRANSICIÓN
00:54:42	00:00:20	00:04:45	00:07:00	00:00:20	00:00:45	00:05:39	00:00:25	00:01:10	00:30:28	00:00:15	00:34:17	00:34:11	00:00:10	00:10:45	00:12:33	00:00:05	00:05:49	00:07:22	00:00:10	00:09:24	00:02:20	00:00:35
00:59:02	00:00:20	00:03:39	00:07:00	00:00:20	00:00:39	00:06:40	00:00:25	00:01:09	00:27:15	00:00:15	00:34:11	00:34:45	00:00:10	00:12:38	00:11:55	00:00:05	00:07:32	00:06:41	00:00:10	00:02:55	00:03:34	00:00:35
00:57:33	00:00:20	00:03:58	00:07:00	00:00:20	00:00:58	00:05:55	00:00:25	00:01:14	00:28:24	00:00:15	00:34:45	00:35:17	00:00:10	00:12:00	00:10:31	00:00:05	00:06:51	00:05:52	00:00:10	00:04:09	00:01:43	00:00:35
00:56:02	00:00:20	00:04:50	00:07:00	00:00:20	00:00:50	00:05:51	00:00:25	00:01:08	00:22:25	00:00:15	00:35:17	00:35:22	00:00:10	00:10:36	00:12:21	00:00:05	00:06:02	00:07:11	00:00:10	00:02:18	00:04:17	00:00:35
00:50:19	00:00:20	00:03:46	00:07:00	00:00:20	00:00:46	00:06:04	00:00:25	00:01:09	00:29:27	00:00:15	00:35:22	00:35:50	00:00:10	00:12:26	00:11:17	00:00:05	00:07:21	00:07:50	00:00:10	00:04:52	00:03:32	00:00:35
00:56:33	00:00:20	00:03:47	00:07:00	00:00:20	00:00:47	00:05:53	00:00:25	00:01:11	00:25:43	00:00:15	00:35:50	00:34:00	00:00:10	00:11:22	00:11:24	00:00:05	00:08:00	00:07:16	00:00:10	00:04:07	00:03:23	00:00:35
00:52:18	00:00:20	00:03:55	00:07:00	00:00:20	00:00:55	00:06:09	00:00:25	00:01:05	00:31:42	00:00:15	00:34:00	00:35:37	00:00:10	00:11:29	00:12:37	00:00:05	00:07:26	00:08:14	00:00:10	00:03:58	00:02:14	00:00:35
00:58:01	00:00:20	00:04:56	00:07:00	00:00:20	00:00:56	00:05:47	00:00:25	00:01:11	00:22:28	00:00:15	00:35:37	00:35:16	00:00:10	00:12:42	00:12:14	00:00:05	00:08:24	00:06:37	00:00:10	00:02:49	00:05:33	00:00:35
00:56:36	00:00:20	00:04:49	00:07:00	00:00:20	00:00:49	00:05:41	00:00:25	00:01:09	00:27:14	00:00:15	00:35:16	00:34:55	00:00:10	00:12:19	00:11:59	00:00:05	00:06:47	00:08:24	00:00:10	00:06:08	00:02:57	00:00:35
00:54:04	00:00:20	00:03:41	00:07:00	00:00:20	00:00:41	00:06:36	00:00:25	00:01:07	00:26:11	00:00:15	00:34:55	00:34:37	00:00:10	00:12:04	00:12:15	00:00:05	00:08:34	00:07:09	00:00:10	00:03:32	00:03:03	00:00:35
00:51:33	00:00:20	00:03:52	00:07:00	00:00:20	00:00:52	00:06:01	00:00:25	00:01:14	00:20:23	00:00:15	00:34:37	00:35:19	00:00:10	00:12:20	00:12:49	00:00:05	00:07:19	00:05:17	00:00:10	00:03:38	00:01:46	00:00:35
00:59:51	00:00:20	00:03:49	00:07:00	00:00:20	00:00:49	00:06:14	00:00:25	00:01:06	00:24:19	00:00:15	00:35:19	00:35:12	00:00:10	00:12:54	00:10:35	00:00:05	00:05:27	00:08:24	00:00:10	00:02:21	00:02:24	00:00:35
00:54:58	00:00:20	00:04:57	00:07:00	00:00:20	00:00:57	00:05:55	00:00:25	00:01:08	00:29:03	00:00:15	00:35:12	00:35:24	00:00:10	00:10:40	00:13:05	00:00:05	00:08:34	00:08:56	00:00:10	00:02:59	00:03:15	00:00:35
00:58:37	00:00:20	00:04:39	00:07:00	00:00:20	00:00:39	00:06:23	00:00:25	00:01:06	00:26:21	00:00:15	00:35:24	00:35:15	00:00:10	00:13:10	00:11:51	00:00:05	00:09:06	00:05:26	00:00:10	00:03:50	00:02:31	00:00:35
00:56:10	00:00:20	00:03:46	00:07:00	00:00:20	00:00:46	00:06:02	00:00:25	00:01:13	00:25:30	00:00:15	00:35:15	00:34:48	00:00:10	00:11:56	00:12:33	00:00:05	00:05:36	00:06:44	00:00:10	00:03:06	00:02:26	00:00:35
00:50:20	00:00:20	00:03:52	00:07:00	00:00:20	00:00:52	00:05:43	00:00:25	00:01:15	00:32:22	00:00:15	00:34:48	00:34:27	00:00:10	00:12:38	00:12:28	00:00:05	00:06:54	00:06:37	00:00:10	00:03:01	00:02:29	00:00:35
00:51:28	00:00:20	00:03:37	00:07:00	00:00:20	00:00:37	00:06:17	00:00:25	00:01:05	00:28:37	00:00:15	00:34:27	00:34:53	00:00:10	00:12:33	00:11:27	00:00:05	00:06:47	00:05:59	00:00:10	00:03:04	00:04:01	00:00:35
00:54:53	00:00:20	00:04:59	00:07:00	00:00:20	00:00:59	00:06:18	00:00:25	00:01:14	00:30:16	00:00:15	00:34:53	00:34:40	00:00:10	00:11:32	00:13:23	00:00:05	00:06:09	00:05:48	00:00:10	00:04:36	00:03:18	00:00:35
00:52:25	00:00:20	00:03:49	00:07:00	00:00:20	00:00:49	00:05:48	00:00:25	00:01:12	00:30:24	00:00:15	00:34:40	00:35:26	00:00:10	00:13:28	00:13:03	00:00:05	00:05:58	00:07:38	00:00:10	00:03:53	00:02:37	00:00:35
00:55:07	00:00:20	00:03:53	00:07:00	00:00:20	00:00:53	00:05:52	00:00:25	00:01:14	00:27:41	00:00:15	00:35:26	00:34:14	00:00:10	00:13:08	00:13:11	00:00:05	00:07:48	00:07:19	00:00:10	00:03:12	00:03:21	00:00:35
00:55:02	00:00:20	00:04:10	00:07:00	00:00:20	00:00:49	00:06:01	00:00:25	00:01:10	00:27:19	00:00:15	00:34:59	00:34:58	00:00:10	00:12:08	00:12:11	00:00:05	00:07:07	00:07:02	00:00:10	00:03:54	00:03:02	00:00:35

Se puede observar que el proceso de Molido y Aplanado da un total de 14:10 min, anteriormente se tenía un tiempo de 177:43 min reduciendo el tiempo de Molido en un 94.55%.

Con la implementación de la máquina "Bamburi" se redujo el tiempo de ciclo significativamente, de 396.02 minutos a 219.11 minutos, por lo que aumentó la eficiencia de línea en un 55.33%.

De igual manera impactó al tiempo de inspección, reduciendo el tiempo de 9:17 min a 3:02 min.

De igual manera, con el incremento de producción de 300 a 6500 piezas, la producción total incremento a 6576, anteriormente, antes de introducir la maquinaria Bamburi, se tenía una pérdida de 150 piezas semanalmente fabricando 3288 piezas, al incrementar la producción al doble, se esperaba que, semanalmente, se tuviera una merma de 300 piezas, sin embargo, actualmente, sólo se tiene una merma de 50 piezas.

4.4 Capacitación

Para aplicar las mejoras propuestas, los colaboradores de la empresa recibieron capacitación del uso de la maquinaria Bamburi y uno de la nueva prensa con el fabricante, para así llevar de manera eficiente el proceso productivo, de igual manera, se les dio capacitación a cerca de la metodología de las 5 S's, para así, asegurar que las mejoras dentro del almacén de Materia Prima quedaran establecidas permanentemente y, posteriormente, replicar en otras áreas.

Diagnóstico

Se diagnosticó a los 10 colaboradores que se encuentran en la línea de producción de pieza empacador con respecto al conocimiento que tenían de 5S's (Orden y Limpieza), debido al tiempo disponible dentro de su horario laboral que es de cinco minutos al iniciar el turno, se elaboró un cuestionario de cinco preguntas (tres de ellas de opción múltiple y las dos restantes preguntas abiertas) en conjunto con la ingeniera encargada de seguridad, el cual se muestra en el Anexo B.

Se aplicó el cuestionario a los colaboradores antes de impartir la capacitación, teniendo los siguientes resultados (Gráfica 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5)



Gráfica 4 1 Resultado pregunta 1 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 2 Resultado pregunta 2 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 3 Resultado pregunta 3 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 4 Resultado pregunta 4 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 5 Resultado pregunta 4 Diagnóstico 5S's (Elaboración Propia).

En la evaluación Diagnóstica, se puede observar que solo el 30% de los trabajadores dentro de la línea de producción de Empacador sabe que es la metodología 5S's, el 20% conoce el significado de Seiso (Orden), el 30% conoce el significado de Seiton (Limpieza), pero ninguno de los colaboradores conoce como ponerlo en práctica en el área de trabajo.

Definir Objetivos

Conociendo los resultados de los 10 colaboradores con respecto a la metodología 5S's, se definió el objetivo de la capacitación, en conjunto con la ingeniera encargada de seguridad. El objetivo para alcanzar es que los colaboradores conozcan y apliquen las primeras dos S's dentro del área de trabajo.

De igual manera, se tomó en cuenta que el tiempo disponible para duración de capacitación son sólo diez minutos al inicio de turno, de 8:00 am a 8:10 am, por la demanda de trabajo que tienen los colaboradores, por lo que las pláticas debían ser precisas en información.

Programa de Capacitación

Se elaboró un programa de capacitación con el tiempo disponible de los colaboradores, estando la capacitación de las 5S's intercalada con la capacitación diaria que llevan los trabajadores de Seguridad Industrial, quedando de la siguiente manera (Tabla 4.45):

Tabla 4. 45 Programa de Capacitación (Elaboración propia).

Progrma de Capacitación 5S's																	Ingeniería JAME S.A. de C.V.													
Fecha	2 oct - 7 oct					9 oct- 14 oct					16 oct- 20 oct					23 oct - 27 oct					30 oct - 4 nov				6 nov - 11 nov					
Tema	Metodología 5S's					Seiso					Seiton					Aplicación Seiso					Aplicación Seiton				Evaluación					
Día	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
Seguridad industrial																														
Metodología 5S's																														

Ejecutar

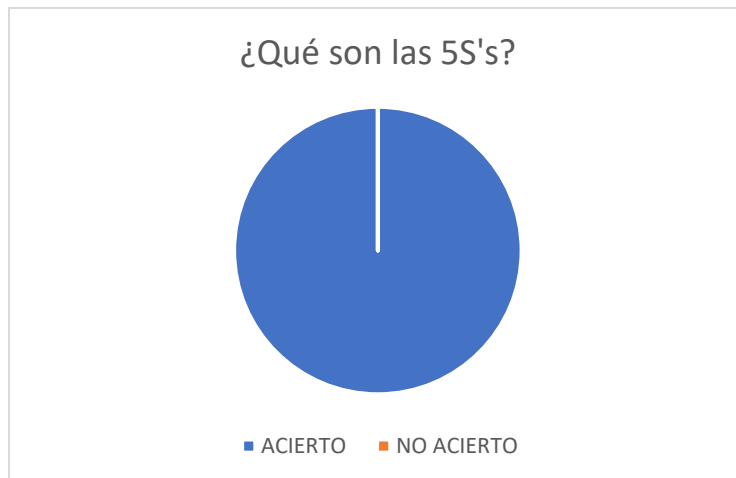
Durante el mes de octubre y noviembre del año 2023 se llevó a cabo la capacitación de Metodología de 5S's, la capacitación duró cinco semanas, con 10 sesiones, y posterior a las 10 sesiones, se tuvo una semana de evaluación.

Cada semana de evaluación abarcaba una de las preguntas echas en la evaluación diagnóstica, y de igual manera, cada fin de sesión de capacitación, se les hacia la recomendación de que lo aprendido en la sesión se pusiera en práctica en el área de trabajo.

Al haber aplicado las 5 S's en el almacén de materia prima y haber comparado los tiempos de antes y después de la aplicación de la metodología, los colaboradores se entusiasmaron para llevar la metodología acabo diariamente.

Evaluar

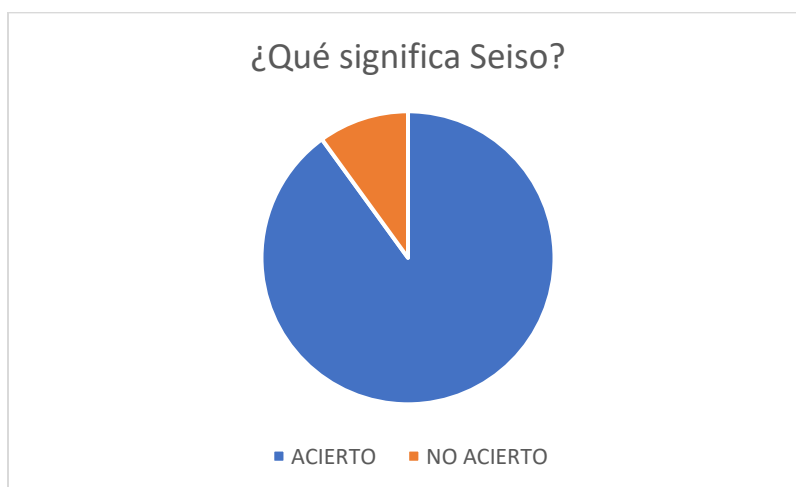
Después de llevar a cabo las sesiones de capacitación, se realizó una valuación de lo aprendido, se aplicó nuevamente la evaluación diagnóstica, ya que contiene las preguntas que se trataron en las sesiones, teniendo los siguientes resultados:



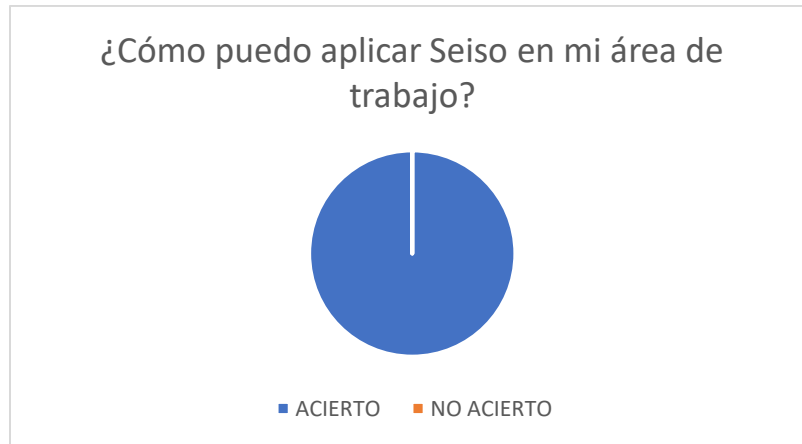
Gráfica 4 6 Resultado pregunta 1 Evaluación 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 7 Resultado pregunta 2 Evaluación 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 8 Resultado pregunta 3 Evaluación 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 9 Resultado pregunta 4 Evaluación 5S's (Elaboración Propia).



Gráfica 4 10 Resultado pregunta 5 Evaluación 5S's (Elaboración Propia).

Obteniendo los resultados de la evaluación después de capacitación, se pudo notar que entre las cinco preguntas, el 100% del personal involucrado en el proceso, contestó de manera correcta, en las dos preguntas restantes, el 90% del personal contestó correctamente, mientras que el 10% aseguró que sabía la respuesta, pero se confundió en el significado de Seiton y Seiso.

Esta capacitación tuvo efecto, ya que los empleados mantienen sus áreas de trabajo limpias y ordenadas.

4.5 Estandarización

Con base en la toma de tiempo, con la nueva maquinaria instalada en la línea de producción de “Empacador”, se sacaron los estándares de tiempo para cada uno de los procesos, teniendo los tiempos estandarizados de la siguiente manera:

- Pesado – 55:02 min

- Bamburi – 07:00 min
- Aplanado – 06:01 min
- Marcado y Cortado – 27:19 min
- Prensado – 35:00 min
- Desvirado – 12:11 min
- Rotulado – 07:02 min
- Inspección – 03:02 min

Al contar con los estándares de tiempo, se realizó un manual de procesos de producción, el cual, por motivos de privacidad, se muestra la portada con la aprobación del gerente general a continuación (Figura 4.31)



Figura 4 31 Manual de Proceso de Producción Empacador (Elaboración Propia)

Capítulo 5

Resultados

Este capítulo tiene como objetivo presentar los resultados, obtenidos a través de la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing*, en el área de producción de la empresa “Ingeniería JAME, S.A. de C.V”. con el propósito de mejorar la eficiencia operativa de la empresa. El enfoque se centra en discutir la importancia de cada herramienta utilizada, su aplicación, y los productos académicos generados a partir de este estudio.

5.1 Discusión

Implementación de Herramientas *Lean Manufacturing*

El uso de herramientas de *Lean Manufacturing* en el área de producción tuvo un impacto significativo en los procesos de la empresa, lo que permitió mejorar diversos aspectos operativos y productivos. Las herramientas aplicadas fueron el **Value Stream Mapping (VSM)** y las **5S**, **Poka-Yoke**, y el **trabajo estandarizado**, que fueron fundamentales para identificar áreas de mejora, estandarizar procesos y optimizar el flujo de trabajo.

- **Value Stream Mapping (VSM)**

El VSM fue utilizado para realizar un mapeo detallado de los procesos actuales, lo que permitió visualizar las actividades que no agregaban valor dentro de la planta. A través de este análisis, se identificaron cuellos de botella y actividades redundantes que aumentaban los tiempos de producción y los costos. A partir de los hallazgos del VSM, se propusieron mejoras, tales como el rediseño del flujo de trabajo y la eliminación de pasos innecesarios, lo que condujo a una mejora en los tiempos de ciclo y, por ende, en la productividad general.

Los resultados del VSM fueron los siguientes

- Antes de la implementación del VSM.
El tiempo de ciclo promedio de producción era de 239.29 minutos.
- Después de la implementación del VSM.
El tiempo de ciclo promedio de producción se redujo a 205.10 minutos, lo que representa una reducción del 14.3% en los tiempos de ciclo.
- Mejora en la productividad.

Gracias a la mejora en los tiempos de ciclo, la productividad general de la planta aumentó significativamente, permitiendo mayor capacidad de producción en el mismo tiempo de trabajo disponible.

- **5S**

Las **5S** se implementaron en el área de producción de la empresa, con un enfoque en la mejora del orden, la limpieza y la estandarización. Esta herramienta resultó ser efectiva para reducir la merma de material y mejorar la eficiencia de los trabajadores. La correcta implementación de **Seiri (Clasificación)**, **Seiton (Orden)**, **Seiso (Limpieza)**, **Seiketsu (Estandarización)** y **Shitsuke (Disciplina)**, permitió reducir el desorden en las estaciones de trabajo y garantizar que los materiales y herramientas fueran accesibles en todo momento, lo que a su vez incrementó la velocidad de producción y redujo el tiempo perdido en la búsqueda de materiales.

Los resultados de Seiso y Seiton en el área de pesad fueron los siguientes:

- Antes de la implementación de Seiso y Seiton:
El tiempo de pesado era 56:13 minutos.
- Después de la implementación de Seiso y Seiton:
El tiempo de pesado se redujo a 55:02 minutos.
- Mejora obtenida:
Se logró una reducción de 1 minuto y 11 segundos en el proceso de pesado.
- Razón de la mejora:
Mantener el área limpia y ordenada, sin objetos ajenos, facilitó el acceso y la eficiencia en el proceso.

Poka-Yoke (Prevención de Errores)

Aunque la implementación de Poka-Yoke fue propuesta como una solución clave para evitar errores en los procesos de ensamblaje de componentes, la realización del prototipo fue autorizada para el año 2020, como parte de las metas de mejora continua de la planta. El diseño del Poka-Yoke fue presentado al jefe de Producción, quien aprobó su realización. Sin embargo, la implementación de Poka-Yoke fue postergada debido a que la empresa decidió priorizar su proceso de certificación bajo la norma ISO 9001:2015.

Debido a esta postergación, los beneficios esperados del Poka-Yoke, como la reducción de defectos y retrabajos, aún no se han materializado. A pesar de ello, la propuesta sigue siendo un componente relevante en los planes de mejora futura, ya que su implementación

planeada se espera que reduzca significativamente los defectos de producción, minimice el desperdicio de material y aumente la eficiencia en la planta una vez que sea ejecutada.

Trabajo Estandarizado

El trabajo estandarizado se implementó para asegurar que los procesos de producción se realizaran de manera consistente y eficiente. Se definieron pasos claros y secuenciales para cada actividad, lo que permitió reducir la variabilidad y los tiempos de inactividad. Además, se establecieron criterios y herramientas para medir el desempeño y asegurar la mejora continua, lo que facilitó la evaluación constante de los procesos y la identificación de nuevas oportunidades de mejora.

Instalación de la Máquina Bamburi

Además de las herramientas de *Lean Manufacturing*, se llevó a cabo la instalación de la máquina Bamburi, que no forma parte directamente de la metodología *Lean*, pero complementa la optimización de la producción. La máquina Bamburi fue instalada para automatizar ciertos procesos que anteriormente requerían intervención manual. Esta máquina mejoró considerablemente la capacidad de producción, redujo los tiempos de ensamble y permitió un mayor control en la calidad del proceso de fabricación, como se menciona a continuación:

- **Incremento de producción.** Antes de la instalación de la máquina Bamburi, la planta producía aproximadamente **300 piezas** por ciclo. Tras su instalación, la capacidad de producción aumentó a **6500 piezas** por ciclo, lo que representó un **incremento del 2100%** en la capacidad de producción.
- **Reducción de tiempos de ensamble.** El tiempo requerido para ensamblar cada pieza también disminuyó considerablemente gracias a la automatización proporcionada por la máquina. Esta reducción de tiempo permitió que los operarios se concentraran en otras tareas de valor agregado y mejoró la utilización del tiempo de trabajo.
- **Mejora en la precisión y calidad.** La automatización también contribuyó a una mayor precisión en la producción, lo que resultó en menos errores y retrabajos. Esto se tradujo en una **reducción significativa de productos defectuosos** y un incremento de la calidad general del producto final.

La implementación de la máquina representó una inversión importante para la empresa y contribuyó a mejorar la precisión de los procesos, al tiempo que aumentó la eficiencia operativa en la planta.

La máquina Bamburi, aunque no es una herramienta *Lean per se*, se alinea con los objetivos de mejora continua y optimización de la producción que *Lean* promueve. La automatización proporcionada por la máquina permitió que los operarios se concentraran en tareas de mayor valor, mientras que la máquina se encargaba de realizar tareas repetitivas de manera más eficiente y precisa.

Instalación de la Nueva Prensa

Posterior a la instalación de la máquina Bamburi, se instaló una nueva prensa, la cual tiene 20 espacios de empacadores. Esta máquina permitió incrementar la producción de 3288 piezas a 6576 piezas, cubriendo así la nueva demanda de piezas por empacar. La instalación de la prensa complementó la capacidad de producción aumentada por la máquina Bamburi, permitiendo a la planta satisfacer la demanda creciente de piezas sin la necesidad de añadir más recursos humanos o equipos adicionales.

Capacitación del Personal

Un componente esencial para el éxito de la implementación de las herramientas de *Lean Manufacturing* fue la capacitación de todo el personal involucrado. La correcta implementación de las 5S y el VSM, así como la integración de nuevas formas de trabajo, dependieron en gran medida de que los operadores, supervisores y personal de mantenimiento, comprendieran completamente los objetivos de las herramientas y cómo utilizarlas.

Durante el proceso de implementación, se capacitó a los operadores en la importancia de mantener el orden en sus estaciones de trabajo y cómo aplicar las 5S de manera efectiva. Además, se ofreció capacitación en la metodología del VSM para que los trabajadores pudieran identificar cuellos de botella y áreas de oportunidad en los procesos. Esta capacitación resultó clave para asegurar que las herramientas fueran aplicadas de manera efectiva y, a largo plazo, fueran sostenibles en la planta.

Los resultados demostraron que la capacitación no sólo mejoró el desempeño de los operadores, sino que también facilitó la integración de estas herramientas en la cultura organizacional. Los trabajadores comprendieron la importancia de la mejora continua y

participaron activamente en la identificación y resolución de problemas, lo que incrementó la eficiencia operativa y contribuyó al éxito del proyecto.

Mejora de la Eficiencia Operativa

Uno de los principales resultados del proyecto fue la **mejora de la eficiencia operativa**. Antes de la implementación de las herramientas de *Lean*, la planta enfrentaba problemas importantes relacionados con la falta de estandarización en los procesos, la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo y la falta de manuales de procesos. Esto derivaba en un alto nivel de variabilidad en la producción y en pérdidas significativas de tiempo y recursos.

La estandarización de procesos, la creación de manuales y el establecimiento de un **programa de mantenimiento preventivo** fueron fundamentales para reducir los tiempos muertos y mejorar la calidad del producto final. Gracias a la implementación de estas herramientas, se lograron **reducciones del desperdicio de material** y se incrementó la eficiencia de la planta en un **48%**, lo que se traduce en una mejora sustancial en la rentabilidad de la empresa.

Además, se observó una **reducción del 83.33% en la merma de productos no conformes**, lo que contribuyó a la mejora de la calidad del producto final y a la reducción de los costos operativos. Esto se logró mediante la estandarización de los procesos de producción y la implementación de un sistema de control de calidad más riguroso, que permitió identificar y corregir los problemas antes de que los productos defectuosos salieran de la planta.

Impacto en la Productividad

La aplicación de las herramientas *Lean* también tuvo un impacto significativo en la productividad de la planta. Con la ayuda de la instalación de maquinaria moderna y la optimización de los flujos de trabajo, se redujo considerablemente el tiempo de preparación de las máquinas, lo que permitió aumentar el tiempo de producción efectivo.

La implementación de **técnicas como SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*)** permitió reducir el tiempo necesario para el cambio de herramientas en las máquinas, lo que a su vez permitió una mayor flexibilidad en la planta y una mejora en la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.

Los trabajadores también experimentaron una mejora en sus condiciones laborales gracias al ambiente ordenado y limpio que resultó de la implementación de las 5S. Esto facilitó el trabajo y promovió una cultura organizacional enfocada en la mejora continua, lo que incentivó la participación del personal en el proceso de optimización.

Sostenibilidad y Futuro de la Implementación de Lean

La mejora de la eficiencia operativa y la reducción de desperdicios beneficiaron a la empresa en términos económicos, y contribuyeron a la sostenibilidad de la planta. La reducción de desperdicios de material y la mejora de los procesos de producción también ayudaron a disminuir el impacto ambiental de la empresa, lo que es especialmente relevante en un contexto de creciente preocupación por la sostenibilidad y la responsabilidad empresarial.

A medida que la empresa continúe con la implementación de *Lean Manufacturing*, se espera que los resultados positivos observados en esta fase inicial se amplíen, generando mejoras continuas en la eficiencia operativa, la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

5.2 Productos Académicos

A lo largo de la investigación y la implementación de las herramientas *Lean Manufacturing* en la planta de Ingeniería JAME, S.A. de C.V., se generaron varios productos académicos que contribuyen al conocimiento y la aplicación de la metodología Lean en el contexto de la manufactura. Estos productos académicos incluyen:

- **Tesis Completa**

La tesis, titulada **"Aplicación de Herramientas de *Lean Manufacturing* para Aumentar la Eficiencia de una Planta Manufacturera"**, detalla el proceso completo de implementación de las herramientas *Lean* en la planta, incluyendo el diagnóstico de la situación inicial, la aplicación de las herramientas y la evaluación de los resultados. Este trabajo contribuye significativamente al conocimiento sobre la mejora de procesos productivos mediante el uso de *Lean Manufacturing* en empresas manufactureras.

- **Artículo Científico 1**

" Aplicación de Herramientas de *Lean Manufacturing* para Aumentar la Eficiencia de una Planta Manufacturera": Este artículo fue enviado a revisión en

la revista LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades. Este artículo presenta los resultados obtenidos de la implementación de herramientas de *Lean Manufacturing*, como *Value Stream Mapping* (VSM), 5S's, y Poka-Yoke, en una planta manufacturera dedicada a la producción de componentes para la industria petrolera. El estudio destaca cómo estas metodologías mejoraron la eficiencia operativa, redujeron el desperdicio y optimizaron los procesos, logrando un incremento en la productividad de la planta y una significativa reducción de productos defectuosos.

- **Manual de Procesos.**

"Manual de Procesos de Producción Estándar para la Línea de Empacadores":

Este manual, creado como parte de la implementación de herramientas de estandarización, proporcionó un conjunto de directrices para asegurar que los procesos de producción sean realizados de manera consistente, garantizando la calidad del producto final.

- **Programa de Mantenimiento Preventivo.**

"Programa de Mantenimiento Preventivo para Equipos de Producción". Como parte de la mejora en la eficiencia operativa, se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo que aseguró la correcta operación de las máquinas y equipos, evitando tiempos muertos por fallas no planificadas.

5.3 Conclusión

La implementación de *Lean Manufacturing* en la planta de Ingeniería JAME, S.A. de C.V. demostró ser altamente efectiva para mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios, y aumentar la productividad. Los resultados obtenidos reflejan un avance significativo en la optimización de los procesos de producción, lo que se traduce en una mayor competitividad para la empresa. Además, los productos académicos generados a partir de este proyecto contribuyen al conocimiento en el área de la ingeniería industrial y sirven como referencia para futuras investigaciones y proyectos en el ámbito de la manufactura.

Conclusiones y recomendaciones

En esta sección se resumen las conclusiones más importantes de la investigación realizada, destacando los principales resultados obtenidos durante su desarrollo. También se presentan recomendaciones clave para asegurar que las mejoras alcanzadas se mantengan y continúen beneficiando a la planta a largo plazo.

Conclusiones

La presente investigación se centró en la mejora de los indicadores de productividad en una planta manufacturera mediante la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*, tales como **Value Stream Mapping (VSM)**, **5S**, **trabajo estandarizado** y la **instalación de la máquina Bamburi y una prensa****. Los resultados obtenidos a lo largo del proyecto muestran avances significativos en la mejora de la eficiencia operativa y la capacidad de producción de la planta.

El proyecto comenzó con un diagnóstico de la situación actual de la planta, que incluyó entrevistas con el personal clave y observación directa de los procesos. Este análisis permitió identificar áreas de oportunidad, especialmente en la reducción de tiempos de ciclo, desperdicio de material y la mejora de la calidad del producto.

El objetivo principal de esta investigación fue mejorar la productividad mediante la implementación de *Lean Manufacturing*. Para ello, se utilizaron herramientas como VSM, que permitió identificar cuellos de botella en los procesos y mejorar el flujo de trabajo. Además, las 5S y el trabajo estandarizado fueron aplicados para reducir el desperdicio de material y optimizar el espacio de trabajo, lo que resultó en una mejora de la organización y eficiencia.

La instalación de la máquina Bamburi fue crucial, ya que permitió incrementar la producción de 300 piezas a 6500 piezas por ciclo, lo que representó un aumento del 2100% en la capacidad de producción. Esto no sólo cumplió con la nueva demanda, sino que también contribuyó a reducir los tiempos de ensamblaje y mejorar la precisión en los procesos.

Los resultados obtenidos, después de la implementación de las herramientas mencionadas, fueron validados con pruebas de desempeño que mostraron mejoras significativas. La reducción de tiempos de ciclo y la optimización del uso de recursos respaldaron la hipótesis de que la aplicación de *Lean Manufacturing* aumenta la productividad en una planta manufacturera.

Finalmente, con el desarrollo de este proyecto se identificaron actividades clave de control y seguimiento para garantizar que las mejoras alcanzadas se mantuvieran en el tiempo. Además, se demostraron las ventajas de aplicar *Lean Manufacturing* en el contexto de una organización real, contribuyendo de manera significativa a la mejora de la competitividad de la planta.

Recomendaciones

Para asegurar la sostenibilidad y consolidación de los resultados obtenidos, se sugieren las siguientes acciones:

1. Fortalecer la capacitación continua del personal operativo, asegurando que las herramientas de *Lean* sean comprendidas y aplicadas de manera constante, para mantener las mejoras a largo plazo.
2. Implementar un sistema de monitoreo y control de los indicadores clave de desempeño (KPI) para realizar un seguimiento regular de los avances y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.
3. Ampliar la aplicación de las técnicas de *Lean* a otras áreas de la planta, utilizando *SMED* y *Poka-Yoke* en los procesos críticos, lo que permitirá maximizar la eficiencia y reducir los errores.
4. Fomentar la mejora continua mediante la creación de equipos de trabajo que se encarguen de identificar nuevas áreas de mejora y proponer soluciones innovadoras.
5. Establecer un programa de mantenimiento preventivo para asegurar que las máquinas y equipos, como la máquina Bamburi, se mantengan en óptimas condiciones, evitando paros no programados que puedan afectar la productividad.

Con estas acciones, se consolidarán las mejoras implementadas y se garantizará un enfoque constante en la mejora de los procesos y la productividad en la planta. Esta investigación contribuye al campo académico de la ingeniería industrial y proporciona un marco práctico para la mejora de la productividad en empresas del sector manufacturero.

La experiencia de llevar a cabo este proyecto ha sido enriquecedora, pues ha permitido aplicar los conocimientos adquiridos durante la maestría en ingeniería administrativa, al mismo tiempo que ha proporcionado soluciones reales a problemas comunes en el sector. Finalmente, la autora confía en que este trabajo hará una contribución significativa a la mejora de la productividad en el sector manufacturero, sirviendo como referencia para futuros investigadores en el área.

Fuentes de Información

- Anhuaman, A. B. (2020). Desarrollo e implementación de herramientas de manufactura esbelta en el área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa Industrias Indeka S.A.C (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/24101>
- Cervantes-Zubirías, G., Morales-Rodríguez, M., Alva-Rocha, L., Hernández-Rodríguez, P., & Reyna-Guerrero, I., (2022). Reducción de desperdicios a través de la implementación de herramientas de manufactura esbelta (Mejora continua). 593 Digital Publisher CEIT, 7(3-2), 247-264 <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.3-2.1138>
- De la Cruz, F. E. (2022). Propuesta de Implementación de herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en una empresa de calzado ubicada en la ciudad de Trujillo, 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/30478>
- Hernández Castillo, V. A., Zarate Vazquez, P. S., & García Torres, A. (2018). MEJORAMIENTO DEL ÁREA DE MANUFACTURA DE UNA LÍNEA APLICANDO LA MANUFACTURA ESBELTA. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 4, 284–288. Recuperado a partir de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2264>
- JAME RUBBER. (s/f). Jamerubber.com. Recuperado el 03 de abril de 2023, de <https://www.jamerubber.com/>
- JAME rubber · Colón Oriente, nte. 34 Esq, 94300 Orizaba, ver., Mexico. (s/f). JAME Rubber · Colón Oriente, Nte. 34 Esq, 94300 Orizaba, Ver., Mexico. Recuperado el 03 de abril de 2023, de <https://www.google.com.mx/maps/place/JAME+Rubber/@18.8537152,-97.0909995,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x85c4fd5726be0e2f:0xa2aceb8c6918e2e0!8m2!3d18.8537101!4d-97.0884246!16s%2Fg%2F11fqq4s2pp?entry=ttu>
- López, Y. J. (2018). Planes de Muestreo. Edu.mx. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/18987/Planes-de-muestreo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Malca Gutiérrez, J. (2017). Aplicación del lean manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de pinturas temple en la empresa pinturas Quincen E.I.R.L., Lima, 2017-II. [Tesis de Licenciatura, Universidad de César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12490>

- Marmolejo, N. et al. (2016) Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. *Ing. Ind.* [online]. 2016, vol.37, n.1, pp.24-35. ISSN 1815-5936.
- Orozco Serna, J., Cuervo, V. H., & Bolaño Chávez, J. A. (2016). IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE EKA CORPORACIÓN. [Tesis de Licenciatura, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/10489>
- Pedraza, L. M. (2013). Mejoramiento productivo aplicando herramientas de manufactura esbelta. *Revista Soluciones De Postgrado*, 3(5), 175–190. Recuperado a partir de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/327>
- Portugal Carrera, A. A., Huerta Camacho, J. J., & Contreras Ortiz, N. (2018). Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en Planta de Producción de Galletas. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625600>
- Pulido, H. G., & de la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*: McGraw-Hill.
- Ríos Bernuy, E. E. (2018) Aplicación de lean manufacturing para aumentar la productividad de la línea de producción de calzado de seguridad gyw de la empresa Segusa sac. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNT. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/19018/RIOS%20BERNUY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, L. N. M. (2005). *Seis Sigma / Six Sigma: Guía Para Principiantes / Guide for Beginners*: Panorama Editorial S.A. De C.V.
- Rojas Jauregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (2017). LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS. *3C Empresa Investigación y pensamiento crítico*, 6(5), 116–124. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>
- Sánchez Bobadilla, A. M., & Zavaleta Díaz, J. S. (2021). Implementación de las herramientas de manufactura esbelta en la productividad de la Empresa Clorimax E.I.R.L., La Esperanza – 2021. [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83768>
- Sotelo Bermudez, L. R. (2017). Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de producción de envasados de lubricantes de la Empresa Vistony, Ancón, 2017 [Tesis de Licenciatura, Universidad de César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1924>

Anexo A

Reporte Técnico de Diagnóstico de la Organización

Con la finalidad de mejorar su competitividad en el mercado, la empresa JAME RUBBER S.A. de C.V. analizó los procesos de manufactura encontrando las siguientes áreas de oportunidad:

No se cuenta con el Layout de las instalaciones, por lo tanto, no se tiene un flujo ordenado y eficiente de productos, equipo y personal que conforman la empresa, de igual manera, se han construido nuevas oficinas y se adquirió nueva maquinaria. Se considera un problema no contar con Layout ya que, si bien, se tiene pensado un lugar para el equipo nuevo, y/o para futuras oficinas, se desconoce con exactitud si afectará al flujo de la planta.

Las áreas dentro de la empresa se encuentran delimitadas, pero no bajo la NOM-026-STPS-2008, norma que especifica los colores y señales que deben ser tomados en cuenta dentro de las empresas, generando conflictos y áreas seguras en la planta, lo cual, aumenta la probabilidad de riesgos de accidentes de trabajo.

3 { No se cuenta con un control de inventarios, por cual, se desconocen las piezas con las que cuentan, dando paso a no controlar los costes asociados al exceso de stock, desconociendo si existe merma u obsolescencia en los productos que se encuentran en almacén, teniendo así, pérdidas monetarias para la empresa, *mantenimiento preventivo*.

2 { No existe un programa de mantenimiento ~~correctivo~~ *preventivo*, se trabaja bajo el mantenimiento correctivo, por lo que no se corrigen problemas menores hasta que estos provocan fallas, deteniendo el proceso de producción, reduciendo la eficiencia de la manufactura en un 20.73%.

1 { No se cuentan con manuales de proceso de producción; al no tener los manuales, los trabajadores no cuentan con los estándares de producción requeridos por la empresa, generando que se produzcan piezas que no cumplen con las especificaciones establecidas, lo que significa para la empresa trabajos de reproceso y pérdidas monetarias.

El encargado del área de poliuretano es quien conoce correctamente los procedimientos dentro de su área, al ausentarse el encargado por motivo de vacaciones, se tuvo una pérdida en la producción del 20%, teniendo producto defectuoso.

ANEXO B

Cuestionario de Capacitación de 5S's

CUESTIONARIO 5S's

Contesta correctamente las siguientes preguntas.

1. ¿Qué son las 5 S's?

- a) Una metodología japonesa
- b) Una herramienta japonesa
- c) Ninguna de las anteriores

2. ¿Qué significa Seiton?

- a) Ordenar
- b) Limpiar
- c) Estandarizar

3. ¿Qué Significa Seiso?

- a) Ordenar
- b) Limpiar
- c) Estandarizar

4. ¿Cómo puedo aplicar Seiso en mi área de trabajo?

Escribe tu respuesta:

5. ¿Cómo puedo aplicar Seiton en mi área de trabajo?

Escribe tu respuesta:

Gracias por tu participación