

**Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record
S.A.S de Bucaramanga.**

Autor

Yurleisy Saudit Moreno Delgado

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Industrial

Director

Héctor Armando Barrera Cáceres

M. Sc. Administración

Tutor

Juan Pablo Blanco Plata

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánica

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2019

Tabla de Contenido

Introducción	16
1 Generalidades de la empresa	18
1.1 Identificación de la empresa.....	18
1.2 Reseña histórica.....	18
1.3 Misión	19
1.4 Visión.....	20
1.5 Políticas de calidad, seguridad y salud en el trabajo	20
1.6 Objetivo de calidad, Seguridad y salud en el trabajo	21
1.7 Localización	21
1.8 Mapa de procesos	22
1.9 Estructura Organizacional.....	23
1.10Portafolio de productos.....	23
2 Planteamiento del Problema	25
3 Objetivos	27
3.1 Objetivo general	27
3.2 Objetivos específicos	27
4 Resultados Esperados.....	28
5 Marco de Referencia	28

5.1 Marco de Antecedentes.....	28
5.2 Marco Teórico	30
5.2.1 Mejoramiento de proceso	30
5.2.2 Metodología de las 5 “S”	31
6 Metodología del proyecto.....	37
7 Diagnóstico de la Empresa	40
7.1 Metodología del diagnóstico	40
7.2 Descripción general del proceso productivo	41
7.3 Análisis del diagrama de flujo del proceso de producción	45
7.4 Distribución de planta.....	45
7.5 Análisis de distribución de planta.....	46
7.6 Análisis de diagrama de recorrido.....	47
7.7 Estudio de tiempos.....	49
7.8 Análisis de capacidad de la planta.....	52
7.9 Análisis de las 5 S.....	54
7.10Análisis de despilfarro	58
7.11Conclusiones del diagnóstico	64
8 Diseño e Implementación de Propuesta de Mejora	66
8.1 Mejoramiento realizado en el área de molienda para disminuir el tiempo de procesamiento del caucho	66

8.1.1 Problemática a solucionar.	66
8.1.2 Propuesta	67
8.1.3 Actividades de la propuesta.....	67
8.1.4 Recursos a utilizar.....	67
8.1.5 Responsable.....	68
8.1.6 Ejecución de la propuesta.....	68
8.2 Programa de mantenimiento	71
8.2.1 Problemática a solucionar	71
8.2.2 Propuesta	71
8.2.3 Actividades de la propuesta.....	71
8.2.4 Recursos a utilizar.....	72
8.2.5 Responsable.....	72
8.2.6 Ejecución de la propuesta.....	72
8.2.7 Resultado de la propuesta.....	75
8.3 Implementación del programa 5´S	76
8.3.1 Problemática a solucionar	76
8.3.2 Propuesta	77
8.3.3 Actividades de la propuesta.....	77
8.3.4 Recursos de la propuesta.	77

8.3.5 Responsable.....	78
8.3.6 Ejecución de la propuesta.....	78
8.3.7 Resultado de la propuesta.....	82
8.4 Estandarización y almacenamiento de troqueles.....	84
8.4.1 Problemática a solucionar	84
8.4.2 Propuesta	85
8.4.3 Actividades de la propuesta.....	85
8.4.4 Recursos a utilizar.....	86
8.4.5 Responsable.....	86
8.4.6 Ejecución de la propuesta.....	87
8.4.7 Resultado de la propuesta.....	88
9 Sistema de indicador	89
9.1 Indicador de entrega perfecta	90
9.1.1 Resultado del indicador.....	91
9.2 Indicador de nivel de cumplimiento de pedidos despachados	92
9.2.1 Resultado del indicado	93
9.3 Indicador de paradas de las maquina	94
9.3.1 Resultado del indicador.....	94
9.4 Indicador de eficiencia de la planta de producción	95

9.4.1 Resultado del indicador.....	96
10 Conclusiones.....	97
11 Recomendaciones	98
Referencias Bibliográficas	100

Tabla de Figuras

Figura 1. Localización de Industria de Cauchos Record S.A.S. Adaptado de Google Maps	22
Figura 2. Mapa de procesos Industria de Cauchos Record S.A.S. Adaptado de Industria de Cauchos Record S.A.S.....	22
Figura 3. Organigrama Industria de Cauchos Record S.A.S. Adaptado de Industria de Cauchos Record S.A.S.....	23
Figura 4. Ilustración de los 6 productos más representativos en cuanto a las ventas.....	24
Figura 5. Metodología del proyecto	38
Figura 6. Etapa del diagnóstico.....	40
Figura 7. Descripción del proceso productivo.....	42
Figura 8. Resultado de las 5'S.....	55
Figura 9. Diagrama de Pareto. Causa de los productos no conforme.....	63
Figura 10. Grafica de los resultados de la propuesta.....	69
Figura 11. Evidencia de los extractores de aire.....	70
Figura 12. Malla de la mesa.....	70
Figura 13. Formato de ficha técnica.....	74
Figura 14. Formato del plan de mantenimiento.....	75
Figura 15. Ubicación de los puntos ecológicos.....	81
Figura 16. Imagen de evidencia de la propuesta de las 5S's.....	82
Figura 17. Resultado de las 5 S.....	83
Figura 18. Imagen de los carros del área de troquelado.....	88

Figura 19. Imagen de estantes de Troquelados.	89
Figura 20. Comportamiento del indicador de pedidos despachados sin quejas.....	92
Figura 21. Comportamiento del indicador de despacho de pedido	94
Figura 22. Comportamiento del indicador de paradas de las maquinas.	95
Figura 23. Comportamiento del indicador de eficiencia de la producción.	97

Tabla de Tablas

Tabla 1. Cumplimiento de Objetivos.....	17
Tabla 2. Identificación de la empresa.	18
Tabla 3. Los 20 productos más vendidos en los últimos 5 años.	24
Tabla 4. Símbolos del diagrama de flujo de proceso.....	36
Tabla 5. Distancia recorrida del buje interno.	48
Tabla 6. Distancia recorrida del buje externo.	48
Tabla 7. Distancia recorrida del buje interno y externo.....	48
Tabla 8. División de componentes y elemento del producto RB-414.....	51
Tabla 9. Numero recomendado de ciclos de observación.	51
Tabla 10. Capacidad de producción del buje trasero muelle NPR. RB-414.....	53
Tabla 11. Capacidad de producción del buje trasero chasis NPR-NKR. RB-414-B.....	53
Tabla 12. Nivel de cumplimiento en las áreas de trabajo.	54
Tabla 13. Causa del producto no conforme.	62
Tabla 14. Tratamiento del producto no conforme.	63
Tabla 15. Tiempo de enfriamiento del caucho.....	69
Tabla 17. Resultado del nivel de cumplimiento.	83
Tabla 17. Ficha técnica del indicador de calidad de los productos generados.....	90
Tabla 18. Resultado del indicador de pedidos despachados sin quejas.....	91
Tabla 19. Ficha técnica del indicador de pedidos despachados a tiempo.....	92
Tabla 20. Resultado del indicador de despacho de pedidos.....	93

Tabla 21. Ficha técnica del indicador de tiempo de paradas de las maquinas.	94
Tabla 22. Resultado del indicador de paradas de las maquinas.	95
Tabla 23. Ficha técnica del indicador de eficiencia de la planta de producción.	96
Tabla 24. Resultado del indicador de eficiencia de la producción.	96

Tabla de Apéndices

(Ver apéndices adjunto en el CD y pueden visualizarlos en las Bases de Datos de las Bibliotecas UIS)

Apéndice A. Descripción de la empresa

Apéndice B. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del buje muelle

Apéndice C. Planos de la empresa del nivel 1 de Industria de Caucho Record S.A.S

Apéndice D. Planos de la empresa del nivel 2 de Industria de Caucho Record S.A.S

Apéndice E Diagrama de recorrido

Apéndice F. Estudio de tiempos

Apéndice G. Formato de la encuesta de la 5 S's

Apéndice H. Formato de la encuesta de despilfarro

Apéndice I. Formato de ficha técnica de las maquina

Apéndice J. Formato del plan de mantenimiento preventivo

Apéndice K. Diapositivas de la presentación de las 5 S's

Apéndice L. Folletos de las 5 S's

Apéndice M. Herramienta ofimática de indicadores

Resumen

Título: Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S de Bucaramanga.*

Autor: Yurleisy Saudit Moreno Delgado **

Palabras claves: mejoramiento de procesos, sistema de indicadores, mantenimiento preventivo y estudio de tiempo

Descripción:

Industria de Caucho Record S.A.S, es una empresa Santandereana dedicada a la manufactura y comercialización de soporte en caucho-metal como: buje, barra tensora, Ejes etc. Para toda clase de vehículo terrestre de tipo pesado y liviano; el propósito de este proyecto es diseñar e implementar un plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S; le permita a la empresa el mejoramiento continuo y ser más competitiva en el mercado de soporte para vehículos.

Inicialmente se realizó un diagnostico con el fin de conocer el estado actual de los procesos productivo e identificar las principales falencias en la planta de producción, por lo que fue necesario utilizar herramientas cualitativas y cuantitativa como: análisis de despilfarro, 5 S's, capacidad y distribución de planta; al encontrar las oportunidades de mejoras se diseñó e implemento un plan de mejoramiento con el fin de corregir los problemas encontrados. Las mejoras implementadas evidencian un aumento en la productividad y disminución de tiempo en el proceso de fabricación del caucho, reduciendo el despilfarro del caucho, por los que se logró retirar máquinas y objetos obsoletos en la planta dejando un espacio de 12,38 metros cuadrado para ser aprovechado, gracias al sistema de indicadores permite realizar un seguimiento de las mejoras implementadas.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director(a): Héctor Armando Barrera Cáceres, M.sc en Administración.

Abstract

Title: Improvement of the production processes of the company Industria de Cauchos Registro S.A.S.*

Author: Yurleisy Saudit Moreno Delgado**

Key words: process improvement, indicator system, preventive maintenance and time study

Description:

Industria de Caucho Record S.A.S, is a Santandereana company dedicated to the manufacture and marketing of rubber and metal supports, such as: bushings, tension bars, shafts, etc. For all types of heavy and light land vehicles, the purpose of this project is to design and implement a plan to improve the production processes of the company Industria de Cauchos Record S.A.S; allow the company for continuous improvement and be more competitive in the vehicle support market.

Initially, a diagnosis was made to know the current state of the production processes and identify the main deficiencies in the production plant, so it was necessary to use qualitative and quantitative tools such as: waste analysis, 5 S, capacity and distribution of plant. When finding improvement opportunities, an improvement plan was designed and implemented to correct the problems encountered. The improvements implemented show an increase in productivity and decrease of time in the rubber manufacturing process, reducing the waste of rubber, for which obsolete machines and objects are removed in the plant leaving a space of 12.38 square meters to be used, thanks to the system of indicators allows tracking the improvements implemented.

* Degree work.

**Faculta de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director(a): Héctor Armando Barrera Cáceres, M.sc en Administración.

Introducción

Hoy por hoy todas las empresas afrontan múltiples retos en sus respectivas industrias, sobre todo aquellas que se encuentran en el sector de la manufactura, dado que es allí donde las empresas colombianas encuentran mayores dificultades, es por esto que las empresas deben reinventarse cada día y evolucionar junto a la tecnología para aprovechar de la mejor forma posible sus respectivos factores diferenciadores. (Dinero, 2018)

Los problemas más notorios que enfrentan las empresas en cualquier industria manufacturera es el desperdicio de materia prima por falta de optimización de los procesos productivos, el desperdicio de tiempo por malas prácticas de fabricación y el desperdicio de ambas por prácticas de reproceso. Los problemas mencionados anteriormente se producen en gran medida porque las empresas en crecimiento basan sus operaciones en lo empírico y en la experiencia, dificultando un crecimiento sostenible en el tiempo dado la poca estandarización, tanto en los procesos productivos como en los procesos administrativos.

Dado lo anterior, el reto es permanecer a la vanguardia de la industria y para ello es necesario preparar a la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S, para una incursión en nuevas prácticas de manufactura que no sólo le permitirán mejorar sus resultados actuales sino generar aún más valor en cada uno de sus procesos, y de esta forma, llegar a ser una empresa líder en la producción de soportes para la industria automotriz.

Para el desarrollo de la problemática antes mencionada, se llevarán a cabo estudios de análisis de 5 S'S, despilfarros, distribución de planta, y estudio de tiempos entre otros, para con ellas

detectar los problemas, sus dimensiones, sus oportunidades de mejora y la mejor forma de combatirlos, para que, junto con una nueva mentalidad empresarial puedan mantenerse no sólo vigentes en el mercado, sino que cada día sean más eficientes en la utilización de sus recursos.

Con el presente trabajo no sólo se busca mejorar la situación productiva actual de la empresa, sino sentar un precedente y trazar una ruta hacia el mejoramiento continuo, que es en últimas, lo que toda empresa hoy por hoy debe llevar a cabo para sobrevivir y destacarse en su mercado.

Tabla 1.
Cumplimiento de Objetivos.

OBJETIVO DEL PROYECTO	
Objetivo general: Diseñar e implementar un plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S de Bucaramanga.	
Objetivo específicos	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico de los procesos productivos de la empresa determinando las fortalezas y oportunidades de mejora.	Capítulo 1 y 7
Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos productivos teniendo en cuenta los puntos críticos identificados en el diagnóstico, orientado a la creación de valor para el cliente.	Capítulo 8
Implementar las propuestas de mejora avaladas por la dirección de la empresa y que puedan implementarse en el horizonte del proyecto.	Capítulo 8
Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita hacer seguimiento a la propuesta desarrollada.	Capítulo 9

1 Generalidades de la empresa

1.1 Identificación de la empresa

Tabla 2.

Identificación de la empresa.

Nombre de la entidad:	Industria de Cauchos Record S.A.S
NIT:	890.209.864-5
Dirección:	Calle 23 No 13-35, Bucaramanga, Santander, Colombia
Ciudad:	Bucaramanga
Teléfono:	(57) (7) 6421595 6300977 6334677
Representante legal:	Carlos Pérez

1.2 Reseña histórica

En la década de los años 70's, el comercio de auto partes no satisfacía completamente las necesidades del mercado, y los almacenes de repuestos optaban por la importación de auto partes, esto, debido a la calidad que ofrecían éstos productos en comparación con las pocas industrias existentes en Colombia.

Hacia el año de 1978, el señor Carlos Pérez, propietario de un almacén de repuestos, dedicado a la distribución y comercialización de los mismos, es motivado por un amigo ingeniero mecánico, de nacionalidad yugoslava, el cual era propietario de un negocio donde producía artículos en caucho para el mercado local. Con la asesoría de éste, nace una idea de negocio para producir auto partes en caucho-metal, con la filosofía de calidad desde el inicio.

Es así como se construye una prensa manual para la vulcanización de los productos, produciendo a una escala mínima.

Al inicio del año 1980, se traslada a la ciudad de Barranquilla, con el interés de cubrir este nicho de mercado. En sus inicios, la producción era muy pequeña debido a que sólo existían dos prensas manuales, un solo empleado y los productos eran comercializados por unos pocos amigos que poseían almacenes de auto partes.

Con la necesidad de ampliar su mercado, decidió radicarse nuevamente en la ciudad de Bucaramanga para el año de 1983. Para septiembre del mismo año, nace oficialmente Industria de Cauchos Record S.A.S. Con un amigo y socio, el Sr. Ismael Badillo C. (q.e.p.d.), estableciendo las operaciones en un local propiedad de éste último, iniciando sus operaciones con tres prensas y un torno paralelo.

A través de más de 30 años en el mercado nacional, se ha ido invirtiendo en la mejora de todos los procesos productivos, adquiriendo maquinaria y herramientas, con 34 empleados debidamente calificados, para obtener un crecimiento sostenido en el mercado nacional ofreciendo a cada uno de sus clientes, productos con la mejor calidad y servicio post venta en cuanto a auto partes en caucho-metal existentes en el país se refiere y con la mejor relación costo-beneficio, reconocida hoy a nivel nacional como “CR”.

1.3 Misión

Industria de Cauchos Record S.A.S. Es una empresa privada, dedicada a la producción y comercialización de soportes en caucho-metal para toda clase de vehículos así como el

mecanizado de piezas para la industria metalmecánica, con excelente manufactura y el mejor servicio al cliente, bajo los más estrictos principios éticos y legales.

Nuestro mayor interés es el suministro y desarrollo de productos con responsabilidad social, laboral y ambiental, sentido humano y personal competente. Será reconocida a nivel nacional e internacional como: "Su soporte confiable".

1.4 Visión

Industria de Cauchos Record S.A.S, será en el año 2020 una empresa modernizada en sus procesos, con incremento en ventas a nivel nacional y la ampliación del portafolio de productos de vehículo liviano, lo cual nos permita obtener un crecimiento sostenido.

1.5 Políticas de calidad, seguridad y salud en el trabajo

Industria de Cauchos Record S.A.S empresa dedicada a la manufactura y comercialización de soportes en caucho-metal para vehículos terrestres de tipo pesado y liviano, expresa su compromiso con la mejora continua de los Sistemas de Gestión de Calidad y Seguridad y Salud en el Trabajo garantizando la satisfacción de sus socios, colaboradores y clientes, la excelente calidad en nuestros productos y servicios, el incremento del portafolio de productos de vehículo liviano y condiciones de trabajo seguras. Dentro de los objetivos de los sistemas de gestión está el cumplimiento de los requisitos legales vigentes y otros que suscriba la organización, la identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos presentes en los procesos y actividades con el fin de prevenir accidentes de trabajo y enfermedades laborales de nuestros colaboradores, contratistas, subcontratistas, estudiantes y visitantes

1.6 Objetivo de calidad, Seguridad y salud en el trabajo

- Planear, ejecutar y controlar actividades que estén encaminadas a la satisfacción del cliente.
- Conformar y conservar un equipo humano de trabajo, comprometido con alcanzar los objetivos de las partes interesadas, mediante el fortalecimiento de sus capacidades humanas y laborales.
- Desarrollar, mantener y mejorar continuamente los Sistemas de Gestión de la Calidad y Seguridad y Salud en el trabajo, basado en actividades internas ágiles y efectivas que garanticen una labor en los procesos de excelente calidad y servicio, permitiendo un crecimiento sostenido en la organización.
- Producir, desarrollar y comercializar soportes en caucho-metal de excelente calidad.
- Ampliar las ventas y el portafolio de productos en caucho-metal de vehículo liviano.
- Cumplir la normatividad nacional vigente aplicable en materia de riesgos laborales y otros requisitos que suscriba la organización.
- Implementar eficazmente las medidas de prevención y control de acuerdo a la identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos.
- Disminuir sostenidamente la accidentalidad y controlar enfermedades laborales potenciales.

1.7 Localización

La empresa Industria de Cauchos Record S.A.S, está localizada en la Calle 23 No 13-35, Bucaramanga, como se muestra en la siguiente ilustración.

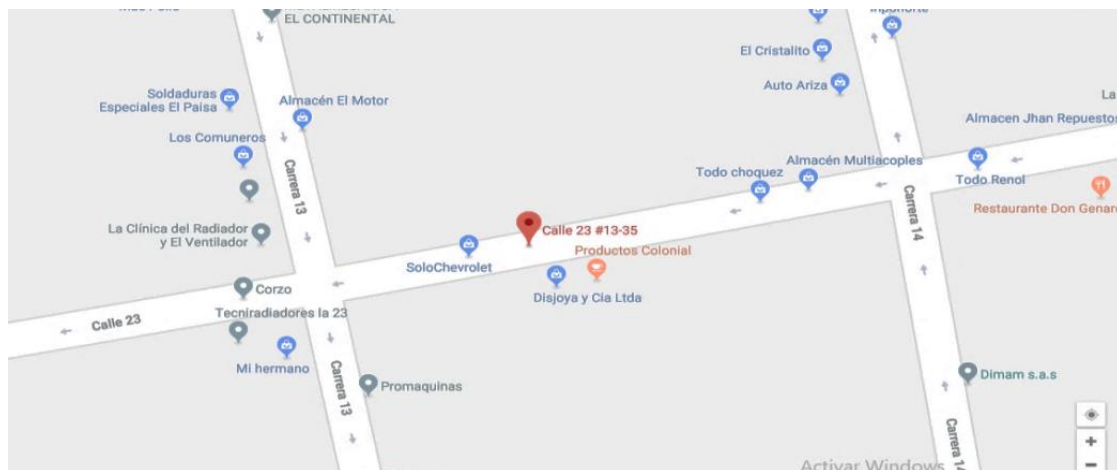


Figura 1. Localización de Industria de Cauchos Record S.A.S. Adaptado de Google Maps

1.8 Mapa de procesos

El mapa de procesos empleado por la empresa Industria de Caucho Record S.A.S, y se muestra en la siguiente ilustración

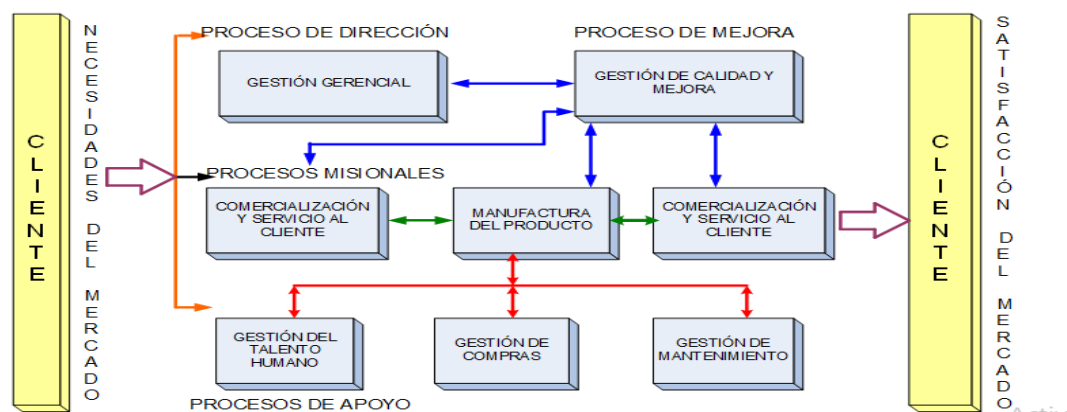


Figura 2. Mapa de procesos Industria de Cauchos Record S.A.S. Adaptado de Industria de Cauchos Record S.A.S.

1.9 Estructura Organizacional

Industria de Cauchos Record S.A.S posee una estructura jerárquica, cuenta con 39 empleados directos y 3 empleados indirectos, de los cuales 19 pertenecen al área de producción y el resto están distribuidos en las diferentes áreas de la empresa, el organigrama se muestra en la siguiente ilustración.

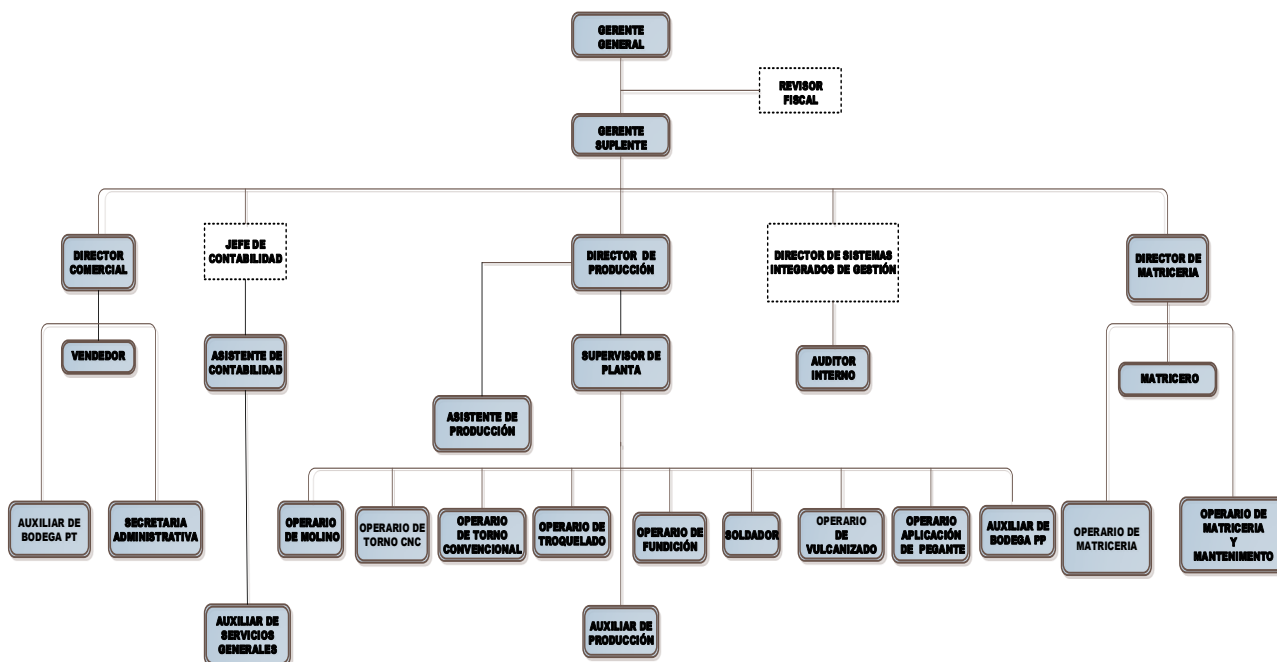


Figura 3. Organigrama Industria de Cauchos Record S.A.S. Adaptado de Industria de Cauchos Record S.A.S.

1.10 Portafolio de productos

Industria de Cauchos Record S.A.S, cuenta con 255 referencias de productos, las cuales están divididas en dos tipos: para vehículos pesados y livianos, de estas dos categorías, el 95% de las ventas lo generan las referencias de tipo pesado y el 5% las referencias de tipo liviano

A continuación, se ilustran los 6 productos más venta por la empresa.



Figura 4. Ilustración de los 6 productos más representativos en cuanto a las ventas.

Nota: Información adaptada en Industria de Cauchos Record S.A.S.

En la siguiente tabla se observan los 20 artículos más vendidos de la empresa en los últimos 5 años, con sus respectivas referencias, unidades, y adicionalmente la totalidad de unidades vendidas durante los 5 años.

Tabla 3.

Los 20 productos más vendidos en los últimos 5 años.

Productos representativo en ventas								
#	Descripción	Referencia	Unidades					
			2013	2014	2015	2016	2017	Total
1	BUJE TRASERO MUELLE NPR	RB-414	36.922	19.555	18.224	15.673	13.699	104.073
2	BUJE TRASERO CHASIS NPR-NKR	RB-414-B	14.823	17.788	14.822	16.501	18.237	82.171
3	BUJE MUELLE TRASERO (PARTE DELANTERA) NPR/00	897227996-0	10.126	7.763	6.447	3.491	4.721	32.548
4	BUJE DELANTERO MUELLE NPR	RB-413	6.020	5.488	5.404	4.314	4.388	25.614
5	SOP. TRAILER DITE	40325	6.027	4.717	3.521	2.516	2.892	19.673
6	BUJE MUELLE DELANTERO H.I DT-4300	RB-H103	1.525	5.150	3.740	3.070	5.600	19.085
7	BUJE MUELLE DELANTERO AGRAL 8.5	RB-104	2.912	5.176	2.727	3.496	4.100	18.411
8	BUJE DELANTERO MUELLE KODIAK	RB-190	1.587	4.987	4.282	5.409	1.410	17.675

[Continuación Tabla 3]

Productos representativo en ventas								
#	Descripción	Referencia	Unidades					
			2013	2014	2015	2016	2017	Total
9	BARRA TENSORA (CORBATIN)	44695	2.470	2.771	3.424	3.967	3.762	16.394
10	CAUCHO RESORTE AUXILIAR MUELLE TRASERO NPR	897254387-D	2.731	2.804	2.536	2.630	2.206	12.907
11	BARRA TENSORA (CORBATIN)	44695	2.521	2.636	2.406	2.675	2.644	12.882
12	BUJE DELANTERO MUELLE NKR (JUEGO)	8-97081531-0	2.595	2.575	2.426	2.455	1.369	11.420
13	BUJE MUELLE INTERNATIONAL 7400 M-2004D	47691	1.580	3.710	1.840	3.469	0	10.599
14	MEDIA LUNA TRAILER DITE NYLON	NC-241	2.728	1.708	1.807	1.722	2.574	10.539
15	SOP. TRASERO MOTOR FORD 9000	DOHZ-6068-B	1.959	2.022	1.902	2.141	2.114	10.138
16	BUJE MUELLE DELANTERO FREIGHTLINER FL-80	RB-H211	1.082	2.668	2.281	2.949	792	9.772
17	TERMINAL	44697	1.146	1.440	2.251	2.547	2.265	9.649
18	BUJE MUELLE TRASERO NISSAN CABSTER	RB-H102	2.840	1.880	1.670	1.237	904	8.531
19	BARRA TENSORA KENWORTH SUSP. NEUMATICA	836940	1.150	1.364	1.732	2.418	1.865	8.529
20	BARRA TENSORA (CORBATIN)	1435944	694	756	1.227	2.260	2.085	7.022

Nota: Información adaptada en Industria de Cauchos Record S.A.S.

2 Planteamiento del Problema

Industria de Cauchos Record S.A.S, constituida en 1983, es una empresa Santandereana del sector privado de asopartes, con código de actividad económica CIU 2219 (Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho n.c.p). Está dedicada a la manufactura y comercialización de soportes en caucho-metal como buje, fundición, barra tensora y ejes, para toda clase de vehículos terrestres de tipo pesado y liviano, además como el mecanizado de piezas

para la industria metalmecánica. La empresa se caracteriza por buscar estrategias que le permitan mejorar la calidad y establecer una política de mejora continua para controlar sus procesos productivos y medir la satisfacción y necesidades del cliente.

Actualmente está certificado por la norma ISO 9001, sin embargo, desde hace un tiempo se ha venido evidenciando y cuestionando el cumplimiento del proceso productivo; en la planta de producción se puede identificar tiempo improductivo, despilfarro y esperas innecesarias, adicionalmente, no cuentan con el modelo de las 5S implementado, teniendo como resultado, desorden en el puesto de trabajo y algunos objetos que no hacen parte de las herramientas de trabajo, además la falta de estandarización e información de algunos procesos de la empresa.

Adicionalmente, la competencia en el ámbito empresarial es cada vez es más fuerte y para sobrevivir las empresas deben establecer estrategias enfocadas a generar valor para el cliente; por esta razón surge la necesidad de implementar un mejoramiento en los procesos productivos en Industrias de Caucho Record S.A.S, enfocado al control y a mejorar la productividad de la empresa que contribuya al desarrollo organizacional. Este proyecto está orientado a la revisión de los procesos productivos desde un punto de vista sistémico y a la aplicación de mejoras acorde a los lineamientos de gestión de calidad de la empresa.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S de Bucaramanga.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de los procesos productivos de la empresa determinando las fortalezas y oportunidades de mejora.
- Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos productivos teniendo en cuenta los puntos críticos identificados en el diagnóstico.
- Implementar las propuestas de mejora avaladas por la dirección de la empresa y que puedan implementarse en el horizonte del proyecto.
- Diseñar e implementar un sistema de indicadores que permita hacer seguimiento a la propuesta desarrollada.

4 Resultados Esperados

El alcance de este trabajo de grado está enfocado al mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S. Al culminar este proyecto, se hará entrega de un documento detallado que contiene el diagnóstico de los procesos productivos de la empresa, el estudio de tiempo de la línea buje muelle, los planos de distribución en planta de los dos niveles de la empresa y el diseño e implementación del plan de mejoramiento de dichos procesos, adicionalmente se capacitará al personal de producción sobre los nuevos métodos de trabajo; por último, se entregara un sistema de indicadores de gestión que permita evaluar y verificar el éxito del plan de mejoramiento implementado.

5 Marco de Referencia

5.1 Marco de Antecedentes

En el año 2017 Yineth Paola Peña Carvajar (Peña, 2017), publicó su proyecto de grado titulado Diseño e implementación de un plan de mejoramiento de los procesos productivos en la línea eléctrica de la empresa Ryctel Ltda., realizando un diagnóstico general del proceso productivo, para esto implementó diversas herramientas de análisis como las 5 eses, desperdicios, tiempo, capacidad, identificando así las oportunidades de mejora, la investigación arrojó que era necesario la implementación de un programa de las 5 S's para la liberación de espacios,

adecuando las zonas de la planta, adicionalmente, la empresa no tiene en cuenta la capacidad de la planta ni las ordenes de producción, al momento de entregar al cliente una fecha de entrega del pedido, para darle solución a estos problemas implementó acciones de mejoras como implementar la metodología 5 eses con el objetivo de mejorar las condiciones de orden y aseo en la planta e implementar una herramienta ofimática en Excel para controlar el tiempo real de ejecución de las actividades programadas. Logrando un resultado de disminución en un 4,14% del Lead time para los productos eléctricos.

Adicionalmente, en ese mismo año Jefersson Andrey Alvarado Pillajo y Niver Reynel Rivera Ayala (Rivera & Alvarado, 2017), en su proyecto de grado se enfocan en el análisis y mejoramiento de los procesos productivos dirigidos a producir cajas de cartón de la empresa Carbolsas Ltda., que presentaba varias falencias en los procesos productivos debido a la falta de planeación y control, presentando incumplimiento de las fechas de entregas de los pedidos a los clientes. Para realizar el diagnostico utilizaron diferentes herramientas, ayudando a la recolección de datos como: entrevistas, análisis de despilfarro, diagnostico 5S's y análisis de estudio de tiempo, lo cual arrojó que el sistema productivo presentaba un alto índice de despilfarro, el cual generaba pérdidas económicas para la empresa, se propuso la implementación de un programa el cual abarca los 7 tipos de despilfarro, adicionalmente en el estudio de métodos y tiempos se evidenció que las áreas de trefilado, litografía y troqueladora, son las que tardan más tiempo en realizar su alistamiento. La propuesta frente a lo anterior fue implementar la técnica SMED buscando disminuir el tiempo que no agregaba valor a la producción.

Por último se observó el proyecto de grado de Silvia Juliana Correa Correa (Correa, 2015), publicado en el año 2015, con título mejoramiento del sistema productivo de la empresa Harinera

Pardo S.A, donde se hace un diagnóstico utilizando diferentes metodologías como mejoramiento de proceso, análisis de despilfarro, estudio de métodos y tiempos y por último análisis de capacidad, en el cual se determinó que los procesos no se encontraban estandarizados y esto era el mayor causante de desperdicios en la producción, para darle solución a este problema se diseñó hojas de estandarización en los diferentes procesos que se realiza en la empresa, adicionalmente elimino ciertas tareas en las operaciones de fabricación que no generaba un valor al cliente y de esta manera se logró mejorar los procesos productivos y así ser más eficientes.

5.2 Marco Teórico

5.2.1 Mejoramiento de proceso. El mejoramiento de los procesos, significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales. (Fernández, 2002)

Para mejorar el proceso hay que aplicar el ciclo de mejora continua de Deming, de cuatro pasos, Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

a) Planificar los objetivos de mejora y la manera en que se van a alcanzar.

- Recopilar datos para profundizar en el conocimiento del proceso.
- Detallar las especificaciones de los resultados esperados.
- Definir las actividades necesarias para lograr el producto o servicio, verificando los requisitos especificados.

b) Ejecutar las actividades planificadas para la mejora del proceso.

- Ejecutar el plan estratégico, contempla: organizar, dirigir, asignar recursos y supervisar la ejecución para acceder al nuevo plan.
- c) Comprobar la efectividad de las actividades de mejora.
- Pasado un periodo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los requisitos especificados inicialmente, para saber si se han cumplido y en su caso, evaluar si se ha producido la mejora
 - Monitorizar la implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.
- d) En base a las conclusiones de los pasos anteriores elegir una opción:
- Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo PDCA con nuevas mejoras.
 - Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos
 - Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos
 - Ofrecer una Retro-alimentación y/o mejora en la Planificación. (Figuerola)

Metodología de las 5 “S”. La metodología de las 5 S es una técnica Japonesa, que se implementó por Primera vez en Toyota en los años de los 60, esta metodología está orientada a mejorar las condiciones de trabajo, permitiendo la organización y limpieza en el puesto de trabajo, buscando ordenar, lo que se necesita y ubicarlo de una forma accesible al trabajador, adicionalmente se utiliza como una herramienta práctica que exige cambio de la actitud y comportamiento del trabajador, para lograr la eficiencia, eficacia y productividad. (López, 2001)

La metodología está dividida en 5 etapas:

- **Seiri (Separar):** Es la primera etapa, consiste en separar las herramientas necesarias de las no necesarias evitando tener herramientas inútiles en el puesto de trabajo.
- **Seiton (Ordenar):** Es la segunda etapa, consiste en ordenar e identificar una ubicación a todas las herramientas separadas en la primera etapa, con el objetivo de facilitar la búsqueda de herramientas en menos de 30 segundos e identificando los objetos que fueron retirados de su sitio.
- **Seiso (Limpiar):** Es la tercera etapa, consiste en mantener limpio y ordenado los puestos de trabajo, dedicando parte de la jornada de trabajo a la limpieza, con el objetivo de localizar problemas en herramientas y buscando incrementar la vida útil de estas y eliminando los riesgos.
- **Seiketsu (Estandarizar):** Es la cuarta etapa, consiste en establecer normas sencillas y visibles a seguir, usando procedimientos estándares y listas de verificación para mantener el área de trabajo limpia y segura, esto se logra trabajando permanente mente las 3 etapas anteriores.
- **Shitsuke (Autodisciplina):** Es la etapa final, consiste en crear un hábito y disciplina en los trabajadores utilizando las 4 etapas anteriores, por medio de auditorías, control, visitas sorpresas buscando el mejoramiento continuo. (Ingrande, 2015)

Despilfarro

La definición de despilfarro del señor Ortiz Pimientos dice “Cualquier cosa que no sea utilizar o consumir el mínimo imprescindible de equipo, materiales, componentes, espacio y tiempo del

trabajador para añadir valor al artículo que se produce’’. Esta definición, indica que una empresa debe conseguir su producto o servicio, utilizando la mínima cantidad de recursos, pudiendo así satisfacer las necesidades de cliente.

El despilfarro se da por distintas causas estas, están relacionadas con actividades de producción como las siguientes:

- **Despilfarro relacionado con transporte:** generado porque los desplazamientos de materiales o personas no constituyen una actividad que agrega valor al producto.
- **Despilfarro relacionado con las operaciones de proceso:** ocurre debido a la falta de conciencia sobre la posibilidad de identificar oportunidades de mejoras en los métodos de trabajo empleados por los operarios en cada puesto de trabajo.
- **Despilfarro relacionado con el proceso:** hace referencia al diseño del proceso productivo. Un proceso de producción mal diseñado es fuente de baja productividad.
- **Despilfarro relacionado con sobreproducción:** se evidencia al producir cantidades mayores a las requeridas por el mercado, como consecuencia, el producto sobrante puede dañarse cuando se almacena o puede no venderse posteriormente.
- **Despilfarro relacionado con el inventario:** es claro que el inventario representa capital invertido sin rentabilidad alguna, pero además genera gastos de mantenimiento elevados.
- **Despilfarro relacionado con el tiempo vacío:** incluye todas pérdidas de tiempo de operarios o máquinas, que derivan en un desequilibrio en la línea de producción, es decir, los puestos de trabajo pueden quedar inactivos porque no llegó material del puesto de trabajo anterior.

- **Despilfarro relacionado con defectos:** aparece cuando un producto se fabrica con defectos y posteriormente debe ser reprocesado, lo cual implica un costo adicional no contemplado al inicio de la producción. (Ortiz, 2014, pág. 83)

Estudio de métodos y tiempos

El estudio de métodos divide y desglosa la tarea en una parte razonable de operaciones. De esta manera se entiende mejor como se ejecuta la tarea, y de este modo sirve para unificar un método operatorio para todos los implicados en su ejecución, además, es el punto de partida para la mejora, si bien se hace notar que el hecho de describir un método operatorio ya es en sí, una mejora.

El estudio de tiempo es una técnica de medición de trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y actividades correspondientes a las operaciones de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos y poder calcular el tiempo requerido para efectuar la tarea según un método de ejecución establecido. (Cruelles, 2013, pág. 22)

El equipo mínimo requerido para realizar el estudio de tiempo incluye un cronometro, un tablero de estudio de tiempo, las formas para el estudio y una calculadora. (Freivalds & Niebel, 2014, pág. 309)

Análisis de Pareto

Las áreas del problema pueden definirse mediante una técnica desarrollada por el economista Vilfredo Pareto para explicar la concentración de la riqueza. En el análisis de Pareto, los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan en orden

descendente (mayor a menor), como una distribución acumulativa. Por lo general, 20% de los artículos evaluados representan 80% o más de la actividad total, como consecuencia, el 20% de las causas representara un 80% de los problemas, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80- 20. (Freivalds & Niebel, 2014, pág. 18)

Diagrama de flujo del Proceso

Es una herramienta de análisis y registro, que es una representación gráfica de los pasos que siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento como una operación, transporte, inspección, espera y almacenamiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis. El objetivo principal es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de las áreas y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente, ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado. (García, 2005, pág. 53)

En la siguiente ilustración puede observar los símbolos para la construcción del diagrama de flujo del proceso en las diferentes actividades. (García, 2005, pág. 53)

Tabla 4.

Símbolos del diagrama de flujo de proceso.

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.

Diagrama de recorrido

Este tipo de diagrama es complemento del diagrama de flujo del proceso. Se llama diagrama de recorrido porque sobre un plano o escala de la planta de producción, se trazan líneas que indican la ruta de movilización del producto en proceso, desde que inicia su recorrido como materia prima, hasta que lo concluye como producto terminado. Se deben identificar claramente las máquinas, las zonas de almacenamiento y demás objetos que intervengan en el proceso de manufactura. Con un buen análisis del diagrama de los productos se puede evidenciar fallas o problemas de desplazamiento con los que generalmente se convive. (Ortiz, 2014, pág. 23)

Indicadores de gestión

El concepto de indicadores de gestión, remonta su éxito al desarrollo de la filosofía de Calidad Total, creada en los Estados Unidos y aplicada acertadamente en Japón. Un indicador de gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso; es la forma clave de retroalimentar, monitorear el avance o la ejecución de un proyecto, cuya magnitud, al ser

comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según sea el caso. (Cubillo & Nuñez, 2012)

Los beneficios del uso de indicadores de gestión se pueden considerar:

- Con respecto a la satisfacción del cliente: La identificación de las prioridades del cliente para una organización marca la pauta para el cumplimiento de los objetivos institucionales, en la medida en que se logre monitorear a través de los indicadores la satisfacción del cliente, permitiendo el logro de los resultados deseados.
- Con respecto al monitoreo del proceso: El mejoramiento continuo solo es posible si se hace un seguimiento exhaustivo a cada eslabón de la cadena que conforma el proceso. Las mediciones son las herramientas básicas no solo para detectar las oportunidades de mejora, sino además para implementar las acciones.
- Con respecto a la gerencia del cambio: Un adecuado sistema de medición les permite a las personas conocer su aporte en las metas organizacionales y cuáles son los resultados que soportan la afirmación de que lo está realizando bien. (Cubillo & Nuñez, 2012)

6 Metodología del proyecto

Para el desarrollo del proyecto de mejoramiento de procesos productivos de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S, se plantean 6 etapas, permitiendo el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados, como se muestra en la siguiente ilustración.

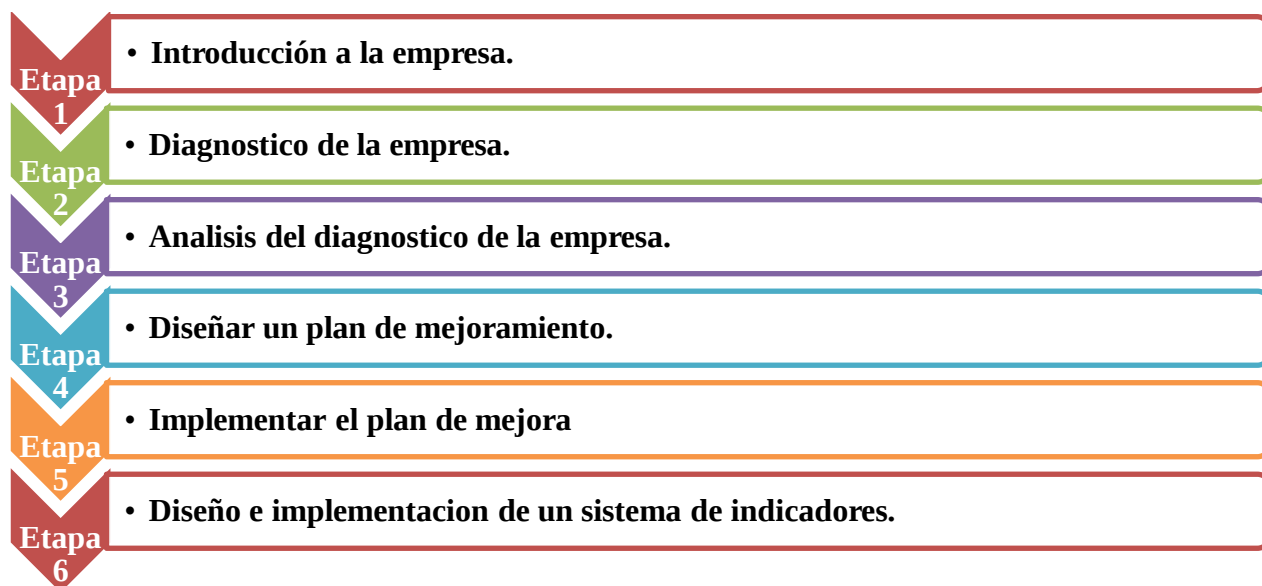


Figura 5. Metodología del proyecto

Etapa 1: En esta etapa se busca recopilar toda la información de la empresa, buscando conocer el portafolio de productos, qué procesos se realizan en la fabricación de estos, la instalación de la planta, máquinas y herramientas de trabajo, cantidad de productos vendidos por año, el objetivo de la empresa, misión, visión, manual de calidad, manual de funciones y reseña histórica; Esto se hace mediante visitas y observación, con el fin de conocer el funcionamiento de la empresa.

Etapa 2: Se realiza un diagnóstico de los procesos productivos de la empresa con el objetivo de identificar las fortalezas y oportunidades de mejora, para llevar a cabo este objetivo, se inició con una recolección de información detallada de cada área de producción por medio de observaciones, encuestas, entrevistas con el tutor y operarios, adicionalmente se utilizarán listas de chequeo de despilfarro, estrategia de las 5 S y se realiza la toma de tiempos de las tareas de trabajo con el fin de determinar la capacidad.

Etapas 3: Al finalizar el diagnóstico de los procesos productivos de la empresa se realiza un análisis e interpretación detallada de la información obtenida anteriormente, pudiendo identificar así las oportunidades de mejora y los cuellos de botella que ocasionan la demora en la producción, con el objetivo de mejorar la producción, obteniendo como resultado una visión global del problema que se está presentando en la empresa.

Etapas 4: En esta etapa se diseña un plan de mejoramiento de los procesos productivos, con el objetivo de eliminar los problemas encontrados en la empresa, orientada a la creación de valor para el cliente, buscando aumentar la eficiencia y productividad, por medio de metodologías y técnicas tales como, metodología de las 5 S, Propuestas para disminuir el despilfarro, estandarización de los procesos de producción, políticas para mejorar la planeación de la programación de producción.

Etapas 5: Se implementarán las propuestas de mejora avaladas por la dirección de la empresa, esto mediante actividades de capacitación al personal brindándole el conocimiento necesario para implementar correctamente los nuevos métodos de trabajo, implementación de la metodología de las 5 eses y la disminución de despilfarros. Se espera buena aceptación y adaptación por parte de todos los involucrados directa o indirectamente en pro de la mejora de los procesos productivos de la empresa.

Etapas 6: En esta etapa se diseñará e implementará un sistema de indicadores, permitiendo realizar seguimiento de la eficacia y productividad de las mejoras realizadas en el área de producción.

7 Diagnóstico de la Empresa

Actualmente, Industria de cauchos record S.A.S, posee 23 líneas de productos, de las cuales, cuentan con 255 referencias. Los procesos y operaciones que se llevan a cabo, en la fabricación de cada línea son muy variables, debido a esto, para este proyecto de grado se tendrá en cuenta los datos históricos de los últimos 5 años de ventas. Mencionado lo anterior, se determina que la línea de producto a estudiar, es la de buje muelle, con el fin de identificar las oportunidades de mejora.

7.1 Metodología del diagnóstico

Para conocer la situación actual de la planta de producción de Industria de Cauchos Record S.A.S, es necesario conocer de cerca los procesos productivos de la empresa, con el fin de identificar las fortalezas y oportunidades de mejora. Para el desarrollo de este, se llevan a cabo las siguientes 3 etapas:



Figura 6. Etapa del diagnóstico.

Primera etapa

Recolección y revisión de información: Primero se realizarán visitas a las instalaciones de la empresa de lunes a viernes, éstas, estarán dirigidas por el director de producción el señor Juan

Pablo Blanco, realizando una descripción del proceso productivo, adicionalmente en esta etapa se solicitará al tutor del proyecto información histórica de la empresa, registros de producción y ventas de los últimos cinco años, e información general de la empresa como: misión, visión y políticas de calidad.

Segunda etapa

Aplicación de instrumentos de análisis: Se realiza un diagnóstico, implementando diferentes herramientas de análisis cualitativas y cuantitativas como:

- Análisis de distribución de la planta
- Análisis de métodos y tiempos
- Análisis de capacidad
- Análisis de las 5S's
- Análisis de despilfarro

Tercera etapa

Análisis de resultados: Se realiza un análisis e interpretación detallada de la información obtenida, logrando identificar así, las oportunidades de mejora y los cuellos de botella que ocasionan la demora en la producción, y generar conclusiones para posteriormente realizar un plan de mejora.

7.2 Descripción general del proceso productivo

A continuación se presentan las siguientes imágenes, las cuales fueron tomadas por el autor del proyecto, por lo que corresponde a cada uno de los procesos, que se requieren a la fabricación de la línea buje muelle.

Proceso de corte: En esta área se realiza el proceso de corte de la varilla y tubería que llegan del proveedor de 6 metros de longitud. Estas son cortadas a 1.5 metros, gracias a una sierra que gira a altas revoluciones por minuto.	
Proceso de mecanizado: En área de mecanizado se encuentran tres tipos de tornos: torno CNC, torno convencional, y torno Ward. Estas tres máquinas realizan las mismas operaciones, pero el funcionamiento de estas son diferentes, el torno CNC es una maquina automática, mientras las otras dos son manuales. Las operaciones que se realizan en esta área son: • Biselar: Es cortar y suavizar el borde de la pieza de una forma oblicua. • Refrentar: Es mecanizar los extremos de la pieza generando una superficie plana, la herramienta de corte se desplaza perpendicularmente al eje de giro de la pieza. • Cilindrar: Es reducir el diámetro exterior de la pieza, la herramienta de corte se encuentra perpendicular a la pieza y este se desplaza en paralelo a la pieza. • Alesar: Es el ensanchamiento del agujero del cilindro que se realiza para obtener una pieza hueca con un diámetro interno. • Tronzar: Cortar en varias secciones una barra de material que será la base para la mecanización de diferentes piezas. • Taladrar: Hacer un agujero en la barra que se está trabajando.	 Torno CNC  Torno ward  Torno convencional

Figura 7. Descripción del proceso productivo.

[Continuación Figura 7]

Proceso de fosfatado:

El proceso consiste en sumergir las piezas de acero en diferentes tanques de tratamiento químico, el primer tanque está compuesto de desengrasante, en el cual se busca eliminar todo tipo de grasa que pueda tener la pieza, el segundo tanque es el decapado, consiste en eliminar cualquier óxido que contenga la superficie de la pieza, el tercer tanque es el de fosfatado, que consiste en recubrir la superficie de la pieza con una capa de fosfatos que posee elevada resistencia a la corrosión y finalmente sumergir la pieza en agua caliente. Durante todo el proceso de fosfatado la pieza se lava con chorros de agua fría.

**Proceso de aplicar el pegante:**

El proceso consiste en aplicar dos capas de pegante. Una es pegante base de color gris (pegante 205 gris), y la otra es aplicar el pegante negro (pegante 250 negro), con la ayuda de una brocha, cada pegante se deja secar durante mínimo 4 horas, estos se aplican en el área de la pieza donde se quiere adaptar el caucho, el objetivo del pegante es que el caucho se adhiera con facilidad al acero.

**Proceso de esmerilado:**

El proceso consiste en lijar la pieza, pasándola por un disco de esmeril que gira a altas revoluciones por minuto, dándole rugosidad a la pieza, buscando que el pegante se adhiera con facilidad.



[Continuación Figura 7]

Proceso de vulcanizado:

El proceso inicia cuando el operario corta y pesa el caucho en forma de tira, correspondiente a la cantidad que se requiere por la ficha técnica, una vez es pesado el caucho se envuelve en medio de los dos bujes (interno y externo), posteriormente se adapta el buje en el molde para ser cerrado por la prensa extractora, finalmente se traslada el molde a la prensa hidráulica donde se deja vulcanizar a una temperatura entre 160 y 165°C y una presión 2800 psi, buscando calentar el caucho, dándole así dureza, resistencia y la forma requerida.

**Proceso de troquelado:**

En esta área se pueden realizar diferentes procesos como cortar y doblar laminas, ampliar y reducir diámetro de bujes, estampar y perforar, esto se da gracias a una prensa que tiene una palanca manual que permite que el molde del cabezote de la maquina se deslice verticalmente, impactando con el molde de la base, dando así la forma del molde, buscando que las dimensiones siempre sean precisas.

**Proceso de molienda:**

En esta área se prepara el caucho gracias a la máquina de molienda, que consta de dos cilindros mezcladores de caucho, la cual se utiliza para obtener una mezcla adecuada de dicho material en forma de lámina alargada, cuyas dimensiones van a depender del espesor de la pieza que se requiera, todo ello mediante la realización de una serie de operaciones, tales como plastificación, mezclado e incorporación de ingredientes. Con la ayuda manual del operario.

7.3 Análisis del diagrama de flujo del proceso de producción

Se representa gráficamente la secuencia de los procesos de fabricación de la línea de buje muelle de la empresa Industria de Caucho Record S.A.S. Con el objetivo de tener un amplio conocimiento de la producción de esta línea, la cual, está dividida en 3 etapas: la primera etapa es la fabricación del buje interno, la segunda se encarga de la fabricación del buje externo y por último, unir los dos bujes gracias al proceso de vulcanizado, el cual consiste en calentar el caucho haciéndolo más duro y resistente

El propósito del diagrama de flujo de proceso de la línea de buje muelle es conocer las operaciones, para así identificar así algunos despilfarros en el proceso y en las respectivas áreas.

Tras realizar el diagrama de flujo de proceso de la línea buje muelle, se encontró que existen dos maneras de fabricar el buje interno, en la primera, el buje es de material de lámina de acero, el proceso empieza en el área de troquelado dándole forma de “u” hasta doblar por completo formando así el cilindro y, la segunda, el material es de varilla o tubería, esto, depende del espesor del buje, el cual comienza en el área de corte de sierra y pasa posteriormente al área de mecanizado, mientras el buje externo solo se fabrica de una manera. Este diagrama se puede observar en el apéndice B, donde se muestran todas las operaciones: transporte, inspección, demora y almacenaje que ocurre en el proceso de fabricación.

7.4 Distribución de planta

Industria de caucho record S.A.S, cuenta con una instalación que posee aproximadamente 689 m² , teniendo una forma de infraestructura de ele (L), la cual es utilizada como planta de

producción, bodegas y área administrativa, la empresa posee dos niveles: En el primer nivel se encuentran las áreas de producción como: área de mecanizado, área de troquelado, área de molino, dos cuartos de almacenamiento de moldes, uno para vulcanizado y el otro de troquelado, área de fosfatado, área de zincado, área de lavado, área de pegante, bodega de producto terminado, área de esmeril y área de vulcanizado. En el segundo nivel se encuentra el área administrativa, bodega de productos en proceso, área de soldadura, área de químicos, área de tratamiento de agua y el área de vulcanizado.

Adicionalmente, se evidencia que la empresa no cuenta con un mapa de distribución de planta, razón por la cual el autor del presente proyecto tuvo que realizar uno de las instalaciones actuales para así poder analizarlo y a partir de allí generar mejoras, dicho mapa se puede observar en el apéndice C-D, donde se detallan los dos niveles de distribución de la planta de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S.

7.5 Análisis de distribución de planta

La distribución de planta es muy importante, con éstos se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos con el fin de minimizar el tiempo, espacios y costos de la empresa, logrando así, mayor eficiencia. Durante las visitas realizadas por la estudiante a la planta de producción de Industria de Cauchos Record S.A.S, se identificó que la empresa presenta una distribución por proceso, donde el personal y los equipos que realizan la misma función se agrupan en una misma área, como el área de vulcanizado y mecanizado, adicionalmente se evidencia que la planta de producción no cuenta con un diseño apropiado para la optimización de las actividades que allí se llevan a cabo, pues de un puesto de trabajo al otro hay muchas

distancias, y no sólo esto, algunas áreas no son las más apropiadas dado el poco espacio o porque no garantizan totalmente la salud del trabajador.

Revisando la reseña histórica de la empresa, se puede observar que la empresa ha ido creciendo a pasos pequeños y la ampliación de la planta se dio cada vez que se necesitó, mas no hubo una proyección de crecimiento que les permitiera realizar el diseño de la planta de producción para hacerla lo más eficiente posible; al comprar maquinarias nueva, se acomodaban en el espacio disponible o se gestionaron los espacios alrededor de la empresa.

7.6 Análisis de diagrama de recorrido

Al analizar la línea buje muelle, se evidencia que el producto final tiene 3 recorridos: El primer y segundo recorrido es la fabricación el buje interno y externo, el cual inicia con la llegada de la materia prima y finaliza en la bodega de producto en proceso, mientras que el tercer recorrido inicia en la bodega de producto en proceso y finaliza en la bodega de producto terminado. Con los diagramas de recorrido se identificaron las secuencias del proceso dentro de la planta. Ver estos diagramas en el apéndice E.

En las siguientes tablas se muestra la distancia recorrida del buje muelle de área de trabajo a área de trabajo siguiendo el proceso de fabricación; aproximadamente un producto de esta línea recorre 263,21 metro, sin tener en cuenta la distancia entre donde entregan la materia prima hasta el área de almacenamiento de esta.

Tabla 5.

Distancia recorrida del buje interno.

DISTANCIA RECORRIDA DEL BUJE INTERNO		
Área inicia	Área finaliza	Distancia en metros
Entrega de la materia prima	Almacén de materia prima de lamina	29,11 m
Almacén de materia prima de lamina	Troquelado	3,12 m
Troquelado	Torno CNC 01	24,49 m
Torno CNC 01	Torno Ward	4,53 m
Torno ward	Fosfatado	30,69 m
Fosfatado	Esmerilado	2,30 m
Esmerilado	Bodega de producto en proceso	20,10 m
Distancia total recorrida		114,34 m

Tabla 6.

Distancia recorrida del buje externo.

DISTANCIA RECORRIDA DEL BUJE EXTERNO		
Área inicia	Área finaliza	Distancia en metros
Entrega de la materia prima	Almacén de materia prima de varilla y tubería	31,60 m
Almacén de materia prima de varilla y tubería	Corte de sierra	0,45 m
Corte de sierra	Torno CNC 02	27,95 m
Torno CNC 02	Torno convencional	5,20 m
Torno convencional	Troquelado	36,55 m
Troquelado	Fosfatado	11,2 m
Fosfatado	Esmerilado	2,30 m
Esmerilado	Bodega de producto en proceso	20,10 m
Distancia total recorrida		135,35 m

Tabla 7.

Distancia recorrida del buje interno y externo.

DISTANCIA RECORRIDA DEL BUJE INTERNO Y EXTERNO		
Área inicia	Área finaliza	Distancia en metros
Bodega de producto en proceso	Pegante	11,80 m
Pegante	Vulcanizado	12,40 m
Vulcanizado	Bodega de producto terminado	21,48 m
Distancia total recorrida		45,68 m

7.7 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo, permite establecer la duración de una tarea y el ritmo de trabajo a partir del registro de datos de tiempos que han sido cronometrados. El ciclo de trabajo es la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante la cual se obtiene una unidad de producto (Ortiz, 2014).

Para realizar el estudio de tiempos, se analizó la línea de buje muelle, ya que es la línea de volumen de ventas más vendido en los últimos 5 años. Buscando medir y establecer cuánto tiempo se invierte en fabricar un buje muelle con el fin de identificar aquellas tareas que, por alguna razón, influyen de manera negativa en el rendimiento de la empresa, se encontró que dicho análisis nunca se ha realizado.

Selección del personal

Para este estudio de tiempos se seleccionó el personal que contara con la experiencia de 2 a 3 años en la empresa, en el área de vulcanizado, troquelado y mecanizado en estas áreas mencionadas trabajan más de un operario; mientras que en las otras áreas de trabajo solo trabaja uno y este se tuvo en cuenta para el estudio, y éste se consideró trabajador con la experiencia suficiente.

Escala de valoración de ritmo de trabajo

La escala de valoración, consiste en que el observador emite un juicio, por el ritmo de trabajo del operario que se está estudiando y para esto, se tuvo en cuenta la escala porcentual, el ritmo de trabajo normal se valora en 100%, si el ritmo es lento se le da un porcentaje menor a 100%, de lo contrario (rápido), se le asigna un porcentaje mayor a 100%.

En la toma de tiempos, se trabajó con el método de medición de vuelta a cero o llamada, también lectura repetitiva el cual consiste en accionar el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio.

Elementos

Tiempo normalizado: el tiempo normalizado se obtiene al multiplicar el tiempo observado por el factor de valoración dado a cada elemento.

Tiempo suplementario: es el tiempo que se concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos

Tiempo asignado: se obtiene al multiplicar el tiempo normal por la suma de los suplementos y se divide en 100

%contingencia: se obtiene al dividir total de paradas sobre tiempo total nominal trabajado

Tiempo tipo: se obtiene al dividir el tiempo asignado sobre $1 - \%contingencia$.

Para definir los elementos se observó minuciosamente el proceso de fabricación, buscando identificar el momento de inicio y final de la producción del buje muelle de cada referencia, el cual es dividido en componentes y a su vez en elementos con su respectiva descripción, en la siguiente tabla se evidencia los componentes y elementos del producto buje muelle VPR-NKR con referencia RB-414, del cual posee 16 elementos.

Tabla 8.

División de componentes y elemento del producto RB-414.

COMPONENTE	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Buje Externo	1	Refrentar-Cilindrar-Alesar-Biselar-Tronzar (mecanizado)
	2	Biselar
	3	Doblar un extremo (troquelar)
	4	Aplicar pegante
Buje Interno	5	Cortar latas
	6	Doblar en U
	7	Semidobles
	8	Doblar completamente
	9	Refrentar-Alesar-Biselar (mecanizado)
	10	Esmerilar
	11	Aplicar pegante
Buje Externo-Interno	12	Desengrasar
	13	Decapar y oxidar
	14	Lavar los componente
	15	Fosforar
	16	Vulcanizar

Para calcular el número de ciclos a observar, se realiza una premuestra de cada referencia, del cual se obtiene el tiempo de un ciclo en minutos, con este tiempo, se encuentra el número de recomendaciones de ciclo a observar. En la siguiente tabla se observa los números de ciclo recomendado. (Freivalds & Niebel, 2014, pág. 340)

Tabla 9.

Numero recomendado de ciclos de observación.

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

En el apéndice F, se pueden observar los datos obtenidos del estudio de tiempos de las diferentes referencias de la línea buje muelle.

7.8 Análisis de capacidad de la planta

Industria de Cauchos Record S.A.S, cuenta con una jornada laboral de producción, de 48 horas por semana, de las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

Hora de entrada 6:00 am: indica que el trabajador debe estar en su puesto de trabajo con la dotación correspondiente y listos para empezar las labores diarias.

Descanso en la mañana: inicia a las 8:45 am después de que haya sonado la alarma, es el momento en el cual se debe detener las actividades, y finaliza 9:00 am: indicándole al trabajador que debe estar en su puesto de trabajo y listo para retomar las labores.

Hora de almuerzo: inicia a las 12:00 pm y finaliza a las 12:45 pm

Hora de salida 4:15 pm: indica que el trabajador debe detener las actividades de trabajo que esté realizando en ese momento.

En Industria de Cauchos Record S.A.S, se cuenta con un tiempo disponible de 600 minutos por jornada laboral de los cuales 60 minutos es el tiempo de descanso y almuerzo, dejando un tiempo 540 minutos productivos por cada jornada.

Para conocer la capacidad utilizada en cada centro de trabajo, se analizarán los dos productos con mayor cantidad de unidades producidas en los últimos 5 años por la empresa, con el fin de determinar la capacidad de producción para cada proceso y el cuello de botella de estos

productos; los productos a analizar son: buje trasero muelle NPR (RB-414) y buje trasero chasis NPR-NKR (RB-414-B).

Para este estudio se tuvo en cuenta el tiempo tipo, obtenido en el estudio de tiempos de la sección 4.7. Se evidencia, que el cuello de botella, está en el proceso de vulcanizado con una capacidad de producción del producto RB-414 de 19 unidades por hora mientras que el producto RB-414-B tiene una capacidad de 21 unidades por hora

Tabla 10.

Capacidad de producción del buje trasero muelle NPR. RB-414.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL BUJE MUELLE RB-414				
DESCRIPCIÓN	OPERARIO	TIEMPO TIPO (min)	CAPACIDAD [Unid/min]	CAPACIDAD [Unid/hora]
Torneado CNC	1	1,87	0,53	32
Torneado mecánico	1	0,19	5,26	316
Esmerilar	1	0,07	14,29	857
Troquelado	1	0,54	1,85	111
Aplicar químicos	1	1,23	0,81	49
Vulcanizar	1	3,21	0,31	19

Tabla 11.

Capacidad de producción del buje trasero chasis NPR-NKR. RB-414-B.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL BUJE MUELLE RB-414				
DESCRIPCIÓN	OPERARIO	TIEMPO TIPO (min)	CAPACIDAD [Unid/min]	CAPACIDAD [Unid/hora]
Torneado CNC	1	2,14	0,47	28
Torneado mecánico	1	0,36	2,78	167
Esmerilar	1	0,07	14,29	857
Troquelado	1	0,09	11,11	667
Aplicar químicos	1	1,29	0,78	47
Vulcanizar	1	2,83	0,35	21

7.9 Análisis de las 5 S

Para el análisis de la 5 S, se diseñó y aplico una lista de chequeo de preguntas, utilizando la técnica Likert, esto consiste, en que, al responder, el operario especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo de dicha pregunta, calificará, del 1 al 5, donde 1 significaba el nivel mínimo y el 5 el máximo de cumplimiento, esta lista se encuentra en el apéndice G. Se aplicó con el fin de identificar las condiciones de trabajo referente a la organización y limpieza en cada área de trabajo.

A continuación, se presenta el resultado de la lista de chequeo de cada área de trabajo y el resultado promedio de toda planta de Industria de Caucho Record S.A.S.

Tabla 12.

Nivel de cumplimiento en las áreas de trabajo.

NIVEL DE CUMPLIMIENTO EN LAS ÁREAS DE TRABAJO					
AREA DE TRABAJO	% SEIRI (Clasificado)	% SEITON (Ordenar)	% SEISO (Limpiar)	% SEIKETSU (Estandarizar)	% SHITSUKE (Disciplina)
Pegante	46	62	51	62	66
Vulcanizado	42	49	39	57	60
Fosfatado	39	57	48	50	54
Molienda	34	58	40	62	65
Mecanizado	40	46	48	52	56
Soldadura	33	46	45	56	63
Troquelado	37	54	48	69	67
Promedio	39	54	46	58	62

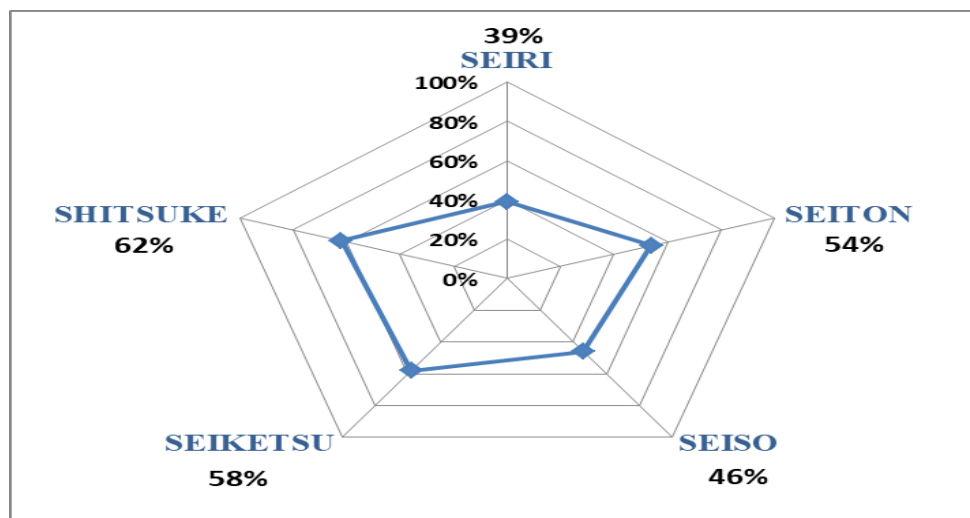


Figura 8. Resultado de las 5'S.

Seiri (Clasificar)

El resultado obtenido de cumplimientos de Seiri es de 39%, esta S se trata de la clasificación y separación de los elementos necesarios de los innecesarios, en el área de trabajo. Este resultado es debido ha:

- En las áreas de trabajo se encuentran elementos que no hacen parte de las herramientas de trabajo, como por ejemplo bolsos, envases de comida, botellas de gaseosa, comida, herramientas de otras áreas entre otras.
- Se encuentran almacenadas máquinas, repuestos y otros elementos obsoletos en algunas áreas de trabajo como, por ejemplo, en el área de molienda se concentra una máquina que es utilizada por el operario, para guardar el caucho ya procesado.

Seiton (Ordenar)

El resultado obtenido en el cumplimiento de Seiton es del 54%, esta S se trata de colocar, lo necesario en un lugar accesible en el área de trabajo. Este resultado es debido ha:

- En el cuarto de almacenamiento de troquelados, los troqueles no están marcados ni ordenados con una secuencia lógica, por lo que ocasionan demora en la búsqueda.
- En el área de soldadura se evidencia que los tornillos y tuercas que se utilizan en algunas referencias, se dejan en sus respectivas bolsas, que vienen empacadas del proveedor y estas se almacenan sobre la mesa de herramientas, generando desorden y pérdidas de tiempo al momento de buscarlas, debido que las bolsas no tiene la información de las piezas.
- En todas las áreas de trabajo se observa, que las herramientas no cuentan con un lugar señalizado para su almacenamiento, debido a esto, los operarios al finalizar la jornada de trabajo dejan las herramientas en cualquier lugar.

Seiso (Limpiar)

El resultado obtenido de cumplimiento de Seiso es de 46%, esta se trata de mantener limpios y ordenados los pisos, maquinas, herramientas y el área de trabajo. Este resultado es debido ha:

- Se observa desechos de residuos de caucho, polvo negro que es utilizado para en la fabricación del caucho, viruta de metal, durante la jornada laboral, esto es debida que los operarios no tienen la costumbre de mantener limpio su puesto de trabajo y solo limpiar al finalizar la jornada.
- Al finalizar la jornada laboral, el operario tiene un tiempo disponible de 15 minutos para dedicarle a la limpieza de su área, con el fin de dejar las áreas limpias y ordenadas, pero a pesar de eso se observa desorden, suciedad y residuos en el piso de caucho y viruta de metal.

- La empresa no tienen puntos ecológicos en la planta de producción para depositar los residuos generados durante la jornada laboral como por ejemplo: desecho de comida, papel, plástico entre otros, por lo que solo cuentan con una canela para desechar todos estos materiales.

Seiketsu (Estandarizar)

El resultado obtenido de cumplimiento de Seiketsu es de 58%, esta S trata de mantener un ambiente de trabajo favorable, en la salud mental y físico para el personal mediante el cumplimiento de las 3 S anteriores. Este resultado es debido ha:

- Se evidencia en el área de fosfatado y molienda, las cajas de encendido y apagado, no se encuentran claramente señalizadas, debido que no tienen ninguna señal que indique el funcionamiento de estos botones.
- No cuentan con una persona responsable de supervisar el cumplimiento permanente de las condiciones de trabajo en la parte de orden y aseo.

Shitsuke (Autodisciplina)

El resultado obtenido de cumplimiento de Shitsuke es de 62%, esta S trata de convertir el trabajo en un hábito. Este resultado es debido ha:

- La gerencia da charlas de capacitación a los trabajadores, sobre los beneficios de mantener las áreas ordenadas y limpias, a pesar de eso, es difícil de imponer una cultura a los operarios, debido que depende de la voluntad de ellos.

7.10 Análisis de despilfarro

Para el análisis de despilfarro, fue necesario aplicar una lista de chequeo, entrevista con los operarios y observación directa, con el fin de identificar los despilfarros en la planta de producción de la empresa Industria de Caucho Record S.A.S. Estos despilfarros están relacionados con algunas actividades que no agregan valor al producto o todo lo que no sea la cantidad mínima necesaria en la fabricación del producto.

Despilfarro relacionado con transporte:

- Los operarios deben ir desde su lugar de trabajo hasta las otras estaciones para recoger la materia prima usada en sus respectivos procesos, por ejemplo, el operario que trabaja en el proceso de vulcanizado tiene que dirigirse a dos áreas a reclamar sus material, al área de molienda para reclamar el caucho que está a una distancia aproximada de 25,70 metros y al área de pegante para reclamar las piezas de acero, que se encuentra a una distancia aproximada de 12,40 metros, es decir, en total recorre 76,20 metros (en ida y vuelta); pero en el área de pegante tiene que trasladarse varias veces durante la jornada laboral, ya que sólo cuentan con un balde pequeño para recoger las piezas y solo puede reclamar las que le alcancen en el balde.

Despilfarro relacionado con las operaciones de proceso:

- Se observa en la bodega de almacenamiento de troqueles, que los operarios realizan movimientos poco ergonómicos, debido que tienen que realizar gran cantidad de esfuerzo para levantar los troqueles pesados, que se encuentran en la parte inferior de los estantes,

por lo que se requiere de dos personas para levantar un troque, estos pueden pesar aproximadamente 65 kilogramos.

- En cada área de vulcanizado, trabajan 3 operarios y en esta área solo se cuenta con una mesa transportadora para trasladar los moldes a la prensa de vulcanizado, debido a que solo hay una mesa los operarios tiene que compartirla y esto genera pérdida de tiempo y movimientos innecesarios.

Despilfarro relacionado con el proceso:

- No cuenta con un documento, que describa el perfil, las funciones y responsabilidad de cada cargo, tanto en el área administrativa como en el área de producción, la falta de esto, ocasiona algunos inconvenientes y dificultades, por ejemplo: en el control de las actividades que debe realizar el personal, se dificulta el proceso de inducción al personal, el personal no tiene claro la función que debe realizar y en ocasiones no se coordina los procesos, lo que genera retrasos.
- Durante el proceso de fabricación de cualquier producto, este tiene que pasar por la bodega de productos en proceso, para poder contar las unidades producidas conformes, no conformes del producto y registrar en el sistema de la empresa, para así poder llevar un registro de los productos que se están fabricando y el material que se está utilizando.
- No se evidencia en la planta de producción, un estudio de distribución de planta, debido a que las áreas de producción no tienen una secuencia ni un orden, lo cual ocasiona que el tiempo de producción sea más largo, debido de que las distancias a recorrer de área a área por los materiales y herramientas de trabajo son largas.

Despilfarro relacionado con sobreproducción:

- En Industria de Caucho Record S.A.S, no se evidencia sobreproducción, debido, que en las bodegas de producto en proceso y terminado cuentan con un sistema de nivel de inventario mínimo y máximo, para cada referencia.

Despilfarro relacionado con el inventario:

- Se evidencia máquinas, repuestos de máquinas obsoletas y otros elementos que no se utilizan hace varios años. Esto es debido a que el dueño, el señor Carlos Pérez, no da la autorización de hacer algo con ellos, con la justificación de que después se pueden mandar arreglar y utilizar.
- En el almacén de productos químicos se encontraron, sacos llenos de caucho reciclado en el proceso de vulcanizado, este caucho es utilizado en la fabricación de un nuevo caucho con un porcentaje del 10%, por lo cual se observa gran cantidad de sacos, y esto es debido a que no se utilizan en grandes cantidades y se genera más de lo que se utiliza.

Despilfarro relacionado con el tiempo vacío:

- En el área de mecanizado en los tornos CNC, es donde más se observa tiempo vacío por parte del operario y esto es debido que los tornos CNC son automáticos, por lo que trabajan sin la ayuda de la persona; el tiempo que tiene que esperar el operario mientras que la maquina trabaja, depende del proceso que esté realizando, este tiempo puede variar de 5 hasta 245 segundo por pieza.

Despilfarro relacionado con defectos:

Durante mayo hasta noviembre del año 2018, se evidenciaron los productos no conforme para la empresa Industria de Caucho Record S.A.S, los cuales no cumplen con las políticas de calidad de la empresa; estas causas son generadas por problemas de falla y averías en las máquinas de producción y/o descuido del personal; la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que solo realiza mantenimiento correctivo, son aquellos que, se repara en el momento de suceder el problema, adicionalmente no llevan un registro de los problemas generados en las maquinas ni el tiempo que tarda en reparar estas falla y averías.

Según la información presentada en siguiente tabla. 230 unidades de las 483 no conforme generadas durante el mes de junio, tenían como causa que el diámetro interno de la pieza era mayor de lo establecido, esto fue debido que el Torno CNC en ese momento se encontraba desajustado, por lo que no cortaba con precisión, provocando que la maquina alesar más de las medidas ingresadas por el operario. Durante los últimos 12 meses del año 2018 hubo una cantidad de 234 unidades no conforme debido a la causa ya mencionada.

Tabla 13.

Causa del producto no conforme.

Causa del producto no conforme								
Causa	Unidades no conforme							%
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Acumulado
Diámetro interno mayor	230	1	1	2				234 39,9%
Diámetro externo menor	207						3	210 75,8%
No pasa patrón	5	5		25				35 81,7%
Longitud menor	7	3	3	1	2		7	23 85,7%
Pieza partida	15			1	3			19 88,9%
Falta caucho	3			13				16 91,6%
Vibrado				10	1	1	1	13 93,9%
Mal roscado	8							8 95,2%
Diámetro externo mayor		1		2	4			7 96,4%
Caucho grueso en borde		7						7 97,6%
Se dañó buje interno	5							5 98,5%
Diámetro interno menor					2			2 98,8%
Lata corrida	2							2 99,1%
Diámetro interno largo		2						2 99,5%
Falto temperatura	1							1 99,7%
Eje con doble rosca				1				1 99,8%
Longitud mayor		1						1 100,0%
Total	483	20	4	55	12	1	11	586

Nota: Información adaptada en Industria de Cauchos Record S.A.S.

La empresa cuenta con 3 clasificaciones de tratamiento a los productos no conforme, el primero es cuando el producto o pieza es desechado lo que significa que no puede ser reutilizado, el segundo, es el reproceso donde se recupera y repara el producto o pieza y por último, reclasificación ocurre cuando la pieza clasifica en otra referencia para no ser desechada. En el segundo semestre del 2018 se generaron 510 unidades desechadas de las 586 unidades que tuvieron algún defecto, lo que se traduce en un porcentaje del 87% las unidades que tuvieron el tratamiento de desechadas.

Tabla 14.
Tratamiento del producto no conforme.

Tratamiento del producto no conforme	
Tratamiento	Unidades
Desecho	510
Reproceso	53
Reclasificado	23

Nota: Información adaptada en Industria de Cauchos Record S.A.S.

A continuación se presenta el diagrama de Pareto de las causas de los productos no conforme de la empresa Industria de Caucho Record S.A.S, en el cual se evidencia que las dos primeras causas tiene una mayor cantidad de productos no conforme, frente a las demás, representando el 75,8% de los productos con algún defecto de los 7 últimos meses del año 2018, siendo éstas dos, las causas que representa un riesgo para la empresa.

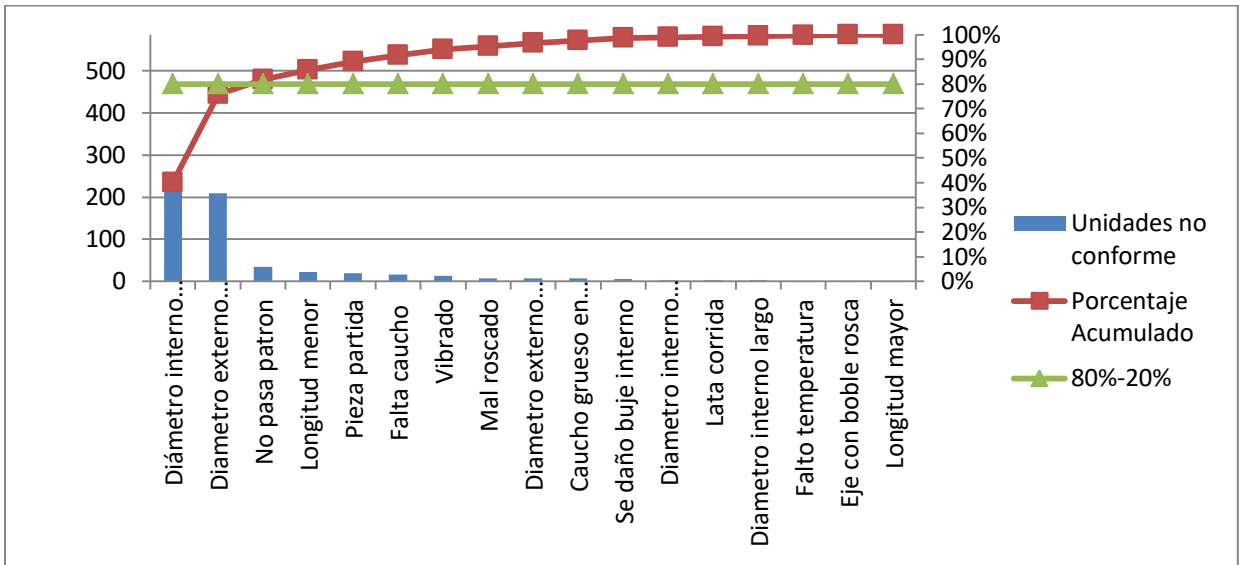


Figura 9. Diagrama de Pareto. Causa de los productos no conforme.

7.11 Conclusiones del diagnóstico

- Se evidencia que es necesario la implementación de la metodología de las 5 S, esto es debido a que se encuentran zonas en la empresa que son utilizadas para depósitos de máquinas y repuestos obsoletos, provocando desperdicio de espacio en los 2 niveles de la planta, adicionalmente las condiciones de orden y limpieza de los puestos de trabajo son bastante alarmante, principalmente en las áreas de vulcanizado, mecanizado, soldadura y bodega de troqueles.
- La distribución con la que cuenta la empresa, para el desarrollo del proceso de fabricación no es la más adecuada ya que no permite un flujo secuencial del proceso y además, durante el desarrollo de todos los procesos se evidencian trayectos y pérdidas de tiempos por desplazamientos.
- En los procesos de fosfatado, lavado y decapado, se evidencia notablemente la falta de una buena distribución en planta, esto debido, a la distancia que se encuentra entre ellos, el tanque de fosfato, que está a una distancia aproximada 9.07 metros del área de lavado y el área de lavado al área de decapado hay una distancia aproximada 4,9 metros, lo que genera, que sólo en estos 3 procesos se recorran aproximadamente 28.55 metros, demorándose un tiempo de recorrido de 43,5 segundos.
- Las decisiones acerca de la planeación de la producción son tomadas por el director de producción y esta es basada por la intuición, cantidad de materia prima y producto terminado que se encuentra almacenado, es decir, si en la bodega de producto terminado hay escasez de alguna referencia y si hay la materia prima requerida para fabricarla, se realiza la programación para la producción de esta, esto debido a que no se cuenta con un

pronóstico de ventas para estimar ventas futuras. La empresa cuenta con un formato de Excel donde lleva la programación de la producción de cada mes.

- En el estudio de tiempos se evidencia que el proceso que más varía en duración de ejecución es el de mecanizado, que va de un tiempo tipo de 112,27 hasta 489,50 segundos por pieza, esto es debido que en esta área de trabajo se realizan 6 operaciones, pero no todos los productos de la línea bujes muelles se deben someter a estas operaciones, dado que se desarrollan según las especificaciones del producto.

8 Diseño e Implementación de Propuesta de Mejora

8.1 Mejoramiento realizado en el área de molienda para disminuir el tiempo de procesamiento del caucho

8.1.1 Problemática a solucionar. Gracias al estudio de tiempos, se pudo establecer la duración que tarda en enfriar las láminas de caucho, en promedio se tarda de 20 a 30 minutos aproximadamente, este tiempo varia, debido que la empresa no cuenta con la estandarización de temperaturas ni tiempos, que se requiere al momento de enfriar cada referencia de caucho, por lo que el clima ambiental (algunos días son más calurosos que otros) y el espesor de la lámina, afectan en este proceso; el operario del área de molienda no tiene conocimiento cuando el caucho está totalmente frio, para ser enrollado y almacenado, para esto, el operario lo que hace es palparlo con las manos y por instinto, en ocasiones la lámina de caucho no se alcanza a enfriar en totalidad y al ser enrollado el calor se conserva y se empieza a vulcanizar, lo que genera que el caucho se vuelva duro, disminuyendo las propiedades plásticas y aumenta las características elásticas, a causa de esto, el caucho ya vulcanizado no se puede utilizar debido que no se deja trabajar y este es desechado.

8.1.2 Propuesta. Mencionado lo anterior, se propone instalar 6 extractores de aire axial con diámetros de 40 centímetros, con velocidad de 1550 rpm (revoluciones por minuto), y un caudal de extracción de $40 \text{ m}^3/\text{min}$ (metros cúbicos/ minutos), totalmente metálico en acero o aluminio, esto, con el objetivo de disminuir el tiempo que tarda en enfriar la lámina de caucho y asegurar que esté frío al momento de enrollar y almacenar, para esto se plantea instalar 4 extractores en el techo, 1 por cada metro de la superficie de la mesa para ventilar desde arriba y 2 en los extremos de la

la parte inferior de la mesa para ventilar desde abajo; teniendo en cuenta el estudio de distancia y flujo de caudal de los extractores, realizado por el estudiante.

8.1.3 Actividades de la propuesta.

- Reunión con la dirección de la empresa.
- Socialización de la propuesta de rediseño de la mesa e la instalación de los extractores
- Cotización y compra de los extractores de aire.
- Instalación de los extractores de aire.
- Verificación y puesta en marcha de la propuesta.

8.1.4 Recursos a utilizar.

- Tiempo del autor del proyecto, del jefe y supervisor de planta.
- Dinero para contratar a la empresa de instalaciones eléctricas y empresa de carpintería.
- Extractores de aire

8.1.5 Responsable. La empresa de carpintería se encargó de rediseñar la mesa, la empresa de instalaciones eléctrica fue la encargada de instalar los 6 extractores de aire y el señor don Álvaro Suarez supervisor de planta, fue el encargado de cotizar y comprar los 6 extractores de aires.

8.1.6 Ejecución de la propuesta. La propuesta fue implementada, durante las últimas 2 semanas del mes de abril del presente año en la cual se llevó a cabo, el rediseño y adecuación de la mesa, por lo que se contrató a la empresa de carpintería Aceros Carbui LTDA; la que se encargó de encerrar todas las caras laterales y la inferior dándole una forma de cajón utilizando láminas de

madera de pino, desde la parte superior de la mesa hasta la mitad de sus patas con un altura de 45 centímetros y una base de 60 centímetros de ancho, formando un conducto de aire rectangular, esto para facilitar la circulación del aire, en sus caras frontal y posterior, por lo que se dejó una abertura circular de 40 centímetros de diámetro, para instalar los extractores de aire, adicionalmente en la tabla de la mesa, se taladraron varias aberturas de forma de circulo para que pudiera salir el aire y sobre la mesa se instaló una malla perforada de acero inoxidable, dejando un espacio de 2 centímetros entre la tabla de la mesa y la malla perforada, esto para que el aire se pueda expandir entre ellas.

Finalmente fue necesario contratar a la empresa de instalaciones eléctrica llamada Integra Electric S.A.S, quien fue la encargada de instalar los 6 extractores de aires; 4 fueron ubicados en el techo de forma de línea recta paralelo a la superficie de la mesa, con el fin de ventilar el aire desde arriba y los otros dos extractores en los extremos de la mesa para ventilar desde bajo, estos se dejaron conectados a un sistema de apagado y encendido.

8.1.6 Resultado de la propuesta. Gracias a la propuesta implementada en el área de molienda, se pudo reducir el 50% del tiempo que tardaba en enfriar la lámina de caucho, ahora este tiempo varia en promedio de 10 a 15 minutos dependiendo del espesor del caucho; adicionalmente en los meses de Abril y Mayo del presente año, no se generó problemas de pérdidas de caucho vulcanizado, cuando este, está enrollado y almacenado, esto es debido a los 6 extractores de aires, junto con los 5 minutos de más que el operario lo deja en la mesa esto para asegurar que esté totalmente frio al enrollar.

Tabla 15.

Tiempo de enfriamiento del caucho.

Referencia de chaucho	Tiempo inicial	Tiempo final	Porcentaje
Esteras violeta	32	18	56%
Dogge verde	24	11	46%
Brigadier azul	27	14	52%
R-18 rojo	16	8	50%
Acordeones café	29	16	55%
Corbatines negro	34	15	44%
Buje y soporte amarillo	21	10	48%

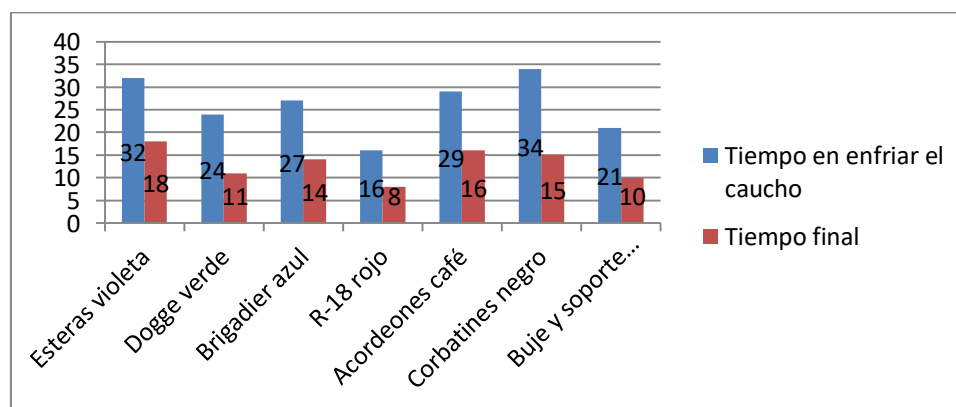


Figura 10. Grafica de los resultados de la propuesta.

En las siguientes imágenes se puede evidenciar la propuesta implementada.



Figura 11. Evidencia de los extractores de aire.



Figura 12. Malla de la mesa.

8.2 Programa de mantenimiento

8.2.1 Problemática a solucionar. Industria de Cauchos Record S.A.S. cuentan con máquinas y equipos manuales y automáticas, la mayoría de estas, tiene más de 20 años de uso, lo cual, ocasiona con frecuencia que hayan problemas de funcionamiento, como fallas y averías, estos inconvenientes inesperados ocasionan pérdidas para la empresa y dificultades en la producción, por ejemplo: productos no conforme (defectuosos), paradas y retrasos en la producción por la reparación de las máquinas, lo que genera gastos elevados al solucionar el problema.

Los mantenimientos que se realizan hoy en día en la empresa son mantenimientos correctivos, son aquellas reparaciones que se realizan en el momento del problema; adicionalmente, la empresa no posee fichas técnicas en las que resumen el funcionamiento y características de las máquinas, todo esto es debido a que la empresa no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, que ayude a disminuir la probabilidad de que ocurran estas fallas y averías, necesarias para mantener las máquinas y equipo en condiciones adecuadas para el buen funcionamiento.

8.2.2 Propuesta. Dicho lo anterior, se propone a la empresa crear fichas técnicas a cada máquina, donde especifique las características y funciones de estas, adicionalmente desarrollar un programa de mantenimiento preventivo a cada máquina, buscando disminuir las paradas en la producción.

8.2.3 Actividades de la propuesta.

- Reunión con la dirección de la empresa.
- Hacer una revisión técnica de las máquinas.
- Diseñar el formato de las fichas técnicas y programa de mantenimiento de las máquinas.

- Documentar las fichas técnicas y programa de mantenimiento de las máquinas.

8.2.4 Recursos a utilizar.

- Tiempo del autor del proyecto.
- Tiempo del jefe de producción y supervisor de planta.
- Manual de maquinas
- Computador

8.2.5 Responsable. El autor del proyecto es la persona encargada de recopilar y organizar la información, diseñar y documentar los siguientes formatos: ficha técnica de máquinas y programa de mantenimiento.

8.2.6 Ejecución de la propuesta. La propuesta de mantenimiento preventivo en las máquinas y equipos de la empresa, se inició con varias reuniones con el jefe de producción, el señor Juan

Pablo Blanco y el supervisor de planta el señor Álvaro Suárez, junto con la autora del proyecto, con estas reuniones, se buscaba recolectar la información de cada una de las máquinas por medio de la revisión de los manuales de estas; adicionalmente, se socializo las fallas, problemas que se presentan en las diferentes máquinas y las intervenciones que se realizan entre el operario y la máquina, pudiendo así agruparlas todas e incluirlas en el formato del plan de mantenimiento.

Posteriormente se desarrolló y se programó el formato de mantenimiento preventivo mensual, trimestral, semestral y anual que se debe realizar para cada máquina que se encuentra en la planta de producción de la empresa.

Después de las reuniones se prosiguió a la elaboración de las fichas técnicas de cada máquina (figura 13), en la que se describe las especificaciones y funciones más importantes; como nombre, marca, área, donde está ubicada, modelo, serial, código, función e imagen de la máquina. Con estas fichas se busca facilitar el acceder a la información de estas y definir brevemente la máquina. En la siguiente imagen se muestra el formato de la ficha técnica y en el apéndice J se puede observar las fichas técnicas de cada máquina de la empresa.

El formato del plan de mantenimiento preventivo contiene el nombre, código, observaciones y fecha en la que se va a programar el mantenimiento este puede ser mensual, trimestral, semestral y anual, con la semana correspondiente a la actividad y por último la simbología del procedimiento que se va a realizar. Gracias a este formato permite planificar las paradas preventivas que afecten lo menos posible a la producción, reduciendo las fallas y mejorando el funcionamiento de las máquinas.

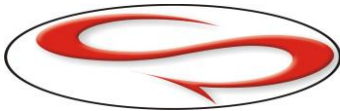
 INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD Ltda.					Imagen de la máquina																																																																																										
FICHA TECNICA MÁQUINARIA Y EQUIPOS																																																																																															
NOMBRE	MARCA	AREA	MODELO	SERIAL	CODIGO																																																																																										
FUNCION:																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO</td> <td colspan="2">PARTES Y/O ACCESORIOS</td> <td>CANTIDAD</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">PARTES Y/O ACCESORIOS</td> <td>CANTIDAD</td> <td colspan="2">REPUESTOS CRITICOS</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2">PARTE</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">LUBRICACION</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE LUBRICANTE</td> <td>FRECUENCIA</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>						ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO		PARTES Y/O ACCESORIOS		CANTIDAD																																				PARTES Y/O ACCESORIOS		CANTIDAD	REPUESTOS CRITICOS					PARTE																																LUBRICACION		TIPO DE LUBRICANTE	FRECUENCIA						
ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO		PARTES Y/O ACCESORIOS		CANTIDAD																																																																																											
PARTES Y/O ACCESORIOS		CANTIDAD	REPUESTOS CRITICOS																																																																																												
			PARTE																																																																																												
LUBRICACION																																																																																															
TIPO DE LUBRICANTE	FRECUENCIA																																																																																														

Figura 13. Formato de ficha técnica.

En la siguiente imagen se muestra el formato del plan de mantenimiento preventivo de la empresa Industria de Cauchos Record S.A.S., Ver en el apéndice K, los planes de mantenimiento preventivo.

 INDUSTRIA DE CAUCHOS RECORD S.A.S.					PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
NOMBRE DE LA MAQUINA					CODIGO DE LA MAQUINA				FECHA:	
MES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACION	
	1	2	3	4	MEN	TRIM	SEM	ANU		
ENE										
FEB										
MAR										
ABR										
MAY										
JUN										
JUL										
AGO										
SEP										
OCT										
NOV										
DIC										
Simbología: L = Lubricación I = Inpección IG = Inspección general M = Mecanico R = Reparación IT = Inspección de tortilleía E = Eléctrico A = Aseo MGA = Mantenimiento parcial anual H = Hidráulico C = Cambio MPs = Mantenimiento parcial semestral										
Observación: Los mantenimiento se realizaran teniendo en cuenta las inspecciones generales y estado o condición de las partes o elemento, así como la vida útil recomendada.										

Figura 14. Formato del plan de mantenimiento.

8.2.7 Resultado de la propuesta. Los mantenimientos preventivos que se realizaron para el primer semestres del 2019 fueron los siguientes: mantenimiento parcial anual a las maquinas: Torno convencional, prensa 05 y Molienda, estas tres máquinas fueron las únicas que tuvieron un

mantenimiento con técnico especializado en dicha máquinas, esto es debido que la gerencia solo autorizó el mantenimiento para estas, dado que eran las que tenían mayor prioridad, estos mantenimientos preventivos iniciaron en el mes de febrero con el Torno, siguió con la Prensa 05 en el mes de abril y finalizó en el mes de junio con el Molino, adicionalmente los operarios realizaron inspecciones generales, intervención de aseo y lubricación de aceite en todas las máquinas de la planta de producción, las cuales fueron realizadas semanalmente.

Dado el tiempo del proyecto no se alcanzó a registrar el cumplimiento de mantenimientos de las otras máquinas.

8.3 Implementación del programa 5'S

8.3.1 Problemática a solucionar. Gracias a la lista de chequeo y observaciones realizadas en el diagnóstico de la sección 7.9, se identifica que la empresa no cuenta con una cultura de las 5 S's, ya que no se considera importante el orden y limpieza durante la jornada laboral, debido a esto, se evidencia áreas de trabajo sucias, debido a que los operarios no tienen la costumbre de desechar los residuos de caucho, virutas y trozos de metal en canecas, estos son tirados en el piso mientras trabajan; también se evidencia que existen áreas de la empresa donde se depositan máquinas, repuestos y otros objetos obsoletos, adicionalmente, en las diferentes áreas de trabajo, las herramientas y elementos no se encuentran organizadas ya que no tiene un lugar establecido para su almacenamiento; todos estos problemas de orden y limpieza puede generar accidentes, incidentes y enfermedades laborales.

8.3.2 Propuesta. Dicho lo anterior, se propone a la empresa la implementación del programa 5 S's, buscando concientizar a los operarios de la importancia de mantener ordenado y limpio cada puesto de trabajo durante la jornada laboral; con el objetivo fundamental de eliminar los desperdicios de tiempo que se genera por la búsqueda de herramientas y piezas, desplazamiento, comunicación ineficiente, buscando aumentar la productividad, ser más competitiva y a la vez mejorar la seguridad de los trabajadores.

8.3.3 Actividades de la propuesta.

- Diseñar y establecer un programa de orden y aseo en las áreas de producción.
- Capacitar y sensibilizar a los operarios de la importancia del programa.
- Realizar la implementación de las 5 S's
- Seguimiento del programa

8.3.4 Recursos de la propuesta.

Los recursos a utilizar en las capacitaciones son:

- Tiempo del autor del proyecto.
- Tiempo del personal.
- Computador.
- Diapositivas. (Ver apéndice M)
- Folletos. (Ver apéndice N)

Los recursos a utilizar para la implementación la propuesta son:

- Tiempo del personal.

- Tiempo de supervisor de planta.
- Herramienta y productos de aseo.

8.3.5 Responsable. El autor del proyecto es la persona encargada de realizar las capacitaciones y socialización de la metodología; en la implementación de dicha propuesta, cada persona estará encargada de clasificar, ordenar y limpiar su respectivo puesto de trabajo, con la inspección del supervisor de planta, adicionalmente, el supervisor de planta se encargara de seguir con el cumplimiento del programa.

8.3.6 Ejecución de la propuesta.

Capacitación: Se realizaron durante cuatro días (lunes a jueves) las capacitaciones por áreas de trabajo, conformados por grupos de 6 personas, en el cual se llevó a cabo en las áreas más críticas de la planta de producción, por ejemplo, área de vulcanizado, mecanizado etc., con el objetivo de dar a conocer la importancia y beneficios de mantener los puestos de trabajos limpios y ordenados, adicionalmente, socializar con los operarios como se encuentra actualmente el lugar de trabajo y como se podría mejorar. La implementación de las capacitaciones tenía una duración de 40 minutos al finalizar la jornada laboral.

Al capacitar a los operarios de dicha importancia, se prosiguió a la implementación de cada una de las Eses. Para esta propuesta la empresa destino media jornada laboral, desde la 1 hasta las 4:45 pm, para clasificar, ordenar y limpiar cada área de trabajo.

Seiri (Clasificar): Cada operario se encargó de clasificar las herramientas y objetos necesarios de los innecesarios de su área de trabajo, para el criterio de clasificación, se tuvo en cuenta, la

frecuencia de uso, una vez identificado y clasificado, los objetos que no eran necesarios, los operarios separaban los obsoletos y dañados de los que se encontraban en buen estado, para que el gerente, decidiera y autorizara, la disposición final de estos, si se desechaban, se mandaran a reparar, o se reubicaban en otra áreas donde se utilizarían.

Gracias a esto se logró eliminar gran cantidad de herramientas y maquinas obsoletas, en diferentes áreas de trabajo, dejando este espacio libre, para ser aprovechado y ser transitado.

Seiton (Ordenar): Después de la clasificación, se retiró las herramientas y elementos que no eran necesarios y se prosiguió a la organización de los objetos que eran necesarios al área de trabajo, teniendo en cuenta la frecuencia de uso y el alcance del trabajador, esto, con el fin de acceder a él, de una forma fácil y rápida, facilitándole al operario la búsqueda visual de dicha herramienta de menos de 30 segundos.

Adicionalmente, en el área de soldadura se instaló un estante de 50 cajones debido que los tornillos y tuercas que se utilizan en esta área son almacenados en las bolsas que vienen del proveedor y se dejan en la mesa de herramientas, para esta propuesta fue necesario que el jefe de producción que es el encargado de las compras de la materia prima, solicitara las láminas de acero inoxidable, para que el operario de soldadura la fabricara, con el diseño y medidas (2x1x0,2 metros), establecidas por el supervisor de planta, en cada cajón se le pego las fichas técnica de cada pieza indicando la información e imagen de cada una de estas, con esta propuesta se logró organizar los tornillos y tuercas, mejorando el orden en la mesa de herramientas, reduciendo el tiempo de búsqueda y el espacio que ocupa el almacenamiento de estas piezas.

Seiso (Limpiar): Después de ordenar, cada operario realiza una limpieza general en máquinas, mesas, pisos y paredes de su respectivo lugar de trabajo, donde se buscaba eliminar cualquier tipo de polvo o suciedad; para esto fue necesario productos y herramientas de aseo.

Para mejorar la limpieza del área de vulcanizado, se les entregó a cada operario dos canecas del mismo color y cada persona tiene un color específico, esto para que cada quien identifique y responda por sus canecas, esto, para desechar los residuos de caucho sobrante, una de estas, es para el caucho que se va a reciclar (caucho no vulcanizado) y la otra para el que se va a desechar (caucho vulcanizado), debido que algunos operarios desechan estos residuos en cajas, sacos, baldes o en el suelo; esta es el área que más suciedad genera durante la jornada laboral.

Adicionalmente se instalaron 2 puntos ecológicos en la planta de producción, cada punto ecológico, está compuesto por 3 recipientes plásticos y están claramente señalizados con su respectivo código de color que identifica las canecas de basura y reciclaje; utilizadas en la separación de residuos en los sectores industrial, comercial, institucional y de servicios; los códigos de colores que se utilizaron son: el verde, gris y azul, a continuación se indica el tipo de residuo que se debe depositar en cada una de ellos; por ejemplo:

- Caneca de reciclaje verde: para residuos ordinarios, no reciclables.
- Caneca de reciclaje gris: cartón y papel
- Caneca de reciclaje azul: plásticos

En la siguiente imagen puede observar la ubicación exacta donde fue instalado los puntos ecológicos en la planta de producción de la empresa Industria de Caucho Record.

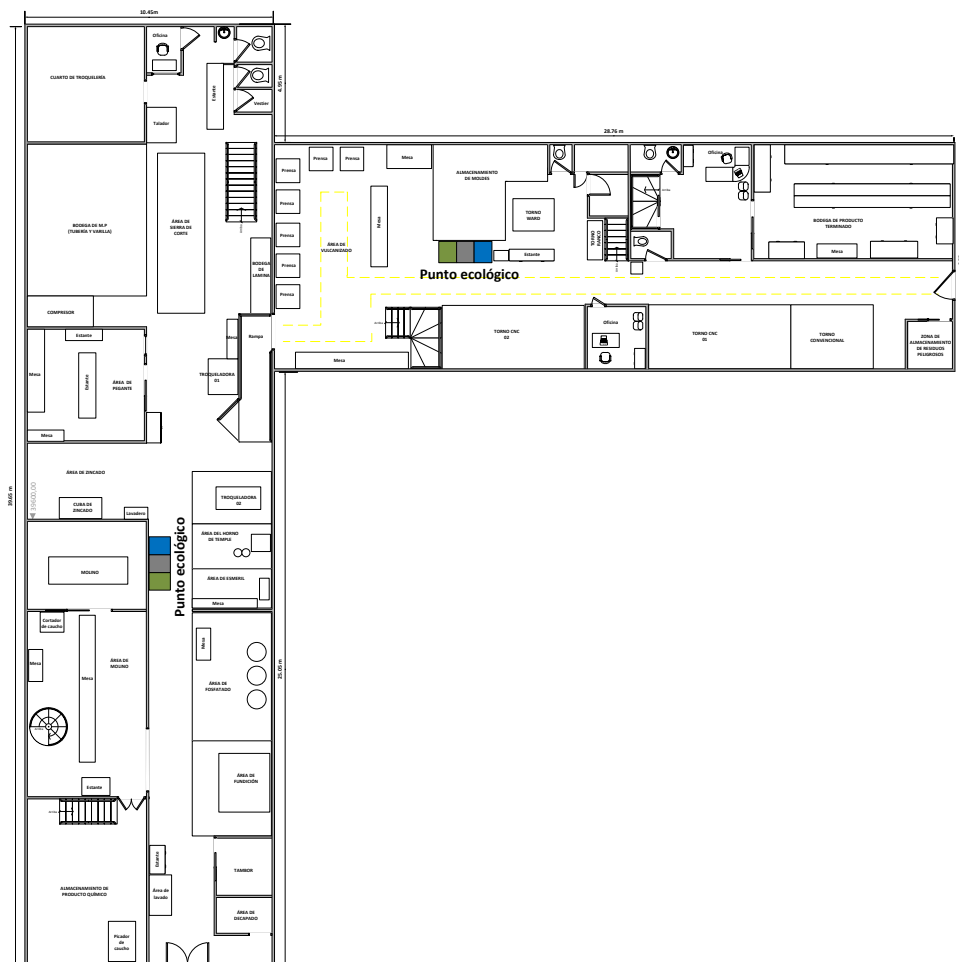


Figura 15. Ubicación de los puntos ecológicos.

Seiketsu (Estandarizar): Se establecieron normas sencillas, con el fin de asegurar que los trabajadores, no desechen, ni mantengan en el suelo algún tipo de residuo, durante la jornada laboral, estas fueron divulgadas e instaladas en carteles, recordando la importancia de mantener limpio y ordenado el área de trabajo.

Adicionalmente se instalaron señales de polietileno de color negro y letras blancas indicando el funcionamiento de los botones de las cajas de encendido y apagado en el área de molienda y

fosfatado; debido que estos botones no se evidenciaban para que servían, con el fin de facilitar la comunicación visual.

Shitsuke (Disciplina): Para asegurar el cumplimiento del programa, se asignó al supervisor de planta, la tarea de supervisar y llevar un control periódico del orden y limpieza de los puestos de trabajo, con el fin de crear hábitos y disciplinas a los trabajadores.

8.3.7 Resultado de la propuesta. En las siguientes imágenes se puede evidenciar algunas propuestas, implementación del programa; esta jornada motivo a los trabajadores a mantener áreas de trabajo más ordenadas y limpias, dándole así, un ambiente de trabajo agradable y seguro, al momento de realizar su labor.

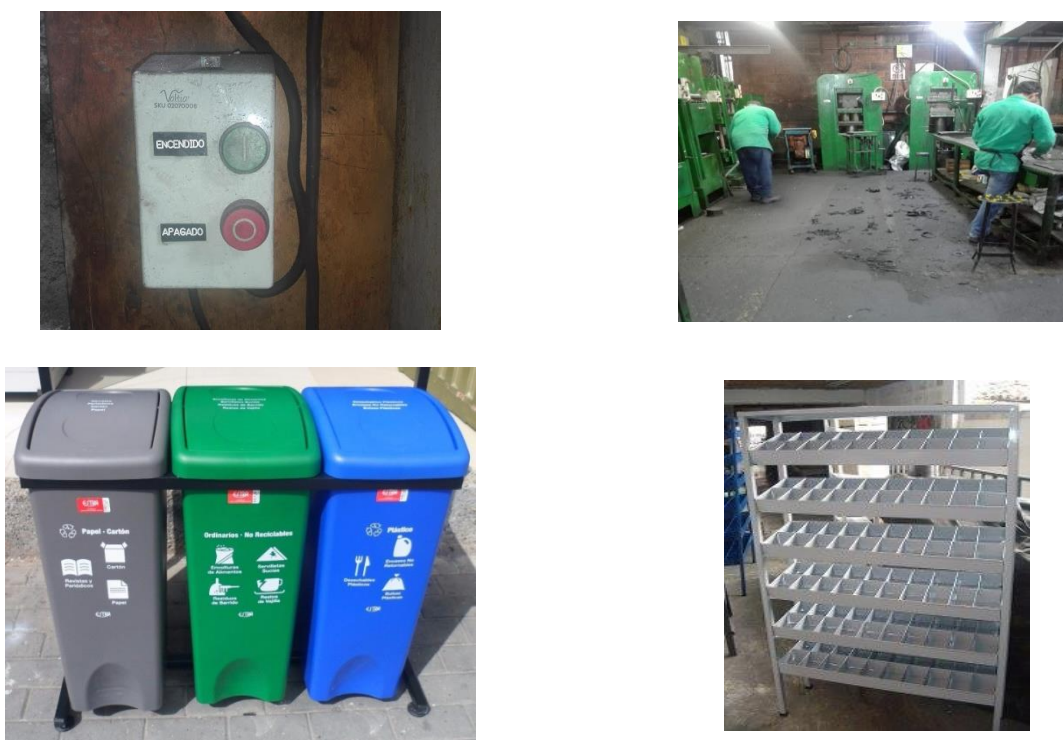


Figura 16. Imagen de evidencia de la propuesta de las 5S's.

Luego de la implementación del programa, el autor del proyecto realizo dos inspecciones, para observar el nivel de cumplimiento y volver a implementar la lista de chequeo, que se encuentra en el apéndice E. A continuación, se muestra el análisis de los resultados obtenidos antes y el después del programa de las 5 eses, con su respectiva grafica radial.

Tabla 16.

Resultado del nivel de cumplimiento.

RESULTADO DEL NIVEL DE CUMPLIMIENTO			
RESULTADOS OBTENIDOS	% INICIAL	% FINAL	% DE MEJORAMIENTO
Seiri: Clasificar	39%	80%	41%
Seiton: Ordenar	54%	76%	22%
Seiso: Limpiar	46%	93%	47%
Seiketsu: Estandarizar	58%	76%	18%
Shitsuke: Disciplina	52%	86%	24%
Promedio de cumplimiento	52%	82%	30%

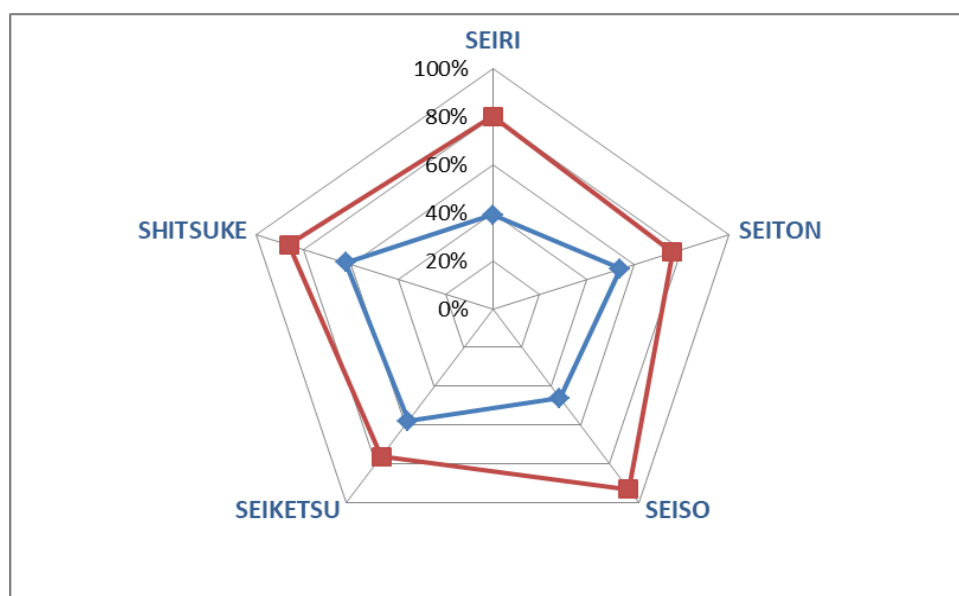


Figura 17. Resultado de las 5 S.

8.4 Estandarización y almacenamiento de troqueles

8.4.1 Problemática a solucionar. En la bodega de troquelado se observa que los troqueles no están almacenados por líneas, códigos de producto o tamaño, etc. La ubicación de estos troqueles, fue a medida que iban llegando nuevas referencias, estas se almacenaban donde hubiera un espacio disponible en el momento, por lo que se evidencia que los troqueles no tienen un lugar establecido, ni están señalizados con el código de la referencias, en ocupaciones los operarios dejan los troqueles guardados en el primer lugar que encuentran libre por lo que genera pérdida de tiempo y desplazamiento en la búsqueda de estos, adicionalmente cada referencia cuenta con más de un troquel o pasos para realizar un producto por ejemplo troquel para cortar, doblar, punzonar, embutir y calibrar etc. Estos procesos no están estandarizados ni documentados, por lo que a menudo el operario que solo lleva trabajando 8 meses en esta área, le pregunte al señor Rodrigo Suarez que lleva trabajando por más de 12 años en la empresa, cual es el troquel que tiene que utilizar debido que todavía no está familiarizado a estos, por lo que el señor Rodrigo tiene que indicarle cual es el troquel a usar.

Los troqueles varían de peso van de 9 hasta 65 kilogramos aproximadamente, por lo que cuentan con un carro para transportarlos, siendo muy poco eficientes; debido que la mayoría de los troqueles pesados se encuentra almacenados en las partes inferiores de los estantes, por lo que es necesario que dos personas trasladen el troquel desde estante hasta el carro o viceversa, al hacer el movimiento de levantar el troquel los operarios lo realizan ejerciendo la fuerza en la espalda y no en las piernas por lo que puede generar lesiones de espalda a futuro.

8.4.2 Propuesta. Mencionado lo anterior, se propone a la empresa almacenar, estandarizar los troqueles y la elaboración de un carro elevador eléctrico; los estantes de la bodega de troquelados están conformado por 5 filas, por lo que se, recomienda almacenar por líneas de productos por ejemplo línea buje muelle, barra tensora, Chevrolet, etc. Las líneas de peso liviano irán en las filas de los estantes 1, 2 y 5, mientras que en las filas 3 y 4 estarán situados los troqueles pesados, con su respectiva marcación de cada referencia, por lo que se propone mandar a fabricar un carro elevador eléctrico igual al que se encuentra en el área de vulcanizado, esto con el fin de facilitarle al operario la tarea de alcanzar los troqueles pesados y solo tenga que encajar el troquel del estante hasta el carro o viceversa evitando así el esfuerzo de levantar troqueles pesados y reducir lesiones de espalda al personal.

Debido que la mayoría de las referencias cuenta con más de un troquel se propone estandarizar y documentar el proceso que requiere cada referencia por paso, es decir paso uno cortar y paso dos doblar lata grande, por lo que es necesario marcar todos los troqueles con su respectivo paso; con el objetivo de facilitarle al operario la búsqueda e indicar cuál es el troquel que va a utilizar y poderlo encontrar en menos de 30 segundos.

8.4.3 Actividades de la propuesta.

- Reunión con la dirección de la empresa.
- Almacenamiento y estandarización de troqueles.
- Elaboración del carro elevador eléctrico.
- Diseño, impresión y laminado de las señales de las referencias.
- Pegar las señalizaciones de las referencias.

8.4.4 Recursos a utilizar.

Recursos a utilizar al momento de ordenar, almacenar y estandarizar troqueles:

- Tiempo del autor del proyecto y 3 operarios.
- Computador.
- Marcador industrial y sharpie.
- Cinta enmascarar.

Recursos a utilizar para la señalización de cada referencia del troquel:

- Elementos de papelería.
- Silicona líquida.
- Tiner.
- Dinero para la laminación de las referencias.

Recursos a utilizar en el carro elevador:

- Dinero para mandar hacer el carro elevador.

8.4.5 Responsable. El autor del proyecto, junto con ayuda del señor Rodrigo Suarez operario más antiguo del proceso de troquelado y 2 operarios más fueron las personas responsables de ordenar, almacenar y estandarizar los troqueles; adicionalmente el autor del proyecto se encargó de elaborar, imprimir y pegar los papeles de las referencias en los estantes de troqueles y finalmente el encargado de fabricar el carro elevador fue el área de matriceria de la empresa.

8.4.6 Ejecución de la propuesta. Para dar inicio a la propuesta fue necesario concientizar a los dos operarios de la importancia de tener los troqueles ordenados y almacenados por línea de producto y peso; por lo que se prosiguió a limpiar los estantes con tiner debido que se encontraban cubiertos de grasa de los troqueles, al clasificar y ordenar los troqueles por referencia, fue necesario la ayuda de 3 operarios, 2 se encargaban de levantar y acomodar los troqueles, mientras el señor Rodrigo Suarez se encargaba de buscar los troqueles e indicar los pasos que requiere cada referencia es decir, en el proceso de troquelado un producto puede tener más de un troquel, por lo que fue necesario marcar los troqueles con su respectivo paso con un marcador industrial de pintura de aceite de color amarillo, por ejemplo, con el producto RB-414 en la fabricación del buje interno requiere 4 pasos: paso 1 cortar lata, paso 2 doblar en U, paso 3 semidobles, paso 4 doblar completo y el buje externo tiene un paso, doblar un externo del buje.

Para almacenar los troqueles se tuvo en cuenta las líneas de producto que contaban con troqueles pesados y livianos, esto para organizar los troqueles en los estantes; las líneas de productos con troqueles livianos se organizaron en los extremos, mientras los pesados se ordenaron en la mitad de cada estante, esto con el fin que el carro elevador eléctrico pudiera alcanzar los troqueles pesados y facilitar el trabajo a los operarios.

El carro elevador eléctrico fue diseñado igual al carro elevador que se encuentra en el área de vulcanizado, por lo que el área de matriceria se encargó de fabricar dicho carro; el carro está conformado por partes superior donde se encuentra el tornillo, motor y rodillos e inferior esta la rosca, tubos guías y llantas; tiene un mecanismo mecánico, movido por un motor reductor eléctrico con una variación de velocidad de $\frac{1}{4}$ de hp (caballo de potencia) , gracias a este motor la base superior del carro se puede elevar y se puede prender en dos sentidos a la derecha e

izquierda, al encender a la derecha el engranaje gira en el sentido horario, haciendo que el tornillo se enrosque en la rosca logrando que la parte superior baje y al encender a la izquierda el funcionamiento es opuesto logrando así que la parte superior suba.

Los rodillos que se utilizan como tabla del carro es para facilitar el arrastre de los troqueles en el carro, evitando un gran esfuerzo del operario.

8.4.7 Resultado de la propuesta. En las siguientes imágenes se evidencia la implementación de la propuesta en la bodega de troquelado. Al organizar y almacenar los troqueles por línea de productos con su respectivo código de referencia y el nuevo carro elevador eléctrico, facilita el proceso de troquelado y evitando que los operarios tengan que realizar un gran esfuerzo para alzar troqueles pesados.



Figura 18. Imagen de los carros del área de troquelado.



Figura 19. Imagen de estantes de Troquelados.

9 Sistema de indicador

Hoy en día Industria de cauchos record S.A.S, cuenta con algunos indicadores, estos no son monitoreados ni se controlan desde 2017, por lo que fue necesario retomar algunos que eran importantes para la empresa y juntos con indicadores propuestos por el autor del proyecto, se creó un sistema de indicadores en Microsoft Excel (ver en el apéndice Ñ); esta herramienta

ofimática, busca evaluar, controlar y hacer seguimiento; con el objetivo de facilitar la toma de decisiones enfocadas a las mejoras continuas, fue necesario desarrollar en cada hoja de cálculo de Excel un indicador con su respectiva información de la ficha técnica, ecuación y sus respectivos resultados.

A continuación, se presenta las fichas técnicas de cada indicador propuesto por el autor del proyecto buscando evaluar y garantizar el cumplimiento de cada una de las propuestas implementadas.

9.1 Indicador de entrega perfecta

Con este indicador se busca conocer la cantidad de órdenes que se atienden perfectamente por la empresa, por lo que se considera una orden perfecta cuando cumple con las siguientes características:

- La entrega es completa, todos los artículos se entregan a las cantidades solicitadas
- La fecha de la entrega es la estipulada por el cliente
- Los artículos se encuentren en buena calidad

Tabla 17.

Ficha técnica del indicador de calidad de los productos generados.

NOMBRE:	Entrega perfecta
OBJETIVO:	Conocer la eficiencia de los despachos efectuados por la empresa teniendo en cuenta las características: pedido completo, a tiempo y sin daño en la mercancía
META:	≥ 97%
CALCULO:	$\frac{\# \text{ de pedido generados} - \# \text{ quejas en el mes}}{\# \text{ de pedidos generados en el mes}} * 100\%$
RESPONSABLE:	Director de sistema integrado de gestión
FRECUENCIA DE CALCULO:	Mensual
FRECUENCIA DE ANALISIS:	Trimestral
UNIDAD DE MEDIDA:	Porcentaje

9.1.1 Resultado del indicador. A continuación, se evidencia el número de quejas realizadas por el cliente sobre la calidad del producto, con el número de pedidos generados por cada mes, mostrando el porcentaje de pedidos despachados sin algún tipo de quejas por la calidad del producto, por los primeros 6 meses del año 2019.

Tabla 18.

Resultado del indicador de pedidos despachados sin quejas.

MESES	2019					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
NUMERO DE QUEJAS POR CALIDAD DEL PRODUCTO	3	5	4	1	3	0
NUMERO DE QUEJAS POR ENTREGA INCOMPLETA	0	0	0	0	0	0
NUMERO DE QUEJAS POR RETRASO DEL PEDIDO	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE QUEJAS	3	5	4	1	3	0
NUMEROS DE DESPACHOS MENSUAL	214	252	159	190	194	171
PORCENTAJE DE ENTREGA PERFECTA	98,6%	98,0%	97,5%	99,5%	98,5%	100%

Se puede observar que, durante los meses de enero hasta marzo del año 2019, se produjo mayor número de quejas por la calidad del producto, teniendo un promedio de porcentaje de 98,0% de pedidos que tuvieron entregas perfectas, por lo que no presentaron algún tipo de quejas, estos resultados son debido a que todavía no se había implementado las mejoras en la empresa.

Al culminar las mejoras, se evidencia que en el mes de junio no se generaron quejas sobre la calidad de producto por el cliente lo que tiene un porcentaje de cumplimiento del 100%; no se presentaron ninguna queja por pedidos incompleto o demora en la entrega.

En la siguiente grafica se evidencia el comportamiento del porcentaje de pedidos despachados sin algún tipo de quejas.

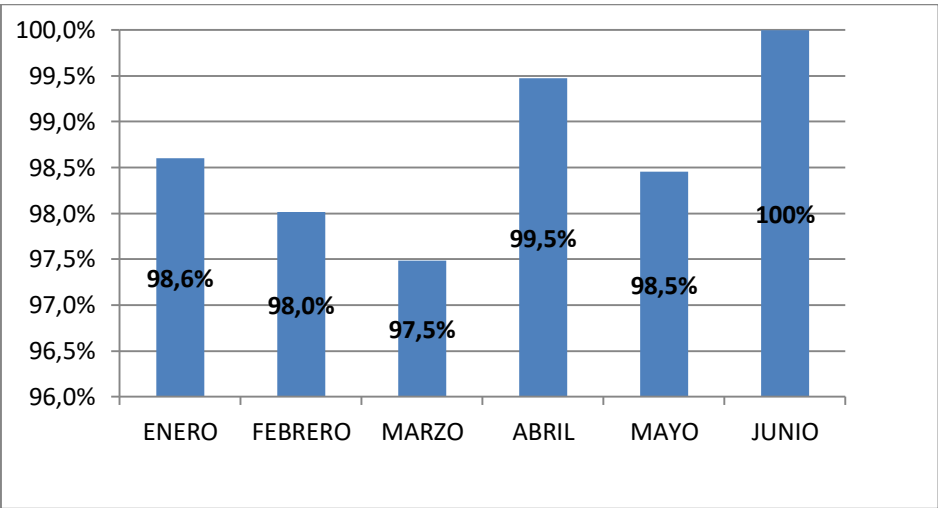


Figura 20. Comportamiento del indicador de pedidos despachados sin quejas.

9.2 **Indicador de nivel de cumplimiento de pedidos despachados**

Consiste en conocer el nivel de efectividad de los despachos de mercancías a los clientes en cuanto a los pedidos enviados en un periodo de 0 a 2 días; el impacto de este indicador sirve para medir el nivel de cumplimiento de los pedidos solicitados al almacén de producto terminado y conocer el nivel de agotados que maneja la bodega.

Tabla 19.
Ficha técnica del indicador de pedidos despachados a tiempo.

NOMBRE:	Eficiencia de pedidos despachados
OBJETIVO:	Controlar la eficiencia de los despachos efectuados por el almacén de producto terminado
META:	Tiempo de despacho entre 0-2 días con una meta del 90 % de cumplimiento
CALCULO:	$\frac{\text{\# de pedidos despachados entre 0 – 2 días}}{\text{\# de pedidos despachados en el mes}} * 100\%$
RESPONSABLE:	Director comercial
FRECUENCIA DE CALCULO:	Mensual
FRECUENCIA DE ANALISIS:	Trimestral
UNIDADDE MEDIDA:	Porcentaje

9.2.1 Resultado del indicador. Los datos se obtuvieron por medio de las órdenes de despacho de la bodega de producto terminado; en la siguiente tabla se evidencia los resultados alcanzados antes (enero-marzo) y después (abril-junio) de implementar las mejoras.

Se observa que en el mes de enero hubo un porcentaje muy bajo de 86%, por lo que no alcanzo a cumplir con la meta, con un número de pedidos despachados 184 entre el día 0-2 de entrega, debido que se despachó 29 pedidos entre los días 3 al 5, ya que la empresa no contaba con una gran cantidad de demanda en ese mes por lo que tenían órdenes atrasadas.

Tabla 20.

Resultado del indicador de despacho de pedidos.

MES 2019	TOTAL, DE PEDIDOS DESPACHADO S	PEDIDOS DESPACHADOS			TOTAL
		ENTRE 0-2 DIAS	ENTRE 3-5 DIAS	MAS DE 5 DIAS	
ENE	214	184	29	1	100%
		86,0%	13,6%	0,5%	
FEB	252	241	9	2	100%
		95,6%	3,6%	0,8%	
MAR	159	154	5	0	100%
		96,9%	3,1%	0,0%	
ABR	190	183	7	0	100%
		96,3%	3,7%	0,0%	
MAY	194	191	3	0	100%
		98,5%	1,5%	0,0%	
JUN	171	166	5	0	100%
		97,1%	2,9%	0,0%	

En la siguiente grafica se evidencia el comportamiento del indicador por lo que tiene una tendencia creciente de pedidos que fueron despachados entre los días 0 y 2.

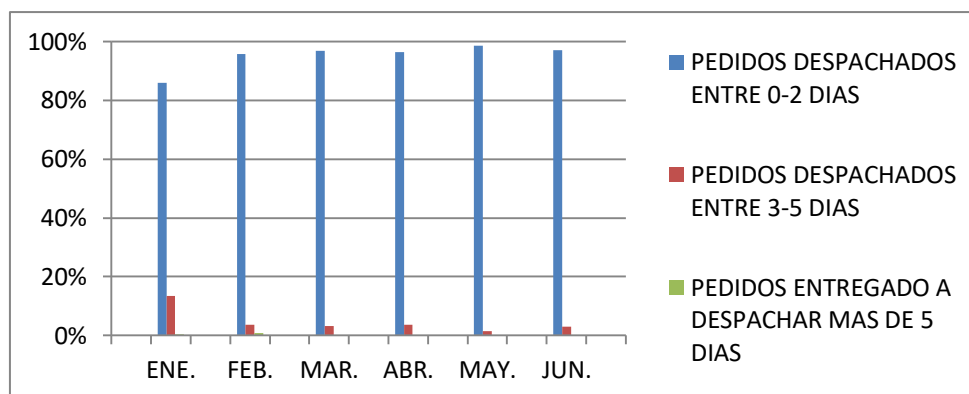


Figura 21. Comportamiento del indicador de despacho de pedido

9.3 Indicador de paradas de las maquina

Con este indicador se busca calcular porcentaje de tiempo que invierte la empresa en reparar las fallas y averías que se generan las máquinas de la planta de producción,

Tabla 21.

Ficha técnica del indicador de tiempo de paradas de las maquinas.

NOMBRE:	Paradas de las maquinas
OBJETIVO:	Medir la ineficiencia del funcionamiento de las maquinas.
META:	≤ 3%
CALCULO:	$\frac{\text{horas de paradas no programadas}}{\text{Horas trabajadas}} * 100\%$
RESPONSABLE:	Jefe de planta
FRECUENCIA DE CALCULO:	Mensual
UNIDADDE MEDIDA:	Porcentaje

9.3.1 Resultado del indicador. El plan de mantenimiento preventivo que se implementó en las máquinas de la planta de producción, inicio en el mes de febrero por lo que se evidencia que en el mes de marzo se presentó un mayor porcentaje de pérdidas de tiempo por fallas y averías de las maquinas con un tiempo de 2 horas y media; por lo que se evidencia un comportamiento descendente en el indicador.

Tabla 22.

Resultado del indicador de paradas de las máquinas.

MESES	2019			
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Tiempo de parada en el mes(h)	2,3	1,23	0,5	0
Tiempo Disponible en el Mes(h)	200	192	208	184
PORCENTAJE	1.15%	0,64%	0,24%	0%

En la siguiente grafica se evidencia el comportamiento del indicador, por lo que tiene una tendencia decreciente del tiempo de paradas no programadas de las máquinas de producción.

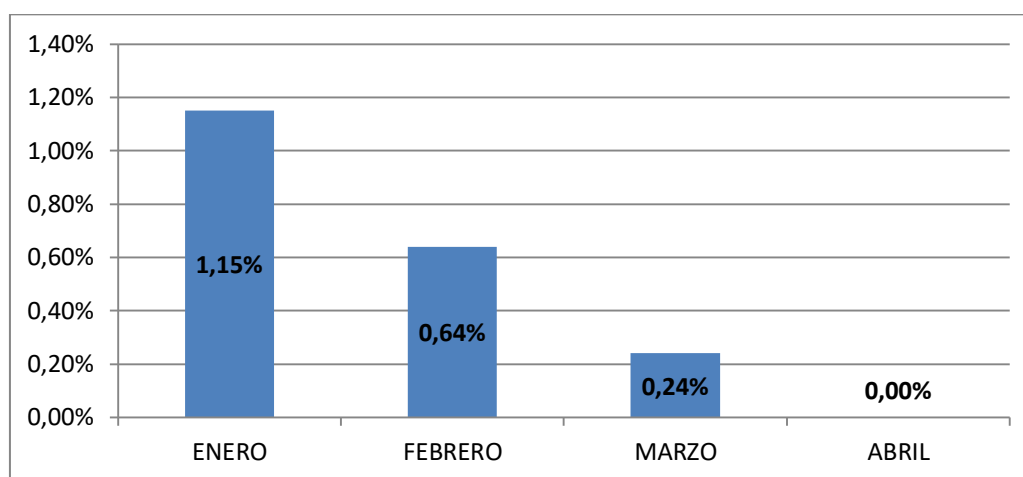


Figura 22. Comportamiento del indicador de paradas de las máquinas.

9.4 Indicador de eficiencia de la planta de producción

Con este indicador se busca controlar la productividad de la planta de producción, realizando un seguimiento a la programación de la producción con respecto a las unidades producidas mensualmente.

Tabla 23.

Ficha técnica del indicador de eficiencia de la planta de producción.

NOMBRE:	Eficiencia de la planta de producción
OBJETIVO:	Calcular el nivel de cumplimiento de las unidades programadas
META:	≥ De 93%
CALCULO:	$\frac{\text{unidades producidas}}{\text{unidades programadas}} * 100\%$
RESPONSABLE:	Director de producción
FRECUENCIA DE CALCULO:	Mensual
FRECUENCIA DE ANALISIS:	Trimestral
UNIDADDE MEDIDA:	Porcentaje

9.4.1 Resultado del indicador. Se observa que durante los meses de marzo a junio el indicador cumple con la meta, pero en el mes de marzo este porcentaje está en el límite de la metas con un 92,93% debido que no se había implementado el 100% de las propuestas, con los otros meses se evidencia un leve crecimiento del porcentaje de la eficiencia de la producción; en el mes de mayo las unidades programadas a producir es inferior a las demás, es porque en este mes, se produce las referencias que requieren más tiempo y procesos en su fabricación.

Tabla 24.

Resultado del indicador de eficiencia de la producción.

MESES	2019			
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Unidades producidas	10.975	12.208	10.620	11.648
Unidades programadas	11.811	12.967	10.811	12.136
PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN	92,93%	94,15%	98,24%	95,98%

En la siguiente grafica se evidenciar el comportamiento del indicador.

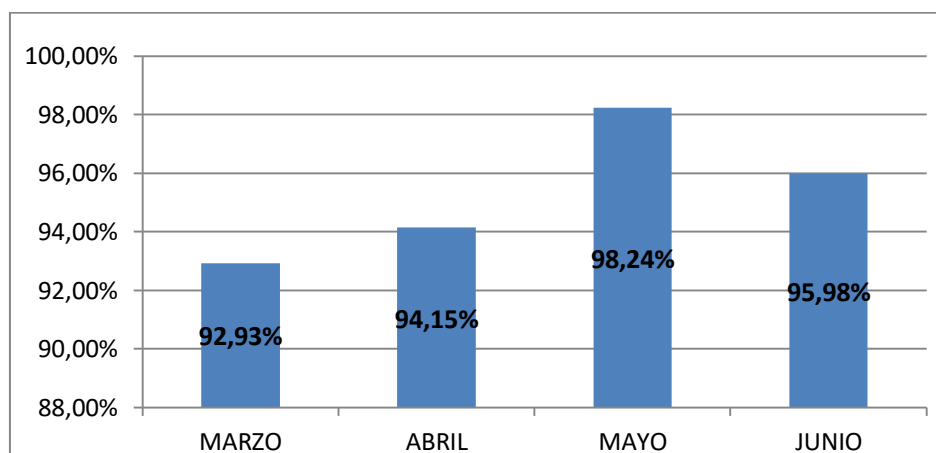


Figura 23. Comportamiento del indicador de eficiencia de la producción.

10 Conclusiones

Durante el diagnostico se encontró que el nivel de cumplimiento del programa de las 5 eses fue del 52%; al implementar el programa en su totalidad y hacer seguimiento, se obtuvieron resultados positivos en las áreas más críticas de la planta de producción, arrojando un ambiente de trabajo agradable, cómodo y seguro, motivando a mantener áreas de trabajo ordenadas y limpias, esto fue, gracias a la dedicación del personal, ahora el nivel de cumplimiento es de 82% logrando una mejora del 30%.

Con la implementación del programa de las 5 eses, se logró retirar maquinas, repuestos y otros objetos obsoletos que se encontraban en los dos niveles de la planta de producción, dejando libre 12,38 metros cuadrados de espacio aproximadamente, lo que equivale a 1,68%, estas áreas fueron aprovechadas por la empresa.

El sistema de indicadores es de gran importancia, permitiendo medir el desempeño del proceso productivo y hacer seguimiento de las propuestas implementadas, convirtiéndose en una fuente de información importante para la empresa, facilitando la toma de decisiones a futuro.

Los problemas de fallas y averías que se presentaban en máquinas son debido a que la empresa solo realizaba mejoras correctivas; no contaba con un plan de mantenimiento preventivo, ni fichas técnicas de cada máquina de la planta de producción.

La empresa no cuenta con suficiente espacio disponible para la reubicación de máquinas y áreas; al momento de realizar cualquier cambio se requiere reubicar las tuberías de agua y gas; por lo que es necesario una inversión.

11 Recomendaciones

Se recomienda diseñar e implementar una nueva distribución de planta de producción, por procesos consecutivos, logrando así evitar despilfarro de desplazamientos y de tiempo por el traslado de largas distancias entre área a área de trabajo.

Continuar realizando el programa de orden y limpieza en las áreas de trabajo de la planta de producción e implementar esta propuesta en las áreas de oficinas, adicionalmente verificar el cumplimiento del programa, con la lista de chequeo realizando controles mensualmente e incentivar a los trabajadores a conservar las áreas en óptimas condiciones.

Evaluar periódicamente los indicadores, permitiendo recolectar información necesaria para el análisis y tomar de decisiones al mejoramiento continuo para la empresa.

Seguir implementando el programa de mantenimiento preventivo para cada máquina y equipos de la planta de producción, realizando periódicamente las actividades establecidas de manera que sea posible reducir las paradas y productos defectuosos.

Se recomienda demarcar claramente (derecho y el revés) del patrón macho (es un instrumento para comprobar el diámetro interno o externo del buje), con el fin de asegurar que el operario lo está probando correctamente.

Referencias Bibliográficas

- Dinero. (12 de 11 de 2018). Obtenido de Estos son los principales problemas de productividad de las empresa: <https://www.dinero.com/empresas/articulo/problemas-de-productividad-de-las-empresas-colombianas/265182>
- Correa, S. (2015). *Mejoramiento del sistema productivo de la empresa Harinera Pardo S.A.*. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156107.pdf>
- Cruelles, J. (2013). *Mejora de métodos y tiempo de fabricación* . Mexico: Marcombo.
- Cubillo, M., & Nuñez, S. (octubre de 2012). *Guía para la Construcción de Indicadores de Gestión*. Obtenido de <http://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/506911/1595.pdf/6c897f03-9b26-4e10-85a7-789c9e54f5a3><http://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/506911/1595.pdf/6c897f03-9b26-4e10-85a7-789c9e54f5a3>
- Espin, C. (27 de Mayo de 2013). *Técnica SMED. Reducción del tiempo preparacion. Revista de investigación*. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>
- Fernández, F. (2002). *Mejora e innovaión de procesos*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/mejora-innovacion-procesos/>
- Figuerola, N. (s.f.). *Mejora de procesos*. Obtenido de <https://articulospm.files.wordpress.com/2014/03/mejora-de-procesos.pdf>

- Freivalds, A. (2014). Ingeniería industrial de niebel. En B. Niebel, *Ingeniería industrial de niebel* (pág. 736). Mexico: Decimotercera edición.
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2014). *ingeniería industrial de Niebel*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Ingrande, T. (2 de Febrero de 2015). 5'S. *Aplica de manera sistemática los principios de orden y limpieza en tu puesto de trabajo*. Obtenido de <http://kailean.es/aplica-la-5s-en-tu-puesto-de-trabajo>
- Lagoas, M. (s.f). *El diagrama Causa- Efecto*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de <http://gio.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaCausaEfecto.pdf>
- López, C. (11 de Octubre de 2001). *Base de la mejora continua*. Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de <https://www.gestiopolis.com/5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-y-shitsuke-base-de-la-mejora-comtinua/>
- Nieto Saldaña, N. (24 de 03 de 2011). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tiempos-el-estudio-del-trabajo-para-la-productividad/>
- Ortiz, P. (2014). *técnicas básicas para el análisis y mejoramiento de la productividad en procesos de manufactura*. Bucaramanga, Colombia: UIS.

Padilla, G. (16 de Junio de 2017). *Proceso industrial sin fallas con las 4 M's*. Obtenido de <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/proceso-industrial-sin-fallas-4-ms>

Peña, Y. (2017). *Diseño e implementacion de un plan de mejoramiento del proceso productivo en la linea eléctrica dela empresa Ryctel Ltda.* Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2017/168619.pdf>

Rivera, N. R., & Alvarado, J. A. (2017). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivo de caas de carton de la empresa Carbolsas Ltda.* Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2017/168586.pdf>

Villaseñor, A. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. Mexico: Limusa Noriega editores.