



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS
DE FABRICACIÓN DE LOS RODILLOS
RCMD EN LA EMPRESA ROLLERS
CONVEYORS S.A.**

Autores: Chacón, Sugey
C.I. 25.727.253
Pérez, Edgar
C.I. 26.403.586

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE FABRICACIÓN DE LOS
RODILLOS RCMD EN LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autores: Chacón, Sughey

C.I. 25.727.253

Pérez, Edgar

C.I 26.403.586

Tutor: Ing. Alicelis Hurtado

C.I 3.679.703

San Diego, Octubre del 2019



FI-I-003 -2019-2CR (TG)

Valencia, 18 de Julio de 2019

Ciudadanos:
Sugey Chacón
C.I:25.727.253
Edgar Pérez
C.I:26.403.586
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 18-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE FABRICACIÓN DE LOS RODILLOS RCMD EN LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A.** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero Industrial .

Se ratifica la designación del Ing. Alicelis Hurtado C.I:3.679.703 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería




**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero. Alicelis Hurtado, portador de la cédula de identidad N° 3.679.703, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado, presentado por los ciudadanos: Sugey Chacón y Edgar Pérez, portadores de la cédula de identidad N° 25.727.253 y 26.403.586 respectivamente, titulado **PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE FABRICACIÓN DE LOS RODILLOS RCMD EN LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y aprobación por parte de la Comisión de la Escuela de Ingeniería.

En San Diego, a los 2 días del mes de octubre del año dos mil diecinueve.


Eirma
Ing. Alicelis Hurtado
C.I.: 3.679.703

AGRADECIMIENTOS

A Dios, y a la santísima virgen de la consolación por cuidarme, guiarme, acompañarme y por permitirme vivir este momento.

A mis padres Suyin y Gerardo, por haberme dado la vida y criarme con principios brindándome su amor, apoyo y confianza en todo momento.

A mi hermano Luis, por entenderme y siempre estar para mí.

A mis tíos Maribel y Carlos y a mi primo José Enrique, por darme un hogar aquí en valencia y confiar en mí.

A toda mi familia por siempre tenerme en sus oraciones y brindarme todo su amor.

A mi compañero Edgar Jesús por brindarme su amistad y apoyo en todo mi trayecto universitario.

A mis amigas y hermanas de la vida; Gabriela, Fernanda, Ariana y Ambar.

A los buenos amigos que hice la universidad; Patricia y Christian.

A todos los buenos amigos que hice en valencia.

Sugey Chacón

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios que me dio la sabiduría y la perseverancia para salir adelante en todos los momentos difíciles y por haber permitido finalizar mi carrera de forma exitosa.

A mis padres Edgar y Nathalie por ser mi apoyo incondicional, y enseñarme todos los valores como el respeto, honestidad y perseverancia, los cuales me impulsaron al objetivo de alcanzar mis metas.

A mi hermana mayor Noriana por ser mi ejemplo a seguir, y permitirme con la ayuda de mis padres la posibilidad de haber podido completar mi carrera lejos de mí hogar en San Cristóbal.

A mi hermana mayor Ariana por haber sido mi soporte y compañía durante todos estos años de carrera.

A mi abuela Nersa, mi tía Daniela y a mi prima Sarah por ser parte vital de mi vida, por apoyarme y ser mi felicidad en los momentos que más los necesito.

A mi pareja Mariel por ser mi mejor amiga, y compañera en los momentos felices y tristes, y ser mi motivación y mi impulso en mis metas.

A mi compañera Sughey por la amistad y ser mi familia en toda mi carrera universitaria y ayudarme a realizar nuestra tesis de grado de la mejor forma posible.

A mis mejores amigos Daniel, Jesus, Angelica, Mariangel y Orianny, por su amistad incondicional todos estos años.

Edgar Pérez

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores de la universidad José Antonio Páez por su esfuerzo y tolerancia en todo el trayecto de nuestra formación universitaria.

A las profesoras Ana y Gina por su dedicación y paciencia con nosotros.

A nuestro tutor el profesor Alicelis Hurtado por guiarnos en este proyecto.

Al Ing. Tomas González por ser un excelente tutor empresarial y gran amigo.

A la empresa Rollers Conveyors por abrirnos las puertas de su compañía.

Sugey Chacón, Edgar Pérez.

ÍNDICE GENERAL

	Pp.
CONTENIDO	
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULOS	
I EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Formulación del Problema.....	6
1.3. Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Alcance.....	7
1.6. Delimitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2 Bases teóricas.....	11
2.2.1. Mejoramiento Continuo.....	12
2.2.1.1. Ventajas y Desventajas del Mejoramiento Continuo.....	13
2.2.1.2. Actividades Básicas del Mejoramiento.....	13
2.2.2. Productividad.....	14
2.2.3. Lean Manufacturing.....	19
2.2.4. Diagrama de Ishikawa.....	20
2.2.5. Diagrama de Pareto.....	23
2.2.6. Diagrama de Proceso.....	23
2.2.7. Metodología 5s.....	25
2.4. Definición de Términos Básicos.....	26
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo de la Investigación.....	27
3.2. Diseño de la Investigación.....	27
3.3. Nivel de la Investigación.....	28
3.4. Población y Muestra.....	28
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	29
3.6. Fases Metodológicas.....	31

IV RESULTADOS

4.1. Fase I: Diagnostico de la situación actual.....	33
4.1.1. Descripción del producto.....	33
4.1.1.1. Partes básicas de un rodillo transporte.....	34
4.1.1.2. Tipos de transportadores de rodillos.....	35
4.1.1.3. Materiales de los rodillos serie RCMD.....	37
4.1.2. Descripción del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.....	39
4.1.3. Desarrollo de la entrevista no estructurada al personal de la empresa.....	49
4.1.3.1. Análisis de la entrevista no estructurada al personal de la empresa.....	49
4.1.4. Distribución de planta de la línea de producción de la empresa.....	51
4.2. Fase II: Análisis de las debilidades encontradas.....	55
4.2.1. Resumen de las debilidades observadas durante el diagnóstico realizado.....	55
4.2.2. Distribución del área de trabajo actual.....	56
4.2.3. Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing.....	57
4.2.4. Identificación y evaluación de los desperdicios en el proceso de fabricación de los rodillos RCMD.....	58
4.2.4. Resumen de mejoras encontradas en el análisis.....	62
4.3. Fase III: Diseñar un plan de mejoras.....	62
4.3.1. Estrategia de mejora nro.1: Redistribución de las máquinas en el área de producción de los rodillos serie RCMD.....	63
4.3.1.1. Beneficios de nueva distribución de planta.....	66
4.3.2. Estrategia de mejora nro.2: Aplicación de la metodología 5S para el área de fabricación de los rodillos serie RCMD.....	68
4.3.3. Estrategia de mejora nro.3: Implementar equipos móviles en el área de fabricación de los rodillos serie RCMD.....	77
4.3.3.1. Características técnicas del dispositivo.....	79
4.3.3.2. Ubicación y uso del dispositivo dentro del proceso.....	79
4.3.3.3. Normas de seguridad para el uso de la transpaleta.....	79
4.3.3.4. Mantenimiento de la transpaleta.....	80
4.3.3.5. Ventajas productivas y económicas con uso de la transpaleta.....	80
4.3.4. Estrategia de mejora nro.4: Implementar protector para la máquina soldadora automática de la empresa.....	81

4.3.4.1. Características técnicas del dispositivo.....	81
4.3.4.2. Ubicación y uso del dispositivo dentro del proceso.....	82
4.3.4.3. Normas de seguridad para el uso del protector.....	83
4.3.4.4. Ventajas productivas y económicas con el uso del protector para la máquina soldadora automática.....	84
4.4. Fase IV: Evaluar los costos-beneficios de la propuesta.....	85
4.4.1. Inversión requerida para cada propuesta.....	85
4.4.2. Análisis de la relación costo-beneficio.....	89
4.4.3. Factibilidad ambiental-social.....	90
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pp.
1	Partes básicas de un rodillo transportador.....	34
2	Rodillos serie RCMD.....	37
3	Conformación del rodillo serie RCMD.....	38
4	Vista aérea del área de fabricación de los rodillos serie RCMD.....	39
5	Cortadora de tubo.....	40
6	Cortadora de ejes.....	41
7	Cortadora de tapas.....	41
8	Torno de cilindros.....	42
9	Prensadora para tapas.....	43
10	Torno para tapas.....	43
11	Torno para ejes.....	44
12	Fresadora de ejes.....	44
13	Máquina de soldadura automática tubo-tapa.....	45
14	Ensambladora.....	46
15	Estaciones de carga.....	46
16	Ensamblado de rodillos.....	47
17	Diagrama de operaciones. Actual del proceso.....	48
18	Distribución actual de la empresa.....	52
19	Layout planta baja.....	54
20	Layout segunda planta.....	55
21	Diagrama de Ishikawa.....	59
22	Redistribución propuesta.....	63
23	Diagrama de operaciones propuesto.....	66
24	Desorden existente.....	69

25	Desorden existente 2.....	69
26	Check List 1s.....	71
27	Check List 2s.....	72
28	Mesa de trabajo sucias.....	73
29	Check List 3s.....	74
30	Estantes sin identificar.....	74
31	Check List 4s.....	75
32	Check List 5s.....	76
33	Modelo Plataforma.....	77
34	Modelo Transpaleta.....	78
35	Modelo mesa movable.....	78
36	Protector para máquina de soldar.....	79
37	Protector para máquina de soldar vista frontal.....	80
38	Protector para máquina de soldar vista lateral.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	Pp.
1 Producción planificada vs real.....	5
2 Diagrama de Pareto.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pp.
1 Propiedades físicas de los rodillos serie RCMD.....	37
2 Repetividad de las causas en el proceso de fabricación de los rodillos	

	serie RCMD.....	60
3	Datos para el diagrama de Pareto.....	61
4	Tabla de resumen de mejoras.....	62
5	Datos del proceso actual y propuesto.....	68
6	Ventajas productivas y económicas de la transpaleta.....	81
7	Ventajas productivas y económicas del protector para la máquina soldadora automática.....	84
8	Inversión requerida para la primera propuesta.....	86
9	Inversión requerida para la segunda propuesta.....	86
10	Inversión requerida para la tercera propuesta.....	87
11	Inversión requerida para la cuarta propuesta.....	88
12	Inversión inicial del plan de mejora.....	88



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE FABRICACIÓN DE LOS RODILLOS RCMD EN LA EMPRESA ROLLERS CONVEYORS S.A

Autora: Chacón, Sugey; Pérez Edgar

Tutor Académico: Ing. Alicelis Hurtado

Fecha: Mayo 2019

RESUMEN

Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento y eficiencia, manteniendo la rentabilidad del negocio. Dicho esto, la empresa *Rollers Conveyors S.A* fabricante de equipos para el manejo de material, entre ellos rodillos, afirma debido a una serie de inconvenientes que impiden a la empresa ofrecer, producir y distribuir de forma rápida y eficiente, el producto mencionado anteriormente presentan una problemática que se evidencian en el proceso de fabricación como distribución de planta no adecuada, perdida de inversión humana, poca comodidad y almacenamiento de material no adecuado. En vista de esta problemática, la presente investigación tiene como propósito elaborar un plan de mejoras que disminuya el problema, fundamentándose bajo el marco metodológico de proyecto factible, diseño documental e investigación descriptiva, junto con los objetivos desglosados en fases para cumplir con los objetivos trazados por los investigadores. Para el desarrollo de la investigación se utilizara como técnica la observación directa y la aplicación de entrevistas no estructuradas al personal de la empresa. Los resultados se analizaron para identificar la problemática del proceso y sus posibles causas, para tal fin se utilizó el diagrama causa-efecto y el diagrama de Pareto y para las mejoras se propuso una nueva distribución de planta, la aplicación de la metodología 5s, el uso de equipos móviles para el transporte de material, y el uso de un protector para la maquina soldadora.

Descriptor: Productividad, mejora continua, eficiencia.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la revolución industrial, todas las empresas de fabricación en serie o a granel, han tenido la necesidad de movilizar de un lugar a otro la materia prima, y procesarla a través de equipos de manejo de material, facilitando esto que se garantice la efectividad de la producción y obteniendo una mayor productividad logrando además la mejora de los diferentes procesos. Los equipos que normalmente se utilizan para la movilización de la materia prima tanto a granel como en serie se pueden nombrar lo que son los transportadores, tornillos sin fin, elevadores de canchales, montacargas, transportadores de cadenas, entre otros; y como principal elemento utilizado en estos equipos se encuentran los rodillos, de allí la importancia de la gran demanda a nivel mundial específicamente en el ámbito industrial.

Haciendo un enfoque en la fabricación de rodillos, ya que este es un elemento primordial para el objeto de estudio debido a que se enfocara en la mejora de la producción de rodillos dentro de la empresa Rollers Conveyors S.A.

Para la fabricación de los rodillos en el manejo de materiales en serie o a granel, se realizan varios procedimientos en los que se tiene primero: corte de material, deformación con desprendimiento de viruta de sus elementos (tubos y ejes), así como también procedimientos de soldadura, para luego entrar en el proceso de ensamblado y finalizar con el acabado del producto.

Debido a la alta demanda en la fabricación de los rodillos, como la presente empresa existen ciertas demoras o cuellos de botella en algunos procedimientos que impiden una mayor productividad en la empresa, dando como resultado un bajo rendimiento en producción y ventas del producto.

Debido a nuevas exigencias de calidad y a una exagerada demanda de este producto, para a empresa Rollers Conveyors S.A. surge la necesidad de elaborar un plan de mejoras en el proceso de elaboración de los rodillos serie RCMD, con el fin de

conseguir mejorar el tiempo de entrega así como aumentar la producción y ganancias de dicho producto. Esta investigación está enmarcada en cuatro capítulos;

En el **Capítulo I: El problema**, se desarrolla el planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos de la investigación, justificación de la investigación como importancia, valor agregado y los beneficios que la propuesta tendrá para la empresa, así como limitaciones si las hubiese y el alcance.

En el **Capítulo II: Marco teórico**, se muestran los antecedentes que brindan soporte en función de investigaciones previas por otros autores, bases teóricas, y el desarrollo de los términos básicos que servirán de aclaratoria antes cualquier duda.

En el **Capítulo III: Marco metodológico**, se presenta el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra y técnicas e instrumentos de recolección de datos junto a las fases de la investigación.

En el **Capítulo IV: Resultados**, se presenta la descripción y análisis del proceso de fabricación actual, mostrándose los datos obtenidos producto de la observación directa y de las entrevistas no estructuradas aplicadas al personal, luego se presenta unas propuestas para el plan de mejora basadas en los resultados obtenidos en la investigación, las conclusiones y recomendaciones del tema tratado y posteriormente se incorpora las referencias bibliográficas pertinentes.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

A lo largo de los años, las empresas manufactureras han buscado que sus negocios, indistintamente de su actividad económica, se trace metas y sean lo productivas, eficientes y efectivas, aprovechando al máximo los recursos para cumplir con sus procesos productivos y más allá de mantener la rentabilidad, garantizar el incremento de la misma. Siendo así, que la mejora continua a partir del siglo XIX ocasiono un revuelo en todos los sectores industriales, donde se estableció un sistema destinado a resolver y mejorar los niveles de calidad, como reacción a los elevados grados de insatisfacción de sus clientes; metodología que tuvo sus comienzos en Estados Unidos de América inicialmente.

Mientras que en Japón, en la década de los 50, se implantó la mejora continúa. Si bien los japoneses ya poseían una filosofía de mejora continua, ella era aplicable a la vida personal y en las artes guerreras. No se puede desconocer que aplicaban hasta cierto punto los procesos de mejora continua a su producción, pero ello era de carácter limitado. Sin embargo, no fue sino hasta la incursión de las ideas de Deming y Juran en materia de calidad, mejora continua y control estadístico de procesos, que sumada a la filosofía ancestral produjo una verdadera explosión productiva y de altos niveles de calidad, lo cual llevó a la industria japonesa a revertir totalmente la visión que de ella tenían los consumidores occidentales. De allí, parte el concepto de que la mejora continua fue creada inicialmente en Japón para mejorar sus procesos.

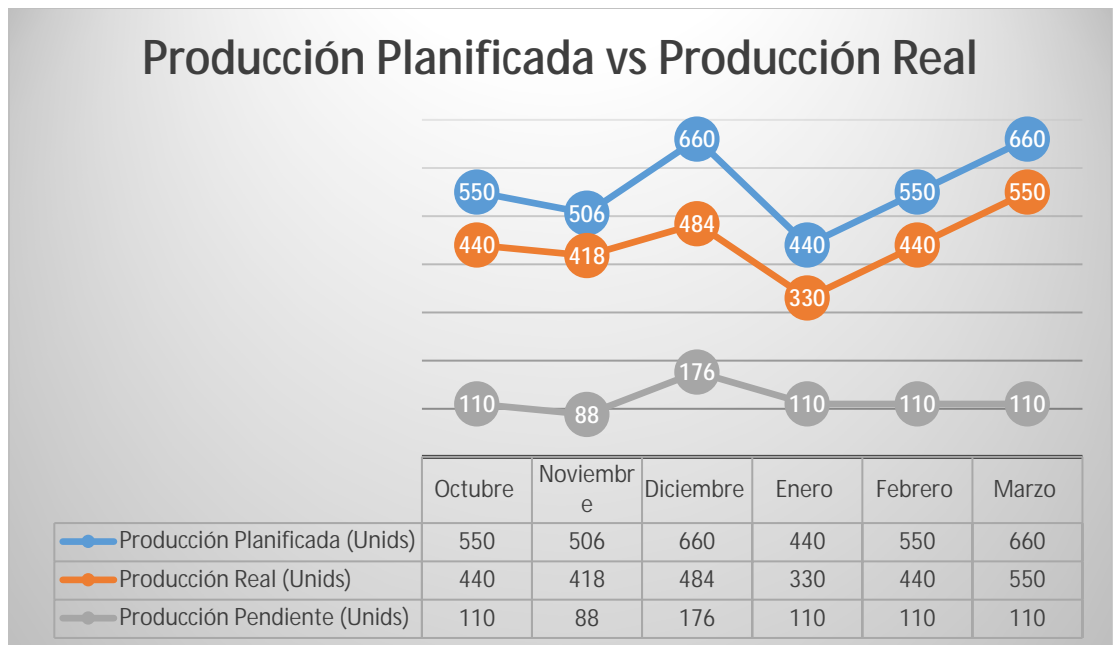
Según los grupos gerenciales de las empresas japonesas, el secreto de las compañías de mayor éxito en el mundo radica en llevar a cabo procesos de mejoramiento continuo tanto en un departamento determinado como en toda la empresa, siempre tomando en cuenta que la infraestructura alrededor y en el interior de la planta tiene una incidencia directa en la comodidad, la economía, la rentabilidad y la seguridad de la organización.

En las empresas manufactureras, el objetivo de incrementar sus niveles de producción y aumentar la capacidad de su planta con una correcta distribución, tener un orden en las áreas de trabajo y en el equipo, que sea la más aprovechable para el trabajo al mismo tiempo que sea lo más segura y satisfactoria para los empleados. La correcta utilización de los recursos, (terrenos y edificios; materiales; instalaciones, máquinas y equipos; energía y recursos humanos), es la base para la gestión de cualquier organización. Es por eso que las distintas empresas e instituciones se empeñan en poder utilizar de forma eficiente los recursos que ésta posee, mediante diversos estudios o solamente a base de experiencia; asimismo el diseño y distribución de una empresa puede mejorar notoriamente en manejo de materiales, el almacenaje y los procesos en general permitiendo cumplir con los objetivos y a su vez un mejor posicionamiento en el mercado.

Continuando con este orden, la empresa *Rollers Conveyors S.A* no está exenta de esta premisa. La misma es fabricante de equipos para el manejo de material entre ellos rodillos, siendo este su producto de mayor demanda, sin embargo para su elaboración requiere de mejoras en las líneas de fabricación de los rodillos serie RCMD, lo cual se afirma debido a una serie de inconvenientes que impiden a la empresa ofrecer, producir y distribuir de forma rápida y eficiente, el producto mencionado anteriormente. Entre los inconvenientes que se evidencian en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD se encontraban:

- Distribución de planta no adecuada, impidiendo un flujo correcto en el proceso,
- Poca comodidad de los operarios en las áreas de producción ya que se acumulan los materiales y productos en el suelo.
- Almacenamiento de material no adecuado.
- Dificultades durante el uso de la máquina soldadora automática. Debido a que la misma desprende mucho calor y saltos de chispa que pueden molestar al operador de la máquina adyacente

Con base a lo antes descrito, los niveles de producción han disminuido crecientemente para los últimos meses, lo que ocasiona el no cumplimiento de los planes de producción, tiempos muertos durante las jornadas de producción, un flujo incorrecto de materiales, ya que no se establece un orden en los materiales a causa del desorden, demoras en cada uno de los procedimientos para la fabricación de los rodillos serie RCMD, lo que genera atrasos en las entregas ocasionando como resultado la posible pérdida de algunos clientes. En función a esto, se muestra la siguiente grafica (Ver Gráfica 1)



Grafica 1. Producción Planificada vs. Producción Real
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

Como se observa en la gráfica anterior, existe una variación entre la producción planificada en Unidades con la producción real que representa en total un promedio del 79,08 % del total planificado durante los meses comprendidos desde Octubre 2018 hasta Marzo 2019, lo que genera una diferencia del 20,92 % del 100%. Por lo que se puede concluir, que la empresa *Rollers Conveyors*, no está aprovechando al máximo su capacidad instalada, los recursos y el personal operador. Por la necesidad que presenta dicha empresa, la presente investigación busca aligerar las pérdidas

ocasionadas proponiendo un plan de mejora en las líneas de fabricación de los rodillos serie RCMD con la finalidad de mejorar su productividad.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera se podrá aumentar la eficiencia en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer un plan de mejoras en las líneas de fabricación de los rodillos RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A, para mejorar la eficiencia.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación del proceso actual de la fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A.
- Analizar las debilidades encontradas en el diagnóstico realizado en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.
- Diseñar el plan de mejora en las líneas de fabricación de rodillo serie RCMD.
- Evaluar la factibilidad económica, social y ambiental de la propuesta.

1.4 Justificación de la investigación

Como parte de la importancia de la mejora continua en los procesos dentro de una empresa u organización es fundamental para seguir creciendo en el mercado así como internamente cumpliendo con los objetivos ya definidos. La mejora continua es un proceso estructurado en el que participan cada uno las personas que componen la compañía, con el objetivo de aumentar de manera progresiva la calidad, la competitividad y la productividad, incrementando el valor para el cliente y la eficiencia en el uso de los recursos, en el seno de un entorno cambiante. La aplicación continuada de esta estrategia genera una serie de beneficios para los clientes, para la empresa y para las personas en general. Algunos de los beneficios que se derivan de una adecuada mejora de procesos son:

- Ø Reducción de recursos consumidos incrementando la eficiencia.
- Ø Disminución de tiempos empleados, aumentando la productividad.
- Ø Reducción del número de errores, favoreciendo su prevención.
- Ø Aportación de una visión sistemática de las actividades de la empresa.

Por tal motivo, cada valor agregado que se le dé a los procesos productivos, ayuda a incrementar la satisfacción del cliente en el producto final, lo que se traduciría en ingresos netos para la organización. Esta investigación busca aumentar la productividad, reducir costos y mejorar los espacios que darán como resultado altos beneficios económico, y que la empresa pueda satisfacer al cliente brindando un producto de calidad que a la vez mostrara las ventajas productivas siendo cada orden del producto entregada en la fecha estipulada.

Ya que es un punto importante para la sobrevivencia de la empresa, por lo tanto, se asume la importancia de realizar mejoras en las líneas de fabricación, que permitirá mejorar los tiempos de producción y a su vez tener un mejor resultado de los rodillos RCMD, siendo beneficiada la empresa *Rollers Conveyors S.A*, permitiendo establecer una estructura de costos menor que le permitirá elevar su competitividad y capacidad de producción. Por tanto, se espera contribuir con la entidad, brindándole a la empresa información completa y actualizada sobre la situación en la que se encuentra y como poder mejorar con la propuesta planteada.

1.5 Alcances

El proyecto se desarrollará en la empresa *Rollers Conveyors S.A* y se llevará a cabo en el transcurso del año 2019, se dará por concluido en el mes de octubre y constará de dos etapas. En la primera, se desarrollará la formulación, planeación y estructuración del proyecto y en la segunda, se desarrollará la ejecución del proyecto.

1.6 Limitaciones

La investigación se realiza en las instalaciones de la empresa *Rollers Conveyors S.A*, la misma se lleva a en un tiempo estimado de ocho (8) meses, bajos los cuales se evalúan todas las variables involucradas en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.

Así mismo nuestra información se encuentra limitada a la proporcionada por la empresa *Rollers Conveyors S.A*, la cual actualmente es la única empresa especializada en la fabricación de este tipo de rodillos a nivel nacional.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico es el espacio del investigador que le permite describir, comprender, explicar e interpretar el problema desde un plano teórico, así como también permite plantear las hipótesis que contienen una respuesta al problema en cuestión. Direcciona el camino a seguir en todo trabajo científico, ya que cuando se tiene planteado el problema y se ha evaluado su factibilidad el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente la investigación.

Con el fin de sustentar con la mayor información posible las cuales pueden avalar la construcción del proyecto, se presentan a continuación una serie de investigaciones realizadas por diversos autores quienes aportan sus conocimientos y logros en pro de que futuros trabajos puedan sustentarse en base a ellos, constituyendo una valiosa contribución para la realización de esta investigación.

2.1 Antecedentes

Según Arias, F. (2012), afirma que “Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones”. (p. 108)

A continuación se presentaron los trabajos donde se consultaron las distintas teorías y textos que pudieran sustentar la investigación.

En primer orden, Chávez, R. (2017), en su trabajo de grado **titulado “Aplicación de la mejora de procesos para incrementar la competitividad en el área de operaciones, en Zwei Hunde Ingenieros SAC, Pueblo Libre, 2017”** para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. El objetivo de esta investigación se basó en una propuesta de investigación, a través del objetivo principal, planteando demostrar la efectividad de la aplicación la mejora de procesos para incrementar la competitividad en el área de operaciones de la empresa Zwei Hunde Ingenieros, ubicada en el distrito de Pueblo Libre, el marco metodológico

se basó en una investigación que por su finalidad es aplicada, por su nivel es descriptiva y explicativa, por su enfoque cuantitativa y un diseño cuasi experimental.

El estudio se realizó principalmente en todo el servicio de soluciones integrales de gases medicinales, infraestructura hospitalaria e instalación de equipos biomédicos, el cual, es el rubro principal al que se dedica dicha empresa. Los resultados esperados, confirmaron la hipótesis general planteada, que la aplicación de la mejora de procesos incrementa la competitividad en el área de operaciones de la empresa Zwei Hunde Ingenieros en el distrito de Pueblo Libre Lima 2017 y a través de la planificación nos mostrará una suficiente evidencia para concluir que después de aplicar el módulo de investigación científica, sí se encontró diferencia significativa. En relación a la presente investigación, esta guarda una relación directa, ya que ambas buscan a través de un proceso de mejora aumentar la competitividad, para el caso de estudio la productividad de la serie RCDM de rodillos, utilizando herramientas como diagrama Causa-Efecto, matriz relacional, diagrama de Pareto y la matriz de estratificación, que sirvieron para el análisis de las incidencias y poder así atacar las causas principales, estableciendo una propuesta a través de procesos de mejora.

En un segundo orden, Ibáñez, C. (2015), en su trabajo de grado titulado **“Diseño de Propuestas de Mejora para el área de Producción en la Empresa Puerto de Humos S.A”** para optar por el título de Ingeniero Civil Industrial, en la Universidad Austral de Chile, en Chile. Esta investigación se basó la necesidad de encontrar nuevas mejoras en el área de producción dentro de la empresa Puerto de Humos S.A., estableciendo como objetivo general el desarrollo de una propuesta de mejora para el área de producción, mediante la utilización de las técnicas de mejora Continua, las 5

conocer a cabalidad el proceso de ahumado en frío, a su vez la situación actual de la empresa.

Se evaluó la productividad de la organización, mediante la aplicación de herramientas como: manufactura esbelta, las 5's y mejora continua, las cuales arrojaron dos tipos de problemas: organizacional y de inversión, los cuales influyen directamente con la baja productividad dentro del proceso productivo. Además, se establecieron indicadores de gestión que permitieron dar a conocer el mal manejo de los insumos, materia prima entre otros, lo que arrojó una pérdida del orden de los \$ 8.800.000. Por último, se diseñó una propuesta de mejora, mediante la definición de actividades, procedimientos y acciones de administración, ejecución, y evaluación, la cual permita estandarizar el proceso, disminuir tiempo de producción, minimizar los desperdicios y tener un mayor control del proceso de ahumado en la empresa Puerto de Humos S.A.

La relación estrecha que guarda esta investigación realizada por Ibáñez con la presente se fundamenta en el diseño que elaboro a través de las herramientas necesarias como la mejora continua, manufactura esbelta y la filosofía de las 5's para mejorar la productividad de la empresa y la disminución de perdidas, por lo que le fue necesario el levantamiento de toda la información, cumpliendo con los objetivos trazados.

Finalmente, Lavalle, K.; Pérez, M. (2014), en su trabajo de grado titulado **“Mejoras de la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Carto Centro, C.A. empleando Herramientas Básicas de Calidad”**, para optar por el título de Especialistas en Gerencia de Calidad y Control Estadístico de Procesos, en la Universidad Central de Venezuela, Maracay Edo. Aragua. Esta investigación tuvo como objetivo general Mejorar la Productividad en el área de producción de la empresa Carto Centro, C.A. empleando las herramientas básicas de calidad; metodológicamente es un estudio en la modalidad de proyecto factible cuya investigación se centró bajo un tipo de investigación de campo, ya que se recolectan los datos directamente del área de estudio. Se realizó en varias etapas y/o fases, la cual se inició con un diagnóstico de la situación actual de la empresa, donde se utilizó la observación directa, entrevista a los empleados y el FIM productividad, basado en la Norma Covenin 1980:89, luego se

analizó las causas que inciden en la productividad en el área de estudio, para ello se identificó mediante la tormenta de ideas las posibles causas potenciales, para luego analizar por medio del Diagrama Causa y efecto y priorizar mediante el Diagrama de Pareto y obtener así las vitales.

Como tercera etapa se evaluó y comparó los indicadores de gestión, basados en los datos de los pedidos (unidades) y despachos cumplidos (unidades), así como también la capacidad real de las máquinas de la línea de producción. Para culminar la investigación se recomienda un plan de acción con los costos relacionado que va a permitir a la empresa obtener una serie de beneficios que serán de gran utilidad, tales como reducción de costos de mano de obra, entrega de pedidos a tiempo, entre otros, ya que al implementar estas mejoras habrá un beneficio directo sobre la productividad de la empresa.

El fundamento de la propuesta radica en establecer cuatro acciones que según las autoras son los puntos claves para el aumento de la productividad, los cuales son: redistribuir los elementos de producción que componen a la planta, desarrollar una estructura organizativa en el área de calidad, definir métodos de trabajo y capacitar al personal. El trabajo realizado por Lavalle y Perez, presenta una relación directa con la presente, ya que está constituida metodológicamente como un proyecto factible, con un diseño de campo, lo que le permitió recolectar la información directamente de la fuente, así como la aplicación de técnicas como la observación directa y la entrevista para el diagnóstico de la investigación. Asimismo, las herramientas utilizadas para el aumento de la productividad de la empresa mediante controles estadísticos que pueden ser de aporte directo en la fabricación de rodillos de la empresa Rollers Conveyors C.A

2.2 Bases teóricas

Respecto a las bases teóricas, Balestrini, M. (2008), indica que “la redacción y organización de las bases teóricas del estudio implica poner en claro para el investigador sus postulados, asumir los frutos de investigaciones anteriores, enmarcados como antecedentes, y esforzarse por orientar el trabajo de un modo

coherente”. De este modo, el fin que tiene el marco teórico es el de situar el problema que se está estudiando dentro de un conjunto de conocimientos, que permita orientar la búsqueda y ofrezca una conceptualización adecuada de los términos que se utilizaran en el trabajo. De este modo, la redacción y organización de las bases teóricas implica poner en claro para el propio investigador sus postulados y supuestos.

2.2.1 Mejoramiento continuo

Casadiego, A. (2009), indica que, la búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día. Dicho proceso debe ser progresivo y continuo. Debe incorporar todas las actividades que se realicen en la empresa a todos los niveles, por tal motivo, el proceso de mejoramiento es un medio eficaz para desarrollar cambios positivos que van a permitir ahorrar dinero tanto para la empresa como para los clientes, ya que las fallas de calidad cuestan dinero

Asimismo, este proceso implica la inversión de nuevas maquinarias y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, el aumento en los niveles de desempeño del recurso humano a través de la capacitación continua, y la inversión en investigación y desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías.

El mejoramiento continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo. Es algo que como tal es relativamente nuevo, ya que se puede evidenciar en las fechas de los conceptos emitidos, en la actualidad se encuentran altamente desarrollados.

El mejoramiento continuo es una herramienta que actualmente es fundamental para todas las empresas, porque les permite renovar los procesos de producción, lo cual hace que estén en constante actualización. Además proporciona a las organizaciones mayor eficiencia y competitividad, fortalezas que le ayudaran a permanecer en el mercado. Para la aplicación del mejoramiento es necesario que en la organización exista una buena comunicación entre todos los órganos que la conforman.

2.2.1.1 Ventajas y desventajas del mejoramiento continuo

Ventajas:

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
- Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos productivos

Desventajas:

- cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre los miembros de la empresa.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la organización y a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el mejoramiento continuo se hace un proceso muy largo.
- Hay que hacer inversiones importantes.

2.2.1.2 Actividades básicas de mejoramiento

Casadiego, A. (2009), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

1. Obtener el compromiso de la alta dirección.
2. Establecer un consejo directivo de mejoramiento.
3. Conseguir la participación total de la administración.

4. Asegurar la participación en equipos de los empleados.
5. Conseguir la participación individual.
6. Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas (equipos de control de los procesos).
7. Desarrollar actividades con la participación de los proveedores.
8. Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
9. Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo y una estrategia de mejoramiento a largo plazo.
10. Establecer un sistema de reconocimientos.

Existen diferentes metodologías a aplicar en cuanto a mejoramiento se refiere entre ellos: el ciclo PHVA, Seis Sigma, Teoría de Restricciones, Enfoque por procesos, Lean Sigma.

2.2.2 Productividad

Según Felsing, E. (2002). La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. Podemos definirla como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, etc. Son usados para producir bienes y servicios en el mercado

Si se analiza la palabra productividad se podrá descomponer en los dos términos que la componen: producción y actividad. Esto es lo que ha conllevado durante muchos años a la creencia de que este concepto está asociado únicamente a la actividad productiva de la empresa y ha limitado su utilización en otras áreas que no clasifican como tal.

La productividad del trabajo es un importante elemento para estudiar cambios en la utilización del trabajo, analizar la movilidad ocupacional, proyectar los requerimientos futuros de mano de obra, determinar la política de formación de recursos humanos, examinar los efectos del cambio tecnológico en el empleo y el desempleo, evaluar el comportamiento de los costos laborales, comparar entre países los avances de productividad y estudiar muchos otros problemas económicos.

2.2.2.1 Ciclo y beneficios de la Productividad

Según Felsing, E. (2002). La competitividad a nivel mundial tiende a basarse cada vez más en la productividad y la calidad y menos en las ventajas comparativas tradicionales sustentadas en el costo de la mano de obra, por ello se reconoce que solo a través del uso racional y eficiente de los recursos productivos, es posible elevar la productividad, la calidad y la competitividad. Uno de los problemas principales de las organizaciones consiste en la falta de sistematización tanto de los procesos de producción internos, como de la información que se requiere para establecer políticas que tengan como objetivo proporcionar a los directivos de las empresas, elementos técnico-metodológicos que les permitan implantar acciones de mejoramiento en su organización.

- **Medición**

Según Felsing, E. (2002). La medición de la productividad es la primera fase crítica dentro del proceso de la productividad, por lo que es de suma importancia medir lo que se pretende mejorar, lo cual puede realizarse a través de indicadores. La medición es un proceso cuantitativo que se diferencia de la evaluación por su carácter reductor y limitativo, la cual se enfoca a valorar únicamente las variables susceptibles de cuantificación. Para determinar el grado en que los resultados alcanzaron las metas y objetivos planteados, es necesario hacer uso de la medición. El análisis de la productividad en la empresa por medio de indicadores, es muy importante, porque además de señalar donde hay posibilidades de mejora, señala los resultados que rinden los esfuerzos de mejoramiento. Asimismo, permiten establecer metas realistas de productividad. En todas las organizaciones existen objetivos generales (estratégicos) y específicos (operativos), los cuales deben medirse para conocer si se lograron las metas o, en su caso, conocer los problemas que se presentan y que medidas deben tomarse para su cumplimiento respecto a lo programado.

- **Evaluación**

Según Felsing, E. (2002). Es una comparación de los logros obtenidos tanto frente a los niveles planteados, como a los valores registrados en el pasado por la empresa y los verificados por empresas competidoras. Una vez medidos los niveles productivos tienen que evaluarse y compararse con los valores planeados. Toda acción emprendida en una empresa o institución se debe evaluar y dar seguimiento, con el propósito de conocer con oportunidad, no solo las desviaciones que pudieran ocurrir durante el proceso de implantación y hacer los ajustes necesarios, sino también para verificar los resultados de la estrategia y concretamente los efectos producidos en los niveles de productividad.

La elevación de la productividad exige llevar a cabo dentro de la empresa planes sistemáticos y permanentes que aseguren resultados a corto y mediano plazo, que incluyan mecanismos de control para dar seguimiento a las acciones emprendidas, a fin de evaluar su efectividad con respecto a los resultados obtenidos. De hecho, ninguna acción de mejoramiento tiene sentido si después de haberse ejecutado no se evalúan sus resultados. Por tal motivo, es necesario instituir mecanismos de evaluación y seguimiento dentro de la empresa, que tengan como objetivo principal determinar la efectividad de las acciones de mejoramiento de la productividad y su contribución al logro de los objetivos organizacionales, así como obtener información útil que permita mejorar el diseño, la habilitación y la operación de las mismas. Los resultados de la medición de los indicadores deben ser valorados con respecto a los objetivos (metas), con el fin de establecer si se va por el camino correcto o no. Asimismo, la actividad de evaluación es una comparación de los logros obtenidos tanto frente a los niveles planeados, como a los logros registrados en los años anteriores por la organización.

- **Retroalimentación y análisis**

Según Felsing, E. (2002). Consiste en la información que se proporciona a otra(s) persona(s) sobre su desempeño o los procesos productivos, con intención de permitirle(s) reforzar sus fortalezas y superar sus deficiencias. Su efectividad es mayor cuando se da en una atmosfera cooperativa, porque en ella la gente está dispuesta a proporcionar libremente información sobre problemas sustantivos o de estilo personal, para que otra tome decisiones. La retroalimentación es un mecanismo de evaluación muy práctico, ya que debe llevarse a cabo oportuna y permanentemente, vierte información sobre lo que sucede con el desarrollo de las actividades operativas de un programa determinado, así como la actuación particular de una persona, ya que permite hacer los ajustes necesarios en el momento, para corregir el rumbo o modificar una conducta inadecuada.

Para el personal responsable es implantar un programa de mejoramiento de la productividad, la retroalimentación es muy útil para captar información objetiva sobre la forma en se percibe el desarrollo de la implantación. En reuniones periódicas organizadas por el responsable de coordinar y vigilar que las acciones de productividad se cumplan conforme a lo establecido en el plan, éste puede pedir al personal involucrado que externe su opinión respecto a lo acontecido hasta el momento, si ha observado algún problema y cuáles han sido los avances. Para no perder la información, es recomendable registrar aquellas aportaciones que interese fundamentalmente evaluar.

- **Acciones preventivas y de mejoramiento**

Según Felsing, E. (2002). Acciones que se anticipan a la causa y pretende eliminarla antes de su existencia. Para que las metas se logren se llevan a cabo mejoras continuas.

En esta etapa se identifican las causas de una desviación y se proponen medidas correctivas, solo es posible si se efectúa un proceso de seguimiento de una acción planeada de productividad. Con estas acciones se persigue la mejora en el desempeño

de los diversos indicadores tanto en el corto como en el lejano plazo, a los efectos de mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa. La evaluación y el seguimiento van indisolublemente ligadas durante la ejecución de una acción de mejora. Dar seguimiento implica revisar y analizar que cada una de las acciones planeadas se lleve a cabo conforme a lo establecido. Finalmente, cabe subrayar que el proceso de evaluación y seguimiento no termina con la ejecución de la última de las actividades incluidas en el plan de mejora. Después de concluida una acción de mejora es pertinente llevar a cabo un proceso de seguimiento que establezca la medida en que las empresas han adoptado y se han beneficiado con los resultados de la acción.

Un mecanismo que resulta útil para concretar el seguimiento y poderlo evaluar, consiste en que el grupo y el asesor tomen acuerdos y decisiones que los comprometan a desarrollar una serie de acciones posteriores a los programas de mejora, los acuerdos deben quedar expresados por escrito para que se pueda exigir su cumplimiento y exista una forma de evaluar. Para ello, es preciso definir el asunto, es decir el compromiso de acción que se toma. Cuando el acuerdo implica desarrolla varias acciones es recomendable anotarlas por separado. Señalar el responsable o responsables encargados de realizar las acciones y de evaluarlas, buscando mecanismos que eviten diluir la responsabilidad.

- **Implementación**

Según Felsinger, E. (2002). Puesta en práctica de los planes trazados. La fase de arranque de un sistema que tenga como objetivo mejorar los niveles de productividad de la organización, inicia con la implementación de un sistema o método que permita establecer de manera coherente las líneas de acción que deberán contemplarse en su estructura interna. En esta fase se identifican los problemas que se presentan en la empresa (diagnostico), así como las áreas de oportunidad a fin de evaluar propuestas que conlleven a mejoras en los diferentes procesos o actividades que se requieran.

2.2.3

Según Acosta, K. (2011). Esta metodología de mejora de la eficiencia fue concebida en Japón por Taiichi Ohno, directo y consultor de la empresa Toyota, ingresado en 1937, Ohno observo que antes de la guerra, la productividad japonesa era muy inferior a la estadounidense. Después de la guerra, Ohno visito Estados Unidos, donde estudio los principales pioneros de la productividad y reducción de desperdicio de desperdicio del país como Frederick Taylor y Henry Ford. Ohno se mostró impresionado por el énfasis excesivo que los estadounidenses ponían en la producción en masa de grandes volúmenes en perjuicio de la variedad, y el nivel de desperdicio que generaban las industrias en el país más rico de la postguerra.

El objetivo es encontrar herramientas que ayuden a eliminar todos los desperdicios y todas las operaciones que no le agregan valor al producto o a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Este proceso de manufactura está relacionado con la utilización del activity-base costing (generación de costos basado en la actividad) el cual de acuerdo a su versión original busca relacionar los costos con todos los valores que el cliente percibe en el producto. Por otro lado, sirve para implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir costo, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. El propósito de la manufactura esbelta es ser útil a la comunidad lo cual implica estar en busca de la mejora continua. Los principios de esta herramienta de gestión son:

- El cliente en general lo que adquiere no es un producto o servicio sino una solución.
- Mejora continua como principio de que todo puede mejorar en cada uno de los pasos del proceso como en la producción en sí, representa un avance consistente y gradual que beneficia a todos, en donde se dinamizan los esfuerzos del equipo para mejorar a un mínimo costo conservando el margen de utilidad y con un

precio competitivo cumpliendo con las especificaciones de entrega en el tiempo y en el lugar exacto así como la de entregar en cantidad y calidad sin excederse.

- El flujo en los pasos del proceso debe ser lo más uniforme por lo tanto debe ser continuo optimizando recursos y eliminando lo que no es de valor añadido (espacio, capital y gente): minimización del despilfarro.
- Detección y solución de problemas desde su origen eliminando defectos (buscando la perfección) de manera que satisfaga las necesidades del cliente por su alta calidad.
- Procesos “pull”: producir solo lo necesario en base a que los productos son solicitados o tirados o por logra la producción del “jale” del cliente final.
- Desarrollar una relación a largo plazo con los proveedores a partir de acuerdos para compartir información y compartir el riesgo de los costos.
- Cuando los volúmenes de producción sean menores, desarrollar la capacidad de ser flexibles para poder producir ágilmente diferentes misceláneas de gran diversidad de productos.

2.2.4 Diagrama de Ishikawa, o diagrama de Causa y Efecto

Chase R., Robert J., y Aquilano N; (2002), sostiene que un Diagrama de Causa y Efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia. Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia. El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema.

Cuando se estudian problemas de fallas en un proceso, estas pueden ser atribuidas a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al

resultado. Sin embargo, alguno de estos factores puede contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto. Al respecto, Chase, Jacobs y Aquilano (op. cit.) indican lo siguiente:

Esta técnica fue desarrollada por el doctor Kaoru Ishikawa en 1953 cuando se encontraba trabajando con un grupo de ingenieros de la firma Kawasaki Steel Works. El resumen del trabajo lo presento en un primer diagrama, al que dio el nombre de Diagrama de Causa y Efecto. Su aplicación se incrementó y llegó a ser muy popular a través de la revista Gemba To QC (Control de Calidad para Supervisores) publicada por la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE). Debido a su forma se le conoce como el Diagrama de Espina de Pescado. El reconocido experto en calidad Dr. J.M. Juran publicó en su conocido Manual de Control de Calidad esta técnica, dándole el nombre de Diagrama de Ishikawa.

El Diagrama de Causa y Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos de eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central
- Líneas o flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.
- El Diagrama de Causa y Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la

siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio.

En cuanto a su utilidad, el Doctor Kaoru Ishikawa, citado por Chase Richard, Robert Jacobs y Nicholas Aquilano; (2002), sugiere la siguiente clasificación para las causas primarias. Esta clasificación es la más ampliamente difundida y se emplea preferiblemente para analizar problemas de procesos y averías de equipos; pero pueden existir otras alternativas para clasificar las causas principales, dependiendo de las características del problema que se estudia.

- Causas debidas a la materia prima: se tienen en cuenta las causas que generan el problema desde el punto de vista de las materias primas empleadas para la elaboración de un producto. Por ejemplo: causas debidas a la variación del contenido, tipo de materia prima, proveedor, empaque, transporte, entre otros. Estos factores casuales pueden hacer que se presente con mayor severidad una falla en un equipo
- Causas debidas a los equipos: en esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de transformación de las materias primas como las máquinas y herramientas empleadas, efecto de las acciones de mantenimiento, obsolescencia de los equipos, cantidad de herramientas, distribución física de estos, problemas de operación, eficiencia, entre otros.
- Causas debidas al método: se registran en esta espina las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo. Son numerosas las averías producidas por estrelladas de los equipos, deficiente operación y falta de respeto de los estándares de capacidades máximas
- Causas debidas al factor humano: en este grupo se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano. Por ejemplo, falta de experiencia del personal, salario, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, pericia, habilidad, estado de ánimo, entre otros.

2.2.5 Diagrama de Pareto

Según Ortiz, E. (2012), El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de 16 barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, significa que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas. La gráfica es útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

2.2.6 Diagrama de proceso

Según Burgos (2009), “El diagrama del proceso es la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante un proceso y comprende información considerada necesaria para el análisis como son: tiempos, cantidades y distancias recorridas”.

- Operación: Es cuando se cambia intencionalmente en cualquiera de sus características físicas o químicas, es montado o desmontado de otro objeto, o se arregla, o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.

También tiene lugar una operación cuando se da o recibe información o cuando se traza un plan o se realiza un cálculo.

- Transporte: Es cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dichos traslados son una parte de la operación o bien son ocasionado por el operario en el punto de trabajo durante una operación o inspección. Inspección: Tiene lugar una inspección cuando un objeto es examinado para su identificación se verifica su calidad o cantidad en cualquiera de sus características.
- Demora: Es cuando ocurre un retraso a un objeto cuando las condiciones excepto aquellas que intencionalmente cambian las características químicas o físicas del objeto, no permiten una inmediata realización de la acción planeada siguiente.
- Almacenaje: Tiene lugar un almacenaje cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado, indicado por triángulo invertido.
- Actividad Combinada: Es cuando se desea indicar actividades realizadas conjuntamente o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo los símbolos empleados para dichas actividades se combinan como por ejemplo el círculo inscrito en un cuadrado para representar una operación e inspección combinada.

Usos del diagrama del Proceso:

- Mejorar las actividades relacionadas con el manejo de materiales.
- Obtener una mejor distribución en planta.
- Hacer más eficiente el almacenamiento.
- Reducir los tiempos de demora.
- Poner en evidencia costos ocultos, como los relacionados con los transportes, demoras y almacenamientos.

2.2.7. Metodología 5S

Del mismo modo, Pabón, L. (2015), Esta metodología tiene su origen en Japón en la cual se crean acciones basadas en la calidad y productividad, con ciertos principios universales con de tener un área de trabajo más limpia, segura y digna donde se facilite el trabajo diario y se cumplan las metas propuestas. La metodología esta expresada en cinco palabras japonesas las cuales son:

- Seiri (Clasificación y descarte): se identifica y se elimina el área de trabajo de aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor.
- Seiton (Organización): tener de manera ordenada los objetos después de realizar la clasificación y el descarte, para esto se utilizan etiquetas o métodos de gestión visual con el fin de evaluar pérdidas de tiempo o de energía e incrementa la productividad. Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar.
- Seiso (Limpiar): después de realizar los dos pasos anteriores es mucho más fácil identificar aquellas fuentes de suciedad y tomar acciones para que no aparezcan, lo cual comienza a tener un enfoque preventivo para la suciedad.
- Seiketsu (Estandarizar): en esta etapa se crean estándares los cuales ayudaran a recordar cual es el orden estandarizado y que la limpieza debe mantenerse al día, esto se puede hacer mediante una norma visible para todos, es decir, un control visual ayudando a mantener las tres fases anteriores.
- Shitzuke (Disciplina y compromiso): en esta etapa se trabaja de manera consistente dependiendo de las normas que se han establecido con anterioridad, para esto es necesario tener un compromiso y aplicando acciones de mejora continua, teniendo en cuenta un control donde se documenten las conclusiones y se hagan correctivos necesarios.

Este modelo de mejora continua donde se involucran los trabajadores trae consigo muchos beneficios y algunos de ellos son:

- Ahorro de tiempo.
- Menos accidentes.

- Identificar errores.
- Estandarizar la organización.
- Más espacio
- Aumentar el compromiso y la responsabilidad de los trabajadores.
- Mayor conocimiento de las tareas.

Esta metodología puede ser aplicada a la vida cotidiana o en grandes organizaciones por medio de un documento divulgativo, por medio de este documento todo el personal de la empresa será integrado y se podrá trabajar de manera conjunta siempre y cuando se deleguen funciones.

2.2 Términos básicos

Layout: es un término de la lengua inglesa que no forma parte del diccionario de la Real Academia Española (RAE). El concepto puede traducirse como “disposición” o “plan” y tiene un uso extendido en el ámbito de la tecnología.

Lean manufacturing: es “una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio”. Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios (MUDA), permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos.

Rodillos: Instrumentos metálicos para facilitar el manejo y traslado de una gran diversidad de objetos, tales como cajas, tarimas, llantas, tambos, palés, paquetes, etc

Six sigma: es un método de mejora de los procesos que procura la eliminación de los fallos o defectos respecto a los requisitos fijados por el cliente.

Transportadores: Una cinta transportadora o banda transportadora o transportadora de banda o cintas francas es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos **tambores**.

Rodillos serie RCMD (ROLLERS CONVEYORS MEDIUM DUTY): Rodillos metálicos serie pesada para transporte de material.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Según Arias, F. (2006), explica el marco metodológico como el “Conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p.16). Este método se basa en la formulación de hipótesis las cuales pueden ser confirmadas o descartadas por medios de investigaciones relacionadas al problema. Por otro lado, Tamayo y Tamayo (2003), define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados”. (p.37)

3.1 Tipo de investigación

En este sentido se comprende que un proyecto es factible por dar una solución viable a cierta problemática. Según Arias, F (2012), “se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que nos demuestre su factibilidad o posibilidad de realización” (p.134).

Por consiguiente, la presente investigación tiene la modalidad de proyecto factible, orientado a la búsqueda de la solución a la problemática que presenta actualmente la empresa Rollers Conveyors S.A.

3.2 Diseño de investigación

Según los autores Palella, S.; Martins, F. (2010), definen:

“La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta”.
(pag.88)

Para la investigación llevada a cabo por los autores, se define el diseño de la investigación como un diseño de campo, ya que la recolección de datos e información serán tomados directamente de la fuente de estudio.

En este mismo orden, se adopta la investigación como un proyecto documental, motivado a que está enmarcado en el análisis e interpretación de fuentes documentales de diversos autores, así como fuente de la empresa. Según Palella y Martins (2010), “Se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos escritos u orales, uno de los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras históricas” (p.90).

3.3 Nivel de investigación

La presente investigación es en esencia descriptiva, porque se observa y describe el comportamiento de un sujeto u objeto. Arias, F (2012) afirma:

“Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer una estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad del conocimiento que se requiera”. (p.24)

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Según Arias, F. (2012), la define como:

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación, esta queda delimitada por el problema y los objetivos del estudio (p.81).

Tomando en cuenta lo antes mencionado se logró puntualizar los elementos con características comunes para lograr llevar a cabo la investigación que en este caso es en la empresa Rollers Conveyors S.A. ubicada en la zona industrial Loma linda, Guacara, Edo. Carabobo encargados de la fabricación de equipos de manejo de materiales, tomándolo como la población de estudio.

3.4.2 Muestra

Según Arias, F. (2012) define a la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83). Tomando esto como referencia tenemos que la muestra es un grupo que será seleccionado en la zona de estudio del proyecto que representa la población total.

Teniendo claro esto, se puede decir que la muestra en este caso viene enfocada en los rodillos de la serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Arias, F. (2012), afirma:

“Una vez efectuada la operacionalización de las variables y definidos los indicadores, es hora de seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos pertinentes para verificar las hipótesis o responder a las interrogantes formuladas. Todo en correspondencia con el problema, los objetivos y el diseño de dicha investigación” (p.66).

3.5.1 Técnicas

Según Rincon, D.; Arnal, J.; Latorre, A. y Sans, A (1995), señalan que las técnicas son “Las estrategias de investigación que implican la interacción social del investigador, precisan del contacto cercano y directo entre el investigador y los investigados, y de una relación flexible y cálida” (p.37).

3.5.1.1 Observación Directa: Según Hurtado, Jacqueline (2008), la observación directa constituye un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información, para el cual el observador se apoya en sus sentidos”. (p.459)

3.5.1.2 Revisión Documental: Según Hurtado, Jacqueline (2008), es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en sí mismo constituyen los eventos de estudio”. (p.427).

3.5.1.3 Entrevista no Estructurada: según Arias, F; (2012), la entrevista no estructurada: no es más que “Un simple interrogatorio es una técnica basada en un dialogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de

un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida” (p.73).

3.5.2 Instrumentos

La investigación documental actualmente no se limita a fuentes impresas, mediante el uso generalizado del internet, cada vez existen más sitios que ofrecen información de diversas materias y temas. En este sentido se hizo uso de la computadora y sus unidad de almacenaje (disco duro).

5.5.2.1 Ficha de Observación: Para la observación directa se utilizará como instrumento a Hoja de Observación, que, para Arias, F. (2012) la define, “como un instrumento en el que se indica la evaluación de un aspecto o conducta a ser observada”. (p.70). De tal modo, que la misma permitirá registrar los datos observados necesarios que conllevan a determinar los factores que afectan la situación planteada y con ello buscar oportunidades de mejoras.

5.5.2.3 Análisis de Contenido: Para la aplicación de la revisión documental se utilizará el análisis de contenido, según Jaime Andréu Abela (1998).

“El análisis de contenido se basa en la lectura (textual o visual) como instrumento de recogida de información, lectura que a diferencia de la lectura común debe realizarse siguiendo el método científico, es decir, debe ser, sistemática, objetiva, replicable, y valida.” (p. 2)

5.5.2.4 Registro Fotográfico: Para la observación directa se utilizara como instrumento el registro fotográfico, según Jon Prosser (2008) señala:

“La escasa valoración y marginación del registro fotográfico se deben a razones históricas vinculadas con la ortodoxia de los ámbitos académicos, en los que el énfasis está puesto en la palabra en desmedro de la imagen. Históricamente, en Occidente, se ha privilegiado el mundo del habla como la forma más alta de práctica intelectual, en tanto que las imágenes han sido consideradas tradicionalmente como ideas de segundo orden.” (p. 149)

Dicha técnica ayudara a plasmar de manera gráfica el puesto de trabajo con el fin de avalar todo lo escrito en fotografías explícitas, y mostrando así

los problemas que generan la problemática en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.

3.6 Técnicas de Análisis de Información

3.6.1 Fases de la investigación

En este capítulo se describirá el procedimiento ejecutado durante el desarrollo del trabajo de grado el cual fue desplegado en cuatro fases las cuales proporcionaran el cumplimiento de los objetivos específicos ya mencionados.

Fase I. Diagnosticar la situación del proceso actual de la fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A.

Esta fase se presentará a través de la identificación, selección, caracterización de los elementos del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, entre los cuales están los medios, la organización, los objetos y la división del trabajo. Para recolectar toda esta información será necesario realizar recorridos por el área de trabajo y estudio, y presenciar el proceso completo de la fabricación de dichos rodillos. Se utilizará las técnicas como lo son la observación directa de las actividades que se realizan dentro de la planta, así como también entrevistas no estructuradas a los operadores, a los encargados del área de proceso y al gerente directamente. Obteniendo como conclusión retrasos dentro de la línea de fabricación de los rodillos de la serie RCMD y complicaciones en algunas estaciones de dicha línea de producción.

Fase II. Analizar las debilidades encontradas por el diagnóstico realizado en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A.

En esta fase, se presentaran el análisis de la información obtenida en la fase I encontramos las debilidades claves del proceso de la fabricación de rodillos de la serie RCMD, empleando las herramientas necesarias para hallar la causa que ocasiona la problemática.

Fase III. Diseñar el plan de mejora en las líneas de fabricación de rodillo serie RCMD

En esta fase, se enfocará en el uso de diferentes herramientas, análisis y cálculos de ingeniería para elaborar y diseñar un plan que nos permita optimizar los procesos de fabricación en las áreas que presenten retrasos. Por lo que se pretende lograr un mejor rendimiento y facilitándoles a los operarios el desarrollo de sus tareas diarias en dichas líneas de producción, tratando de evitar que se presenten inconvenientes como cuellos de botella y a su vez incluir el modelo de gestión *Lean Manufacturing*. Tomando en cuenta que el nuevo diseño debe adaptarse a la demanda y capacidad instalada de la empresa.

Fase IV. Evaluar la factibilidad económica, social y ambiental de la propuesta

Al determinar cuáles son los problemas presentes en las líneas de procesos, podemos establecer cuáles son las causas que ameritan un nuevo sistema, con esto es pertinente realizar un estudio de factibilidad económica para determinar cuáles son los costos y beneficios así como también el grado de aceptación que esta propuesta genera a la empresa Rollers Conveyors S.A. con este sistema se podrá ver las distintas posibilidades de diseñar un sistema propuesto y la implementación o puesta en marcha del mismo. Con esto se asegurara que la empresa disponga del capital suficiente para invertir en el desarrollo de dicho proyecto, el mismo deberá haber probado que sus beneficios a obtener son superiores que sus costos.

Para cumplir con los objetivos de esta fase determinamos los recursos para desarrollar, implementar y mantener en operación el sistema propuesto, haciendo una evaluación donde pongamos en manifiesto el equilibrio existente entre los costos y beneficios que se derivan de este.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En lo que concierne a los resultados, Arias, F. (2006), afirma que “se entenderá por resultados el procedimiento o forma particular de obtener datos o información pertinente para un estudio. Por lo tanto, define de qué manera se va a recopilar los datos para la investigación” (p.67).

En tal sentido, con respecto a este capítulo, se procedió a desarrollar los objetivos específicos previamente establecidos, a través de la información obtenida, con la aplicación de los métodos de análisis y recolección de datos, con la finalidad de obtener los conocimientos necesarios para la toma de acciones que permitirán desarrollar un plan de mejoras en las líneas de fabricación de rodillos RCMD de la empresa Rollers Conveyors S.A, se presenta el desarrollo de las fases de investigación planteadas en el capítulo anterior, siguiendo la metodología definida.

4.1. Fase I: Diagnóstico de la situación del proceso actual de la fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A.

Para desarrollar esta fase se realizaron visitas a la empresa para así poder identificar la situación de la problemática actual de las líneas de fabricación de los rodillos RCMD, aplicando la observación directa, entrevistas informales no estructuradas a los operadores y personal encargado del área, además de la revisión documental de registros históricos suministrados por la empresa Rollers Conveyors S.A que permitió conocer el desarrollo productivo de la fabricación de los rodillos RCMD

4.1.1. Descripción del producto.

El transporte de rodillos es un dispositivo que, como su nombre indica, utiliza rodillos metálicos para facilitar el manejo y traslado de una gran diversidad de objetos, tales como cajas, tarimas, llantas, tambos, palés, paquetes, etc. Siempre y cuando cumplan con la condición de contar con un fondo regular. El transportador de rodillos utiliza en múltiples procesos industriales y en almacenes.

4.1.1.1. Partes básicas de un rodillo transportador.

Los rodillos transportadores se componen principalmente en 4 partes:

1. **Eje de giro:** elemento rectilíneo tubular situado en el interior y que permitirá el giro del cilindro.
2. **Rodamientos:** colocados en los extremos del eje. Permiten reducir la fricción entre el eje y las piezas conectadas a este medio por rodadura.
3. **Cilindro:** es la parte visible que envuelve el eje de giro.
4. **Tapa:** elementos laterales para cubrir el interior del cilindro donde se sitúa el eje y demás partes que lo componen. La tapa protege al rodillo de la humedad, lluvia y agentes atmosféricos o ambientales.

Un rodillo transportador es más complejo y se compone de más partes, tan solo hemos destacados los principales, entre los demás tenemos los accesorios en los que se incluyen: estoperas, guardapolvos, retenes y las tapas de la marca de la empresa.

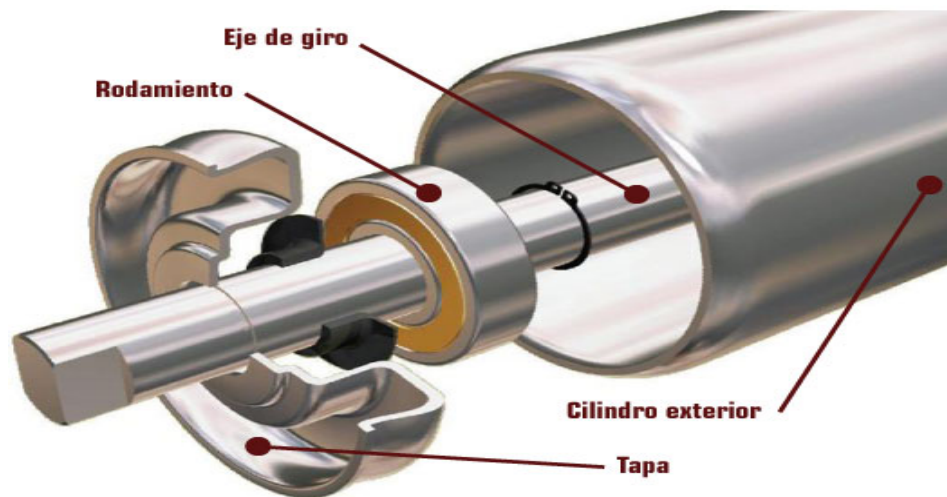


Figura 1: Partes básicas de un rodillo transportador.

Fuente: Embalajes Terra. (2019). <https://www.embalajesterra.com/blog/rodillos-transportadores-embalaje/>

4.1.1.2. Tipos de transportadores de rodillos.

Por la forma en que están contruidos y sus accionamientos se puede dividir en varios tipos:

1. **Por gravedad:** como su nombre indica, este dispositivo se apoya en la fuerza de gravedad de objeto para que se deslice entre los rodillos.
2. **De rodillos por banda:** en este tipo de transportadores los rodillos son accionados por medio de una banda que los motoriza.
3. **De rodillos accionados por piñón y cadena:** en este tipo de transportadores los rodillos son accionados por medio de una cadena que transmite de rodillo a rodillo; este tipo de transportadores es ideal para el manejo de objetos de servicio pesado como pueden ser tarimas o tambos.
 - **De rodillos para manejo de material a granel:** Este tipo de transportadores es el más utilizado para el transporte de mineral, comparado con el sistema de trenes y camiones de gran capacidad de carga de más de 200 Ton de carga, por ser el de menor costo para su mantenimiento. En este caso el material es transportado por una cinta o banda.

Los rodillos que se emplean en este tipo de transportadores se pueden clasificar en tres tipos:

- **Rodillo de impacto:** Estos rodillos son los que reciben la carga en la cinta transportadora, están ubicados debajo de los chufes o tolvas por donde ingresa la carga. Generalmente son de caucho debido a que absorben mejor el impacto.
- **Rodillos de carga:** son los que transportan a lo largo de la cinta transportadora la carga de esta, generalmente son de tubo de acero y pueden ser de configuración normal triple (consta de un bastidor y 3 rodillos) que son los más usados,

también hay de un solo rodillo que se denomina de carga simple.

- **Rodillos de retorno:** estos rodillos van ubicados en la parte inferior de la estructura de la cinta transportadora, y la cinta se apoya en ellos cuando empieza la secuencia de retorno hacia la zona donde va recibir nuevamente la carga.

Dependiendo de la longitud de la cinta transportadora también se colocan rodillos de carga triple autoalineante, que sirven para evitar que la cinta se desalinee a lo largo de su tramo debido al trabajo realizado, también se colocan en la zona de retorno rodillos autoalineantes.

Los diámetros más usados de los polines (poleas) son 4", 5", 6", 7", estas medidas están relacionadas con la carga que transporta la cinta transportadora y la velocidad de la misma.

Los rodillos RCMD (*Rollers Conveyors Medium Duty*) se utilizan para todos estos equipos de transporte de materiales ya que están diseñados para sistemas de transporte a granel, en diversidad de capacidades de acuerdo a la carga a transportar, es por esto que en su estructura se pueden utilizar tanto rodamientos de bola como rodamientos cónicos. El sistema de sellos de rodamiento está conformado interiormente por una tapa de polipropileno creando una cámara de alojamiento de grasa para mantener la lubricación permanente, y un triple laberinto de nylon 6.6 lo cual incrementa la vida del rodillo, ya que no permite salida o entrada de grasa, agua o polvo bajando de esta manera los costos operativos por ser de libre mantenimiento.

Tabla 1: Propiedades físicas de los rodillos serie RCMD.

Serie rodillo	Diámetro rodillo Mm	Espesor rodillo mm
RCMD	60	2,5
RCMD	89	2,5
RCMD	102	2,5
RCMD	127	2,5

Fuente: Empresa Rollers Conveyors S.A. (2019)



Figura 2: rodillos serie RCMD.

Fuente: Empresa Rollers Conveyors S.A. (2019)

4.1.1.3. Materiales de los rodillos serie RCMD:

1. **Tubos:** fabricados en Acero A-569 con costura y de fabricación nacional, manteniendo un control estricto en su elaboración por cualquier defecto de excentricidad.
2. **Ejes:** utilizamos ejes de acero C-1020 trefilados en frío con ajuste h9 en los siguientes diámetros: 20 mm – 25 mm – 30 mm.

3. **Rodamientos:** utilizamos rodamientos de bolas y cónicos de las siguiente series: 6204-6205-6206-6305/ 30204-30205-30206-30305 en marcas reconocidas.
4. **Triple laberinto:** es de doble efecto (interno y externo) y fabricado en Nylon 6.6 ofreciendo un alto grado de resistencia, de impacto, tenacidad, estanqueidad y resistencia a la fatiga.
5. **Tapas internas y externas:** fabricado en polipropileno debido a la excelente resistencia al esfuerzo, al agrietamiento por flexión, al rayado, impacto, resistencia química y al calor protegiendo ambos extremos de la tapa portadora.
6. **Grasa:** factolago EP-2.

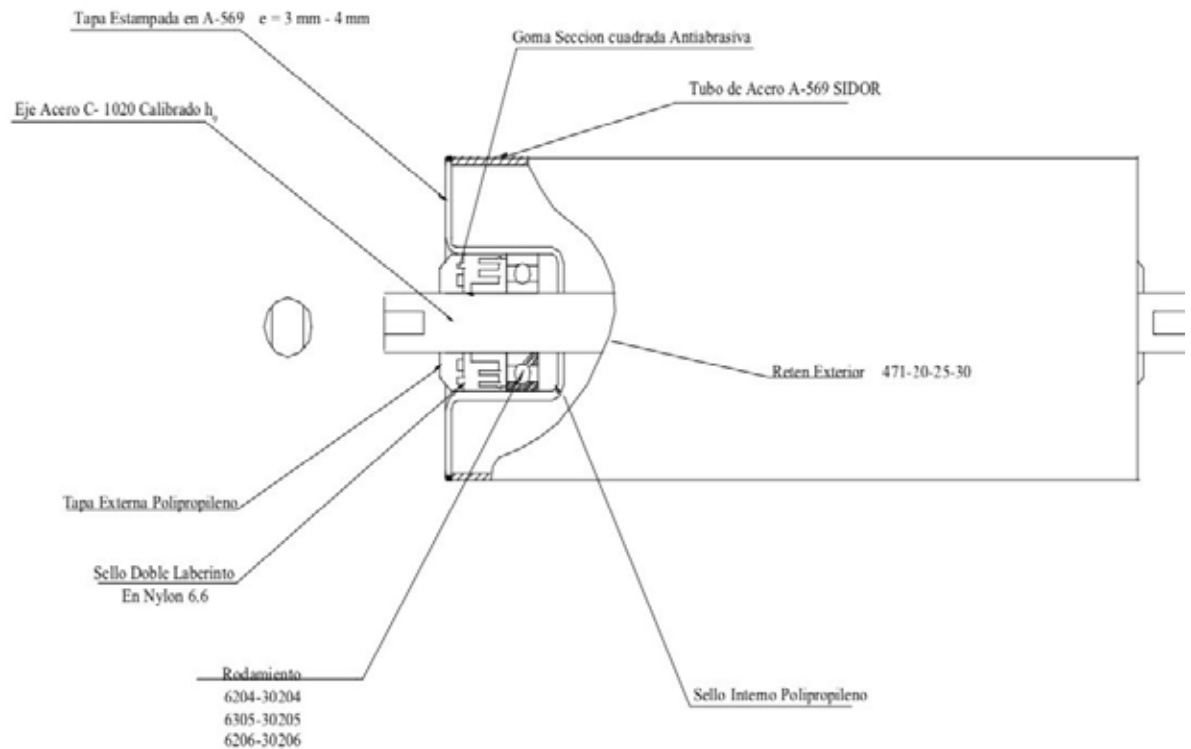


Figura 3: conformación del rodillo serie RCMD.

Fuente: Empresa Rollers Conveyors S.A.

4.1.2. Descripción del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD:

Dentro del proceso de fabricación de los Rodillos se cuenta con la siguiente materia prima necesaria para la serie RCMD:

- Tubos metálicos con diámetro de las siguientes medidas: 60”, 89”, 102” y 127”.
- Ejes de medidas entre 20-25 mm.
- Acero ANSI1045.
- Tapa de rodillo realizada con lamina entre 2-2.5mm de espesor.
- Rodamientos en función al diámetro del eje y del tubo.
- Estoperas.
- Retenes.
- Guardapolvos.
- Tapas plásticas con marca de la empresa.

En la empresa Rollers Conveyors S.A el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD se realiza con una producción en serie donde cada puesto de trabajo, maquina, actividad se realiza con un operario el cual hará la recepción del producto terminado de la operación anterior, y realizara la operación en la maquina asignada y pasara el producto a su siguiente operación y así sucesivamente.



Figura 4: Vista aérea del área de fabricación de los rodillos serie RCMD.

Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Para el proceso de fabricación de rodillos de la serie RCMD, inicialmente se debe diseñar cual es el tipo de rodillo que se va a realizar según la especificación del cliente, ya teniendo estos datos, el personal responsable se encarga de adquirir el material que se necesita según el diseño del rodillo a fabricar. Este procedimiento se detalla a continuación.

La fabricación de los rodillos serie RCMD comienza haciendo la recepción de la materia prima como son los tubos, ejes y tapas las cuales empiezan su proceso de forma simultánea, es decir, las operaciones de estos productos se hacen en paralelo; dichos productos se inspeccionan antes de comenzar el proceso. Después de ya realizada la inspección se pasa cada material a sus distintas cortadoras en las cuales se les hará sus medidas específicas como lo es el diámetro, espesor y longitud los cuales dependerán de como los quiera el cliente y la función que el rodillo vaya a desarrollar.



Figura 5: Cortadora de tubo.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).



Figura 6: Cortadora de ejes
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).



Figura 7: Cortadora de tapas
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Una vez cortado el tubo, se procede a la siguiente operación donde se le realiza un proceso de mecanizado que comprende un conjunto de operaciones (cilindrado interno y refrentado) para la conformación de las piezas mediante la eliminación de material. El cilindrado interno de tubo se realiza en el torno para cilindros en el cual se reduce el diámetro de la barra del material que se está trabajando al diámetro especificado por el cliente. Una vez realizada esta operación se lleva a cabo un proceso de refrentado en la maquina señalada en la Figura 8, en el refrentado se busca obtener una superficie plana haciendo que la herramienta avance a través de la cara frontal de la pieza hasta que quede en las condiciones que se busca para su siguiente proceso.



Figura 8: Torno para cilindros (cilindrado y refrentado de tubos)
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

En el mismo momento que comienza la transformación de los tubos, inicia el proceso de transformación de las tapas donde por medio de la máquina de la Figura 9 se coloca una plancha normal en el que se cortan cada una de las esferas y estas mismas pasan por la prensadora para tapas para realizar un proceso de estampado donde la maquina por medio de 5 pases (golpes) le da la forma a la tapa del rodillo, después de esto se le aplica a la tapa un proceso de cilindrado para darle el diámetro especificado.



Figura 9: Prensadora para tapas.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).



Figura 10: Torno para tapas (cilindrado de tapas).
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Simultáneamente a la transformación de los tubos y las tapas se comienza el corte de ejes, se procede a la siguiente operación donde al igual que el tubo se realiza un proceso de mecanizado que comprende un conjunto de operaciones (cilindrado, fresado y refrentado), la única operación que se diferencia del tubo es el del proceso de fresado que consiste en el corte de material con una herramienta rotativa que puede tener una o varias cuchillas, al pasar el eje por esta máquina el fresado le hará lo que se denomina

cuñero que servirá para la sucesión mecánica gracias a la chaveta que es la que va permitir que gire todo el proceso en conjunto.



Figura 11: Torno para ejes (cilindrado y refrentado)
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)



Figura 12: Fresadora para ejes.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Ya culminado el tubo y las tapas con sus medidas y parámetros establecidos, se procede a la unión permanente mediante soldadura MIG (Metal Inert Gas) caracterizada por ser una soldadura más resistente y tenaz que la tradicional de electrodos.

Cabe destacar que siendo la transformación de estas tres piezas procesos simultáneos, el conjunto de tapas y tubos culmina en el momento que el eje todavía no ha terminado su fabricación, por lo tanto, debe esperar a que este último culmine su proceso para posteriormente ser ensamblado.



Figura 13: Máquina de soldadura automática tubo-tapa.

Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Ya soldado la tapa con el tubo y culminado el eje se procede a ajustar los accesorios (rodamiento, estoperas, retenes, guardapolvos y tapa de la marca de la empresa) esto se realiza en un dispositivo de ensamblaje automático.



Figura 14: Ensambladora.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Una vez realizado el ensamblaje del rodillo en su totalidad se traspasa manualmente a una mesa de trabajo donde un operario le coloca un retén de ajuste en cada lado para que no se salgan los accesorios. Después se procede al área de control de calidad en donde el mismo en un dispositivo que lo hace girar a altas revoluciones para verificar que no exista ningún desbalance en el eje central con respecto a los rodamientos (try-out).



Figura 15: Estaciones de carga.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Luego de realizar el control de calidad se pasa a darle el acabado final del rodillo. Este acabado se realiza con pintura electrostática, haciendo que el mismo sea resistente a golpes y ralladuras. Posteriormente se realiza el embalaje de fardos de rodillos (aproximadamente siete (7) unidades por fardos).

Por último, se lleva al área de almacenamiento estando listo para su despacho

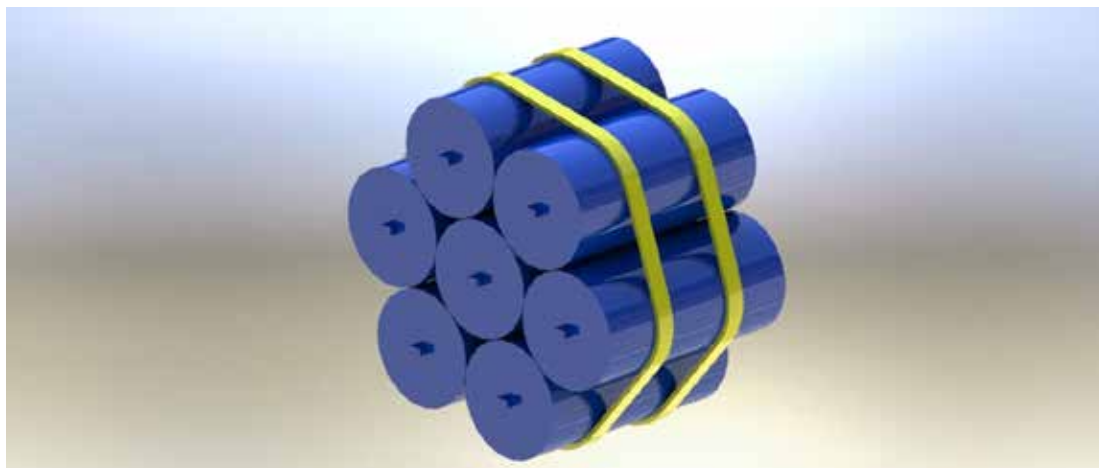
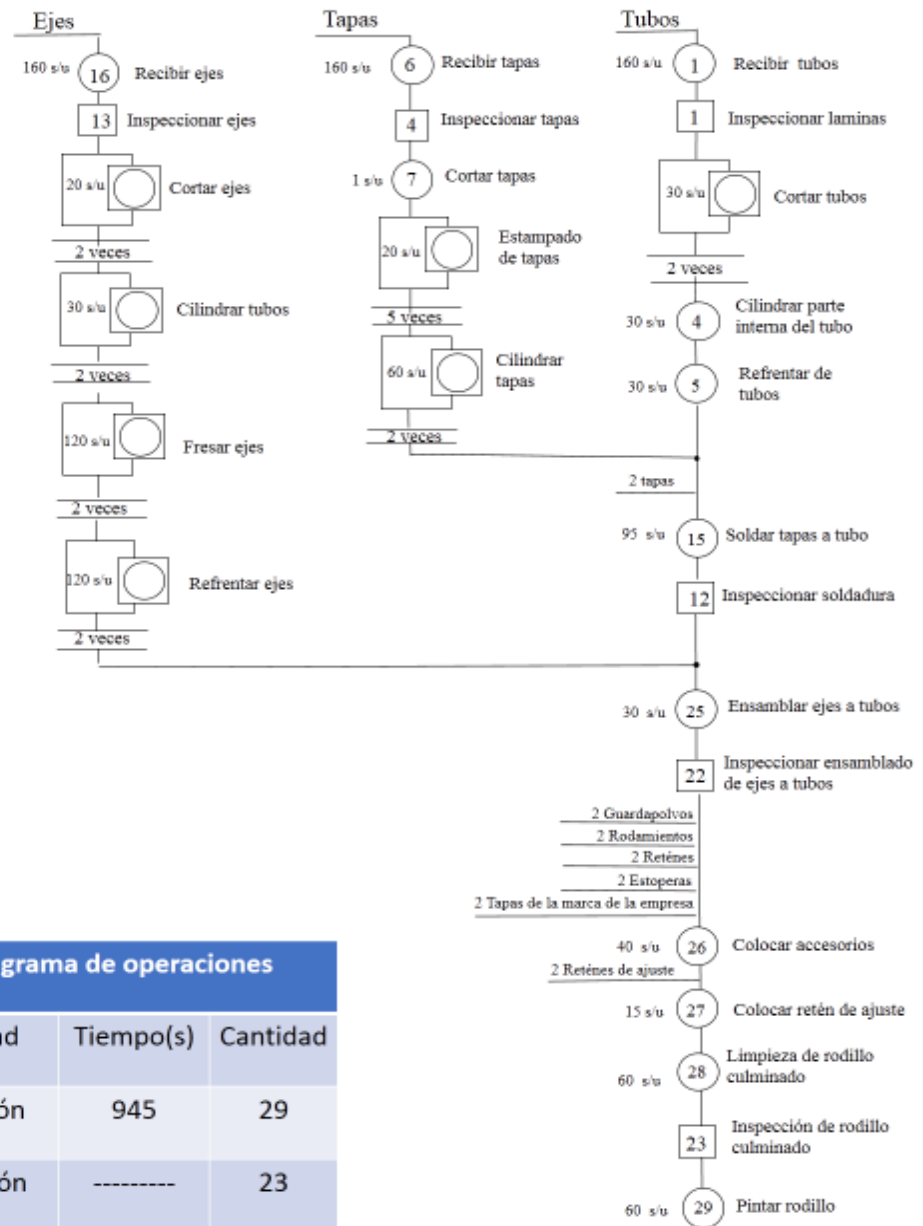


Figura 16: Embalado de rodillos.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

A través de un diagrama de operaciones del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD siguiendo a los operarios se puede visualizar las cantidades de operaciones e inspecciones presentes en todo el proceso anteriormente dicho. En la figura 17 se puede observar las operaciones del proceso.



Resumen del Diagrama de operaciones			
Símbolo	Actividad	Tiempo(s)	Cantidad
	Operación	945	29
	Inspección	-----	23

Figura 17: Diagrama de operaciones actual del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

El diagrama de operaciones del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD arrojó como resultado que todas las operaciones que son un total de 28 tiene una duración de 945 segundos, lo que equivale a 15 minutos, cabe destacar que el tiempo de las inspecciones puede variar de acuerdo a la percepción de cada operario.

4.1.3. Desarrollo de entrevistas no estructuradas al personal de la empresa:

Conocido el proceso, a través de la revisión documental que se llevó a cabo en la empresa *Rollers Conveyors*, se realizaron entrevistas no estructuradas a los involucrados en el proceso, con la finalidad de buscar más información y al mismo tiempo conocer las impresiones del personal que labora en el área de trabajado asociada a fabricación de los rodillos serie RCMD.

Se realizó la misma a 3 empleados, entre ellos dos (2) operadores y el supervisor de planta, la misma consta de 4 preguntas para obtener conocimientos de los problemas existentes en el área de fabricación. Luego se analizó toda la información recopilada sobre la problemática detectada, para determinar cuáles son las posibles causas y como podrían corregirse.

Con la entrevista se evidenció que los operadores no se encuentran conforme en el área de trabajo, debido a que son muchos los factores que afectan el proceso de fabricación dando como resultado estancamientos en las línea, retrasos en la entrega de los productos, cuellos de botellas en las mismas líneas de fabricación, un mal almacenamiento de las materias primas y además de recorridos innecesarios por parte de los operadores por toda la planta debido a la mala distribución de las maquinas.

4.1.3.1. Análisis de la Entrevista No Estructurada aplicada al personal de la empresa

S.A:

A continuación se realizó un análisis de las preguntas que formaron parte de la entrevista aplicada al personal, las preguntas seleccionadas fueron las siguientes:

- 1) ¿Consideras correcta la distribución de la planta al momento de realizar los rodillos serie RCMD?

Los entrevistados coincidieron que la empresa está distribuida de forma incorrecta, y que al momento de pasar el material de una maquina a otra se hace

mucho recorrido ya que la distancia entre ellas es mucha, y no existe un orden en las máquinas y esto da como resultado que se gaste más tiempo en la fabricación de los rodillos serie RCMD.

- 2) ¿Cómo debería contribuir el personal de la empresa para mantener el área de trabajo limpio y ordenado?

La manera de contribuir que debería aplicar el personal de la empresa según los entrevistados es en resumen realizando labores rutinarios de limpieza, específicamente levantando el material que cae en el suelo y no dejando la acumulación de material cerca de las máquinas y de los puestos de trabajo, ya que eso crea un ambiente de desorden y no permite a los mismos trabajadores realizar un producto eficiente y rápido.

- 3) ¿Qué opina sobre las condiciones físicas del área?

Los 3 entrevistados coincidieron en que no se aprovecha el espacio total, y que en la planta se pudiera mejorar la distribución de las máquinas de forma que se siga su orden que al momento de la fabricación de los rodillos RCMD la máquina que siga en el proceso quede continua a la que se esté usando y no como se encuentra actualmente en las que están a una larga distancia.

- 4) ¿Cómo considera las condiciones ergonómicas en cada punto del proceso en la fabricación de los rodillos serie RCMD?

Todos los entrevistados afirmaron que las condiciones ergonómicas cumplen la normativa correcta, pero resaltaron que existe la molestia al momento del transporte de una estación de trabajo a otra debido al desorden en la empresa y a la distancia entre cada estación.

Luego de realizar el análisis de la entrevista aplicada al personal del área de fabricación de los rodillos RCMD de la empresa Rollers Conveyors, sobre la situación actual, se puede resaltar que los puntos clave encontrados en su mayoría son causados por la evidente mala distribución de las máquinas y las estaciones de trabajo.

Todo esto con una buena distribución que permita un orden entre cada máquina dará como resultado eficiencia y rapidez a la hora de la fabricación de los rodillos

RCMD por parte de los trabajadores, ya que no habrá más obstáculos y así a su vez aumentara la productividad de la empresa.

4.1.4 Distribución de Planta de la Línea de Producción de la Empresa

S.A

Toda empresa debe contar con una buena distribución de planta que le proporcione beneficios a la producción, cumpliendo esta distribución de las maquinarias y equipos, se puede aprovechar al máximo los espacios y así disminuir notablemente los tiempos de recorrido y tiempos no productivos. Para la empresa Rollers Conveyors, de acuerdo al diagnóstico realizado anteriormente, mediante la observación directa durante el recorrido y las opiniones que dio a conocer el personal entrevistado informalmente.

En este mismo orden de ideas, la planta de producción donde se fabrican los rodillos serie RCMD cuenta con ochocientos (800) aproximados, que no incluye el lado lateral donde se encuentra el área de pintura. Adicionalmente, en el interior los espacios entre las maquinas son de tres (3) metros cada una con separaciones de las paredes de dos (2) metros. Siendo así, a continuación se muestra el Layout actual de planta.

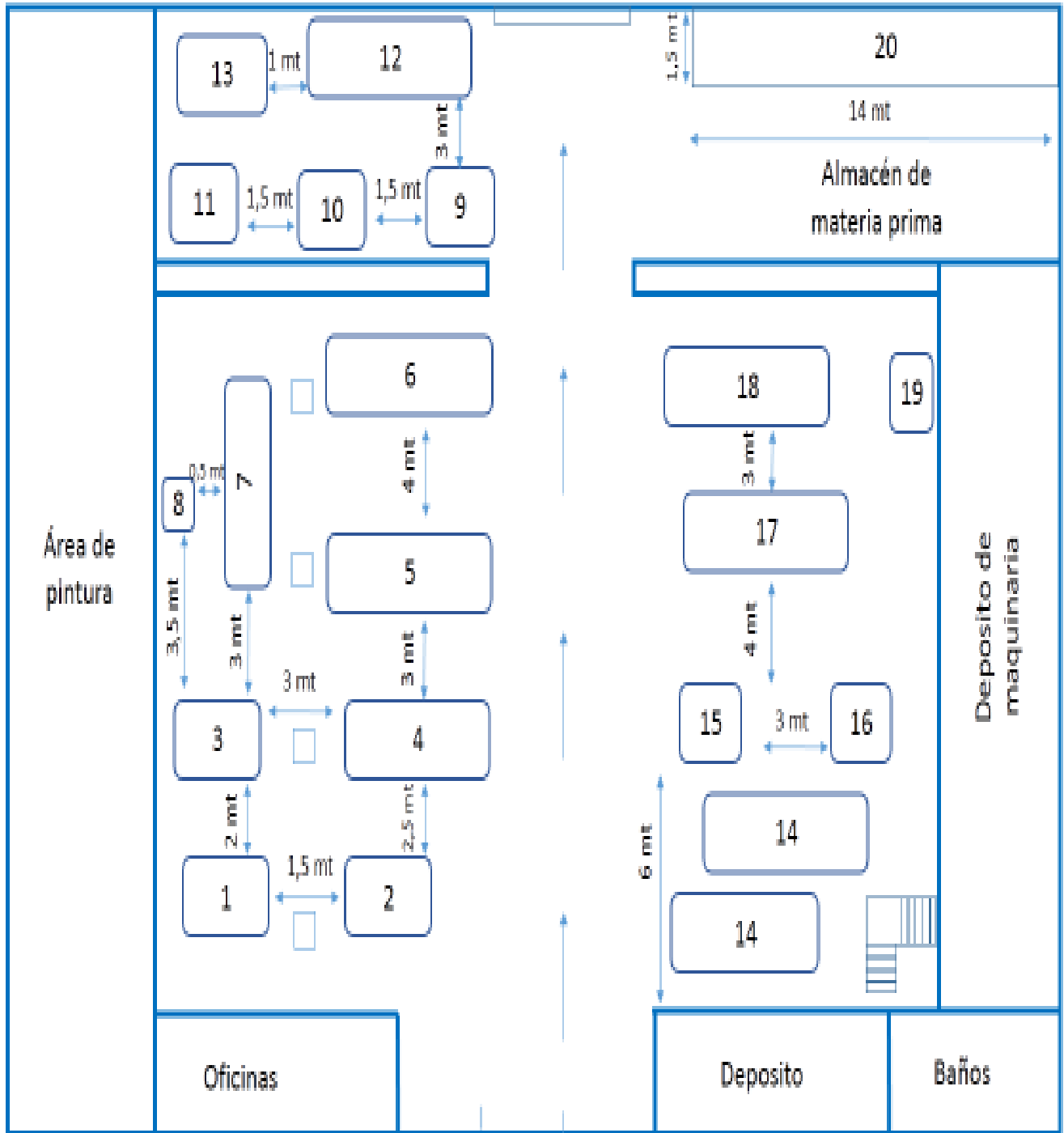


Figura 18: Distribución actual de la empresa.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

· **Leyenda de las Maquinas según su posición:**

1. Cortadora de ejes.
2. Cortadora de tubos.
3. Cortadora de tapas.
4. Torno de tapas y cilindros.
5. Torno de cilindro y refrentado de tubos.
6. Torno de ejes y tubos.
7. Cizalla universal para cortar ejes.
8. Horno de tratamiento térmico.
9. Prensadora para tapas.
10. Cortadora de tapas (prensa excéntrica).
11. Prensa excéntrica.
12. Cizalla.
13. Fresadora de ejes.
14. Mesas de trabajo.
15. Torno 1.
16. Torno 2.
17. 1 Ensambladora de rodillos.
18. Soldadora de rodillos y tapas.
19. Prensa manual.
20. Estante de materia prima.

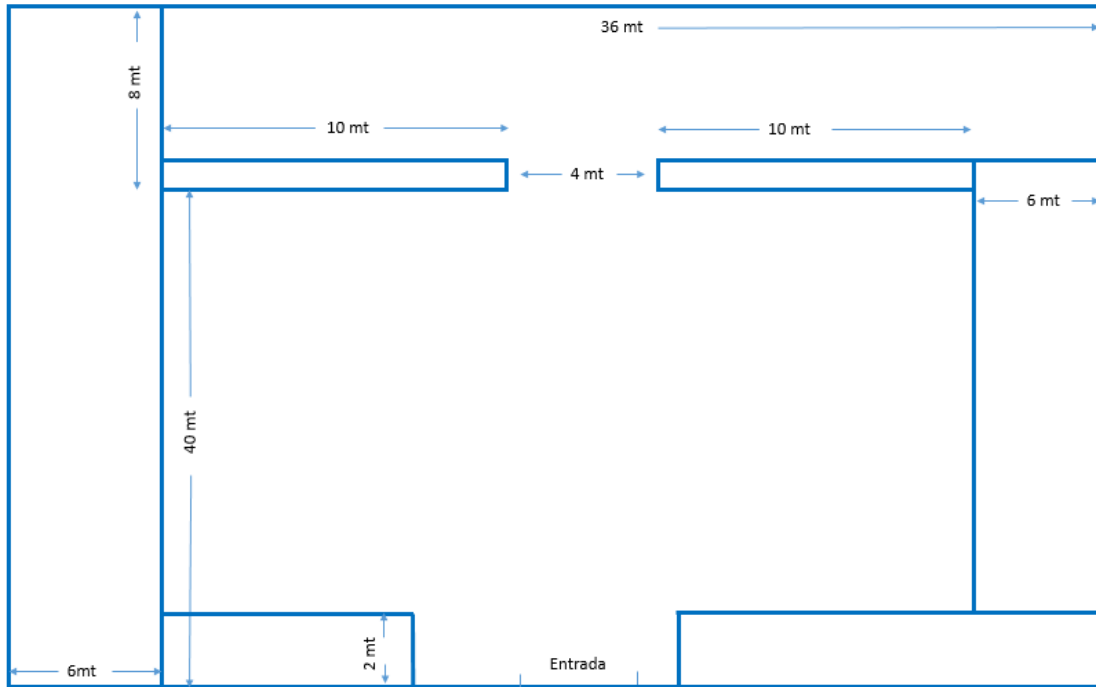


Figura 19: Layout Planta Baja
Fuente: Chacón, S.; Perez E. (2019)

La empresa está constituida por dos plantas. Para la primera planta se encuentran distribuidas las oficinas, baños, escaleras, entrada de acceso inicialmente. Adentrándose más, se puede observar el área productiva donde están las maquinarias tales como: Cortadoras, Tornos, Soldadora, Ensambladora, Fresadora y Horno. Separadas por una pared, se encuentra otra sección donde las maquinas disponibles son: Prensas, Fresadoras y un almacén de materia prima y como área aislada especial para eso se tiene la zona de pintura. En un segundo nivel, está constituido por el almacén de accesorios de rodillos además de espacios de oficinas.

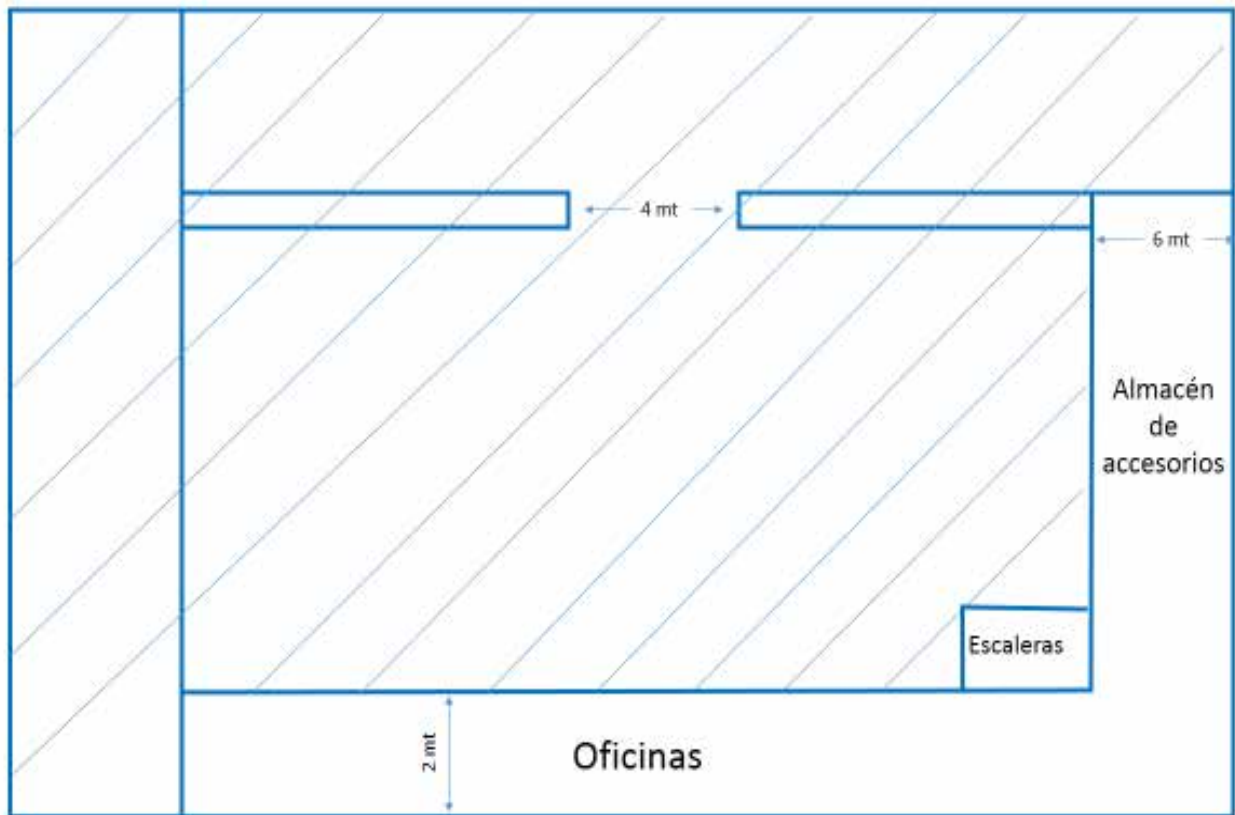


Figura 20: Layout Segunda Planta
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

4.2 Fase II. Análisis de las debilidades encontradas por el diagnóstico realizado en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A

En esta fase se aplican herramientas de la ingeniería industrial que permiten analizar toda la problemática que están presentes en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, también se hizo una revisión documental y una observación directa en el proceso de fabricación, con la finalidad de conocer a fondo los materiales, los tiempos, la mano de obra y los traslados para así encontrar estrategias que disminuyan los desperdicios presentes, además, se aplicaron técnicas para priorizar y analizar estas causas.

4.2.1 Resumen de las debilidades observadas durante el diagnóstico realizado

Durante los meses de estudio se observó con mucho detalle el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD y las operaciones que son realizadas por los operarios en las distintas máquinas y puestos de trabajo, incluso se realizaron entrevistas no estructuradas mencionadas anteriormente en la fase I, las cuales fueron aplicadas a los operarios que están directamente relacionados con este proceso, con el jefe de producción, el mismo jefe de la empresa. De esta manera se obtuvo muchas ideas con las debilidades que hay presentes en el proceso de las cuales se mencionan a continuación:

1. Distribución no adecuada de los equipos, ya que eleva los tiempos en recorrido por las largas distancias que deben recorrer entre una máquina y otra.
2. No existe orden en las maquinas, lo que ocasiona mayor tiempo de fabricación de las piezas.
3. Desorden de material de residuo durante el proceso de fabricación.
4. No hay aprovechamiento del espacio total.
5. Destellos en la maquina soldadora automática que molesta a las áreas adyacentes.
6. Calor excesivo en el proceso gracias a la soldadora automática que es caracterizada por ser muy caliente
7. Destello de la soldadura es muy elevado, por lo tanto, las áreas adyacentes se ven elevadas por dicho proceso

4.2.2 Distribución del área de trabajo actual

Actualmente la empresa posee una distribución del área de fabricación de los rodillos serie RCMD que no es aceptable ya que la localización de cada maquinaria, las mesas de trabajos, la materia prima y entre otras cosas no están de la manera más adecuada y esto conlleva a desperdicios de movimientos y traslados que tenga el operario al realizar las actividades.

Se procedió a hacer un layout actual del área de producción con las medidas que existen en dicha área y también las medidas que hay entre maquinaria y mesas de

trabajo, con el fin de identificar el poco espacio y la precaria distribución del área de trabajo. En la figura 18 mencionada en la fase I se puede observar la distribución actual del área de producción.

Como se observa en la figura 18, hay una desorganización en las posiciones de las máquinas, y también existe maquinaria que no está involucrada en el proceso y está actualmente colocada en el sitio que se observa en el layout, esto genera que el área tenga poco espacio para moverse, en cuanto al almacén de materia prima se visualiza que está ubicado en la parte del fondo de la empresa y a su vez muy distanciado de las máquinas con las cuales se inicia el proceso de fabricación dando esto como resultado traslados innecesarios por parte de los operarios y todo esto por causa de una inadecuada distribución en la planta .

4.2.3 Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing

De acuerdo con los tipos de desperdicios que presenta el Lean Manufacturing, a continuación, se hace una explicación de los desperdicios encontrados en el proceso de fabricación.

1. Traslado

El operario al momento de hacer la recepción de los tubos, ejes y tapas para comenzar el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD tiene que desplazarse una distancia muy grande, esto debido a que el almacén de la materia prima se encuentra en el fondo de la planta, y las primeras máquinas a donde tiene que ser llevada la materia prima la cual es la cortadora de tubos, ejes y tapas se encuentra en el otro borde de la planta, esto se puede observar en la Figura 20 donde claramente se puede evidenciar que este es un desperdicio ya que el producto y el operario tiene traslados innecesarios que hace que el proceso se alargue, Además la empresa no cuenta con equipos adecuados para el traslado a las distintas máquinas durante el proceso, y para el traslado del producto terminado a la zona de embalaje para finalmente ser despachado al cliente.

2. Tiempo

Durante el tiempo de (3) meses de observación directa (julio, agosto y septiembre del 2019) sobre el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, se apreció una considerable pérdida de tiempo en el momento en que el operario realiza la recepción de la materia prima para comenzar el proceso en la primera máquina; este factor de pérdida de tiempo también se produce en el proceso de soldadura debido al calor que se genera en la máquina y el destello que esta desprende al momento de estar en funcionamiento, el operario se ve obligado a hacer paradas por molestias visuales que la misma genera.

Para poder tener una noción del tiempo que se está perdiendo en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, en la figura 19 se muestra el proceso de fabricación mediante un diagrama de operación donde se describe el tiempo promedio por cada operación que se realiza, esto fue medido mediante el método de cronometrado mientras se elaboraba una orden de 100 rodillos en una jornada laboral.

Al tener el diagrama de operaciones listo se pudo evidenciar que hay una gran necesidad de mejorar el rendimiento del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, lo cual se llevara a cabo en la Fase III donde se va a plantear un plan de mejoras que permita reducir este desperdicio en un gran porcentaje.

4.2.4 Identificación y evaluación de los desperdicios en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD

Además de los tiempos durante la observación, fueron identificados desperdicios presentes en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, dichos desperdicios fueron agrupados en cinco (5) ramas importantes los cuales son: maquinarias, métodos, mano de obra, medio ambiente y materia prima, y con esta información se elaboró el diagrama causa y efecto (Ver Figura 21).

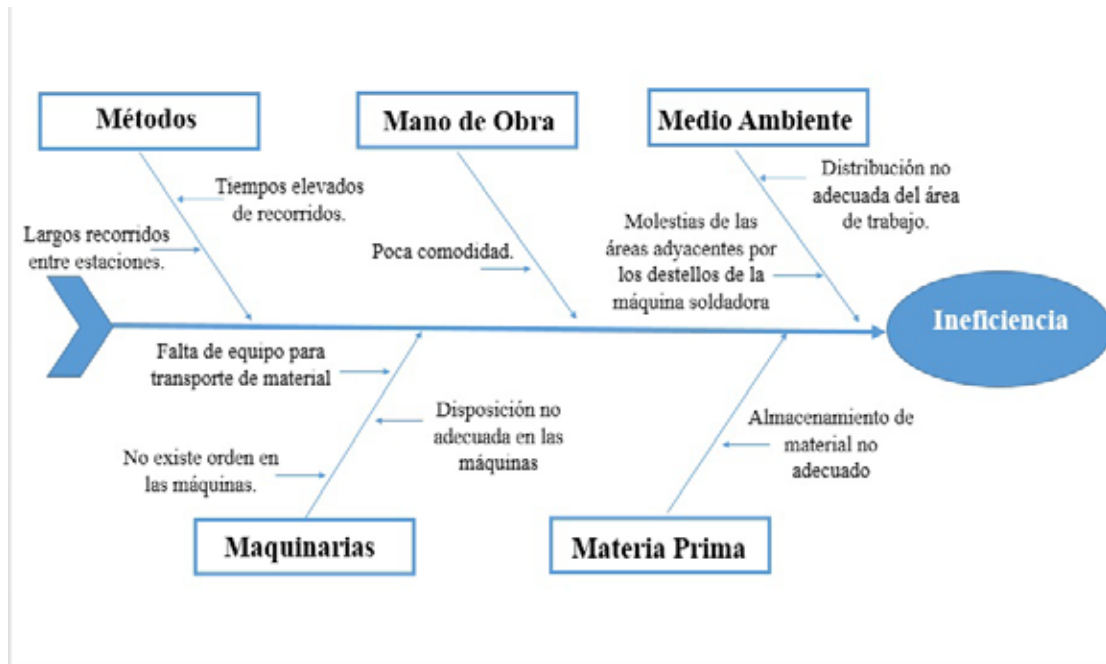


Figura 21: Diagrama de Ishikawa.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Se procede a priorizar las causas que generan desperdicios anteriormente mencionados, para esto se utilizara el Diagrama de Pareto, todos los datos obtenidos fue gracias al estudio que se hizo en los (3) meses de junio, agosto y septiembre, también por información suministrada por la empresa Rollers Conveyors S.A, se realizaron varias observaciones para poder así registrar las causas que están generando todos los desperdicios en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, en la tabla 10 se puede apreciar la repetividad de las causas que fueron estudiadas en los 60 días.

Tabla 2: Repetividad de las causas en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD

CAUSA	Repetividad
No hay aprovechamiento total del espacio	7
Almacenamiento de material no adecuado	58
Falta de equipo para transporte de material	47
Distribución no adecuada de los equipos	78
Molestias de las áreas adyacentes por los destellos de la maquina soldadora	37
No existe orden en las maquinas	10

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Fuente: Rollers Conveyors S.A.

En la siguiente tabla se ven los cálculos de los porcentajes de la repetividad de las causas generadas en el proceso y porcentajes acumulados, para poder así obtener los datos en la tabla 3.

Con los datos obtenidos se procede a realizar el diagrama de Pareto expresado en el gráfico, para poder así, jerarquizar las causas más recurrentes y significativas sobre el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, se efectuara el análisis y detectara las causas vitales que puedan estar originando desperdicios en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A.

Tabla 3: Datos para el diagrama Pareto

Número	Causa	Frecuencia	%	Acumulado	%Acumulado
1	Distribución no adecuada para los equipos	78	31,07%	78	31,07%
2	Almacenamiento de material no adecuado	56	22,31%	134	53,38%
3	Falta de equipo para transporte de material	44	17,53%	178	70,91%
4	Molestias en las áreas adyacentes por los destellos de la maquina soldadora	32	12,75%	210	<u>83,66%</u>
5	No existe orden en las maquinas	26	10,36%	236	94,02%
6	No hay aprovechamiento total del espacio	15	5,98%	243	100%
	TOTAL	251	100,00%		

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Fuente: Rollers Conveyors S.A.

Queda evidenciado en el grafico 2 que en las causas de la 1 a la 4 generan el 83,66% del desperdicio que se está generando en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa Rollers Conveyors S.A, este porcentaje está representado por la distribución no adecuada para los equipos, almacenamiento de material no adecuado, falta de equipo para trasporte de material y las molestias en las áreas adyacentes por los destellos en la maquina soldadora.

Gráfica 2: Diagrama Pareto

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)



4.2.4 Resumen de mejoras encontradas en el análisis

Tabla 4: Tabla de resumen de mejoras

CAUSAS	OPORTUNIDADES DE MEJORA	PROPUESTAS
Distribución no adecuada para los equipos	Diseñar una nueva distribución de los equipos que permita un proceso de producción más continuo y fluido	*Redistribución de las maquinas en el área de producción de los rodillos serie RCMD
Almacenamiento de material no adecuado	Aplicar formatos de control y organización en la área de producción de los rodillos serie RCMD, que dé como resultado una empresa más limpia y eficiente	*Aplicación de la metodología 5s
Falta de equipo para transporte de material	Reducir el esfuerzo por parte del operario, lo cual le permitirá un traslado más rápido y a la vez un proceso más rápido.	*Proponer el uso de equipos móviles en el área de producción de rodillos
Molestias en las áreas adyacentes por los destellos de la maquina soldadora	Reducir los accidentes causados por los destellos de la soldadura por medio de un dispositivo que aisle estos destellos del operador	* Proponer el uso de un Protector para Maquina Soldadora Automática

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

4.3. Fase III: Diseño del plan de mejora en las líneas de fabricación de rodillo serie RCMD

Luego de conocer cuáles fueron las causas de incidencias que ocasionan la problemática en el proceso de fabricación de rodillos serie RCDM, se diseñó un plan de mejoras para dicho proceso, satisfaciendo las debilidades que la empresa Rollers

Conveyors tiene actualmente. Cada una de las mejoras que se describen a continuación fue producto del resultado del análisis buscando soluciones factibles para la empresa, considerando los beneficios que estas aportarían junto a los bajos costos de su aplicación. Dentro de ellas se tienen:

4.3.1 Estrategia de Mejora nro. 1: Redistribución de las Maquinas en el Área de Producción de los Rodillos Serie RCMD

Las redistribuciones dentro de las plantas en la mayoría de los casos son utilizadas en las empresas para mejorar sus procesos productivos con el aprovechamiento del espacio y la reducción de tiempo de recorrido así como los movimientos que no agregan valor. Bajo este concepto, se debe tomar en consideración como mover el material, las máquinas, el movimiento que realiza el personal para desplazarse y la interacción que hay entre cada una de ellos.

Es por esto, que para la empresa Rollers Conveyors S.A una de las causas encontradas durante el desarrollo de la fase II de la investigación arrojó como resultado una distribución de planta no adecuada lo que genera diversos problemas, entre ellos se tienen los largos recorridos que deben hacer los operadores para ir de una maquina a otra, ubicaciones no adecuadas de los materiales entre otras. Por lo que, realizar una Redistribución de Planta ayudaría a reducir significativamente el tiempo de recorrido lo que mejoraría a su vez el tiempo total de producción, ya que se puede mejorar la eficiencia de la misma. Cabe destacar que para el desarrollo del layout se aplicó la técnica de herradura la cual consiste en distribuir la planta de forma que el proceso se ha fluido. Asimismo, se presenta el diseño propuesto (Ver Figura 24) del Layout:

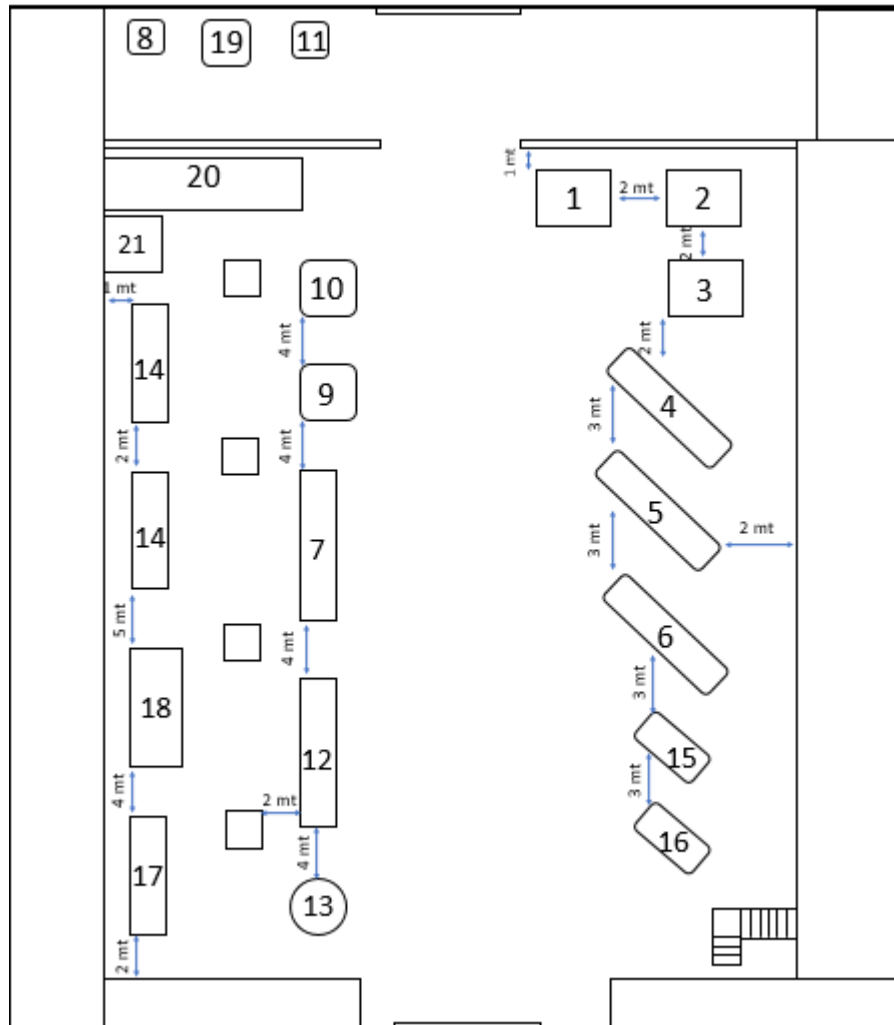


Figura 22. Redistribución Propuesta
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

- Leyenda de las Maquinas según su Nro. de Posición:
1. Cortadora de ejes
 2. Cortadora de tubos
 3. Cortadora de tapas
 4. Torno de tapas y cilindros
 5. Torno de cilindro y refrentado de tubos
 6. Torno de ejes y tubos
 7. Cizalla universal para cortar ejes

8. Horno de tratamiento térmico
9. Prensadora para tapas
10. Cortadora de tapas (prensa excéntrica)
11. Prensa excéntrica
12. Cizalla
13. Fresadora de ejes
14. Mesas de trabajo
15. Torno 1
16. Torno 2
17. Ensambladora de rodillos
18. Soldadora de rodillos y tapas
19. Prensa manual
20. Estante de tubos
21. Estante de accesorios

Como se puede apreciar en esta nueva distribución de la planta para la fabricación de los rodillos serie RCMD, las diferentes máquinas y puestos de trabajo se agrupan de forma que el proceso se realice de forma continua y sucesiva, dando como resultado con esto que no existan traslados innecesarios por parte de los operarios y tiempos no productivos en el proceso.

Este layout propuesto muestra también un almacén de materia prima cercano a las primeras máquinas donde se comienza el proceso de los rodillos serie RCMD las cuales son las cortadoras de tubos, tapas y ejes, a diferencia del actual (Ver Figura 18) donde ambas zonas se encuentran alejadas por una gran distancia, además en esta nueva organización se acomodan los 3 (tres) tornos revolver de forma diagonal, lo cual es lo más recomendable en las empresas que utilizan este tipo de maquina debido a que los tornos al usarlos dejan como desperdicio lo denominado viruta lo cual es un conjunto de tiras finas y enrolladas en espiral que sale del material al rebajarlo con un instrumento cortante como lo es en nuestro caso el torno, al colocar los tornos en esta posición se evita que la viruta entre al torno contiguo y perturbe el trabajo del mismo.

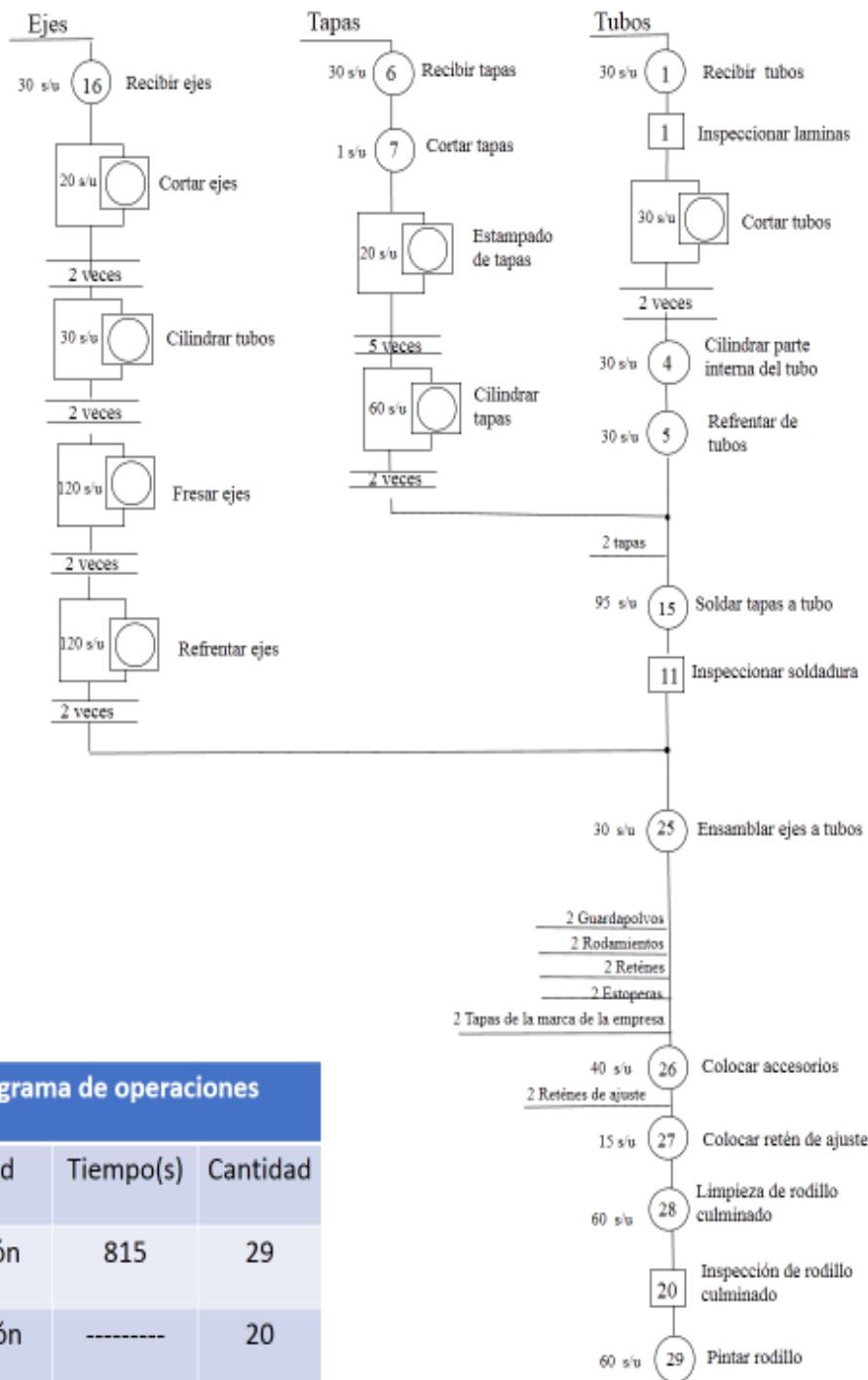
En la distribución actual de la empresa también se vio la presencia de maquinaria que no pertenecía al proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, las cuales se encontraban junto con aquellas máquinas que si tenían importancia en la fabricación de los rodillos, aspecto que tomamos en cuenta al realizar esta nueva distribución, ya que desplazamos las máquinas no relevantes en el proceso como lo eran un horno térmico, un prensa manual y una cizalla al fondo de la empresa de manera que no perturbara a las máquinas importantes del proceso.

4.3.1.1 Beneficios de la nueva distribución de planta

Con esta nueva distribución se está mejorando el tiempo de fabricación y disminuyendo los traslados de la materia prima entre cada una de las máquinas en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.

En el diagrama de operaciones presentado por la empresa Rollers Coveyors S.A que se alcanzó a observar en la Figura 17, se observa la cantidad de tiempo innecesario implementado en la búsqueda de materia prima y la cantidad de inspecciones realizadas durante el proceso de fabricación de los rodillos.

A continuación, se muestra un diagrama de operaciones propuesto ya aplicada esta nueva distribución de planta en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.



Resumen del Diagrama de operaciones			
Símbolo	Actividad	Tiempo(s)	Cantidad
	Operación	815	29
	Inspección	-----	20

Figura 23: Diagrama de operaciones propuesto.
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

Como se puede observar en la figura 23, con la nueva distribución de planta se estaría disminuyendo el tiempo en la recepción de la materia prima y se estaría disminuyendo muchas inspecciones en el proceso, ya que al final de ensamblar las partes del rodillos (tubo, tapa y ejes) con sus respectivos accesorios se realiza una inspección en la cual se aplica un control de calidad al rodillo donde se comprueba que gira y que no haya ningún problema en el mismo.

Haciendo un cuadro comparativo con respecto al diagrama de proceso actual al proceso se presentan los datos en la siguiente tabla.

Tabla 5: Datos del proceso actual y propuesto

PROCESO	de operaciones	de Inspecciones	Tiempo Total del proceso (segundos)
ACTUAL	29	23	945
PROPUESTO	29	20	815

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019).

Con respecto al proceso actual se tiene un total de 945 segundos por rodillo en la distribución actual de la empresa para el proceso de fabricación de los rodillos RCMD, con la implementación de esta nueva distribución de planta se estaría reduciendo el proceso aproximadamente a 815 segundos; hablando en porcentajes se estaría reduciendo un estimado del 13,75% del tiempo total, lo cual es beneficioso para la empresa.

4.3.2 Estrategia de Mejora nro. 2: Aplicación de la Metodología 5s para el aérea de fabricación de los rodillos serie RCMD

Se propuso el método de las **5S** dentro del taller, esto con la finalidad de organizar el espacio de trabajo de manera eficaz, mejorar el nivel de orden y limpieza, tener facilidad para ubicar fácilmente el material o herramientas de trabajo, y tener una mejora en la imagen de la empresa.

La implementación de la metodología de las **5S** en una organización está siempre relacionada con la mejora de procesos, con aspectos tan importantes como son

la calidad del trabajo, la productividad de la empresa, y la competitividad que ésta pueda ofrecer. Por esta razón, cómo segunda mejora propuesta se presenta la aplicación de la Metodología **5s** dentro del proceso productivo de la empresa Rollers Conveyors S.A a través de sus 5 principios básicos las cuales se aplicarían de la siguiente manera:

- **1s – Separar y eliminar innecesarios (Seiri)**

Consiste en separar las cosas realmente necesarias de las que no lo son, manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado. Para ellos, se propone hacer un inventario de maquinarias, equipos, mercancía, materia prima, insumos y todos los objetos que se tienen en el área de producción de la empresa, examinando cada uno de ellos detenidamente para definir la necesidad o no de los mismos

¿Para qué sirve?

¿Es lo mejor para realizar mi trabajo?

Para ello se deberá aplicar el siguiente formato Check List 1s RC-CHL01 (Ver Figura 26). Dentro del área de producción de rodillos se evidencio durante el recorrido el desorden que hay entre las maquinas como se muestran en la Figura a continuación:



Figura 24: Desorden existente
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)



Figura 25: Desorden existente
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

 <div style="background-color: blue; width: 150px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> Check List 1s		CODIGO: RC-CHL01 N° DE REVISION: 0 FECHA DE ELABORACION:10/19		
		FECHA: _____ ÁREA: _____		ZONA: _____ SUPERVISOR: _____
SEPARAR				
ITEMS	DESCRIPCION	COMPROBAR		
		SI	NO	COMENTARIO
1	Existen objetos innecesarios			
2	Hay presencia de residuos y/o basura en el piso			
3	Están los equipos y herramientas en su lugar			
4	El material se encuentra en buen estado			
5	En los estantes existen innecesarios			
Firma del supervisor: _____				
OBSERVACIONES:				

Figura 26: Check List 1s
Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

Una vez finalizado con éxito la primera S observaremos que hemos ganado espacio útil en nuestro puesto de trabajo.

· **2s – Situar e identificar necesarios (Seiton)**

Una vez los puestos de trabajo y las maquinas queden libres de objetos inútiles es momento de clasificar aquellos que se han considerado útiles de manera que puedan ser encontrados rápidamente con el consiguiente descenso de pérdida de tiempo que conlleva la búsqueda de herramientas para realizar el trabajo.

Para ello se deberá aplicar el siguiente formato Check List 2s RC-CHL02 (Ver Figura 27) .Una vez finalizado con éxito la segunda S se podrá observar que se ha reducido la sensación de desorden, obteniendo un puesto de trabajo amigable y con todos los materiales, herramientas y equipos siempre a mano.


 <div style="background-color: blue; width: 100px; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> <p style="text-align: center; font-size: 24px; margin: 0;">Check List 2s</p>		CODIGO: RC-CHL02 N° DE REVISION: 0 FECHA DE ELABORACION: 10/19		
		FECHA: _____ ÁREA: _____		ZONA: _____ SUPERVISOR: _____
SITUAR				
ITEMS	DESCRIPCION	COMPROBAR		
		SI	NO	COMENTARIO
1	Está bien situado lo existente			
2	Los estantes están bien identificados			
3	Existen objetos encima y bajo de los estantes			
Firma del supervisor: _____				
OBSERVACIONES:				

Figura 27: Check List 2s
Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

- **3s – Suprimir la suciedad (Seiso)**

Su objetivo es detectar fuentes de suciedad y eliminarlos, consiguiendo puestos de trabajo realmente limpios, hecho que ayuda a mejorar la autoestima de los trabajadores, con lo que se puede observar en un aumento de productividad.

Para ello se deberá aplicar el siguiente formato Check List 3s RC-CHL01 (Ver Figura. Finalizado con éxito la tercera S se trabajara en un ambiente limpio y sin obstrucciones, mejor sitio de trabajo y empleados más motivados, ya que las condiciones actuales mostraban máquinas y espacios sucios carentes de mantenimiento autónomo por parte del personal. (Ver Figura 28)



Figura 28: Mesas de Trabajo Sucias
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

	Nombre de la materia prima	
medidas de la materia prima		
		CANTIDADES EXISTENTES
		##

Figura 29: Check List 3s
Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

· **4s – Señalizar (Seiketsu)**

El objetivo es que las tres fases anteriores, se queden bajo control. Para ello se estandarizan las medidas de clasificación, orden y limpieza en el puesto de trabajo, de manera que sean medidas preventivas y no reactivas. Para ello se deberá aplicar el siguiente formato Check List 5s RC-CHL04 (Ver Figura 31). En lo que respecta a la empresa muchos de los espacios no están debidamente señalizados, por lo que es necesario tener un control visual de los espacios, entre las maquinarias y equipos. La condición inicial del área de estantes se evidencio la falta de señalización e identificación de los materiales que se depositan allí (Ver Figura 30), de acuerdo a esto, se deben realizar las 3 primeras S de la metodología antes de llegar a este punto.



Figura 30: Estantes sin identificar
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)



 Check List 4s		CODIGO: RC-CHL04 N° DE REVISION: 0 FECHA DE ELABORACION:10/19		
FECHA: _____ ÁREA: _____		ZONA: _____ SUPERVISOR: _____		
SIN SUCIEDAD				
ITEMS	DESCRIPCION	COMPROBAR		
		SI	NO	COMENTARIO
1	Los pisos están limpios			
2	Maquinas limpias			
3	Esta limpio el almacén de materia prima			
4	Estantes limpios			
5	Uso adecuado del marcado de identificación			
Firma del supervisor: _____				
OBSERVACIONES:				

Figura 31: Check List 4s
Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

- **5s – Sostener, mejorar continuamente (Shitsuke)**

La quinta y última S (Shitsuke) consiste en realizar una serie de auditorías planificadas en el tiempo cuyo objetivo es mantener los logros conseguidos con las 4's anteriores, construyendo el hábito y disciplina en dicha metodología, así como seguir mejorando día a día nuestro puesto de trabajo. Por lo que se debe crear mentalidad de mantenimiento autónomo como principio básico, lo que permitirá a través del tiempo mantener todos los espacios limpios, libre de accidentes laborales y sin interrupciones en el proceso. Para ello se deberá aplicar el siguiente formato Check List 5s RC-CHL05

 <div style="background-color: blue; width: 150px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> <p style="text-align: center;">Check List 5s</p>		CODIGO: RC-CHL05 N° DE REVISION: 0 FECHA DE ELABORACION: 10/19		
		FECHA: _____ ÁREA: _____		ZONA: _____ SUPERVISOR: _____
LIMPIEZA				
ITEMS	DESCRIPCION	COMPROBAR		
		SI	NO	COMENTARIO
1	Los trabajadores cumplen con el hábito de orden y limpieza			
2	La iluminación del área es adecuada			
Firma del supervisor: _____				
OBSERVACIONES:				

(Ver Figura 31).

Figura 32: Check List 5s
Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

4.3.3 Estrategia de Mejora nro. 3: Proponer la implementación o de Equipos Movibles en el Área de Producción de Rodillos

Actualmente, en el área de producción no se cuenta con equipos móviles que faciliten el transporte de los equipos y materiales a usar durante la fabricación de rodillos y permitan reducir la poca comodidad de los trabajadores junto a la inversión humana que se debe hacer para trasladarse de un lugar a otro. En el Layout actual de la planta se cuenta con un espacio vacío que se puede disponer para reposar los equipos móviles cuando están fuera de uso. Es fundamental que se implementen solo los equipos necesarios, entre esos se tienen:

- **Plataforma con ruedas**

Son pequeñas y en ellas se colocaran cargas para transportar los distintos instrumentos a usar en el proceso, así como también materiales y herramientas, son elaborados de aluminio fuerte que permite el aguante del mínimo y máximo peso.



Figura 33: Modelo de plataforma
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

- **Transpaletas**

Es el medio más simple y más ampliamente utilizado en los almacenes modernos. En sus dos versiones, transpaleta manual y transpaleta eléctrica, se trata de equipos de transporte, no de elevación.



Figura 34: Modelo de Transpaleta
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

- **Mesa Movable**

Esta mesa movable permitirá el transporte de las piezas pequeñas para ser ubicadas en los estantes correspondientes. Una vez que se deje de usar, regresará al área designada para su disposición final. Esto ahorra tiempo a los operadores y evita fuertes cargas de peso, ya que las operaciones las realizan continuamente.



Figura 35: Modelo Mesa Movable
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

4.3.3.1 Características técnicas del dispositivo

En la figura 30 se muestra el modelo de transpaletas más recomendado para el transporte móvil del material en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, dicho dispositivo consta de una capacidad de 1500 kg. Está construida en chapa de acero plegada que le aporta una gran robustez, equipada con rueda de timón en goma y rodillos wulkollan con un sistema de elevación, el cual se realiza mediante una bomba hidráulica de simple efecto, equipada con una válvula de sobrecarga, la elevación se produce bombeando con el timón y el descenso al liberar la válvula del grupo hidráulico, con lo que se consigue un descenso uniforme, además consta de un tirador ergonómico para su fácil manipulación y con un rango de temperaturas de trabajo de -

4.3.3.2 Ubicación y uso del dispositivo dentro del proceso.

Su ubicación de reposo para el dispositivo será en la parte del fondo de la planta donde anteriormente se localizaba el almacén de materia prima, zona perfecta para tal dispositivo porque se encuentra cerca de la materia prima y de las primeras máquinas del proceso. Cabe destacar que este dispositivo se desplazara por toda el área de fabricación de los rodillos serie RCMD, el cual facilitara el traslado de la materia prima a cada máquina durante el proceso, y disminuirá el esfuerzo por parte del operario que la utilice gracias a su tirador que facilita su uso.

Una vez el dispositivo se deje de utilizar tendrá un puesto específico que será cerca del estante de tubos (Ver Figura 22) con el fin que quede cerca al almacén de materia prima y tenga problema con las áreas adyacentes al mismo.

4.3.3.3 Normas de seguridad para el uso de la Transpaleta

Las normas principales que se debe tener al empezar a utilizar este dispositivo son las siguientes:

- El operario debe leer y entender el manual y todas las señales de advertencia de la transpaleta antes de empezar a usarla.
- No usar la transpaleta antes sin previamente tener los conocimientos adecuados.
- Revisar e inspeccionar la elevación de las horquillas antes de usar la transpaleta. Poner especial atención a las ruedas, el timón, las horquillas y la palanca de descenso.
- No usar la transpaleta en pendiente.
- No sobrepasar la carga máxima especificada en el manual.
- El peso de la carga se debe distribuir entre las dos horquillas. No usar únicamente una horquilla. El centro de gravedad de la carga debe estar en el centro de las dos horquillas.
- En caso de no usar la transpaleta mantener las horquillas en la posición más baja.
- En cualquier otra circunstancia el operario deberá tener mucho cuidado a la hora de usar la transpaleta.

4.3.3.4 Mantenimiento de la Transpaleta

Revisar el nivel de aceite cada seis meses.

Para conseguir que la transpaleta este en buenas condiciones es necesario revisarlo diariamente. Poner especial atención a las ruedas, la cadena.

Use aceite de motor o grasa para lubricar todas las partes móviles y con fricción.

Hacerlo cada seis meses.

Es posible que el aire entre dentro del circuito hidráulico del cilindro de la transpaleta, por lo que puede ocasionar que las acciones de elevación y descenso no funcionen correctamente. Para expulsar el aire, mantener la palanca de control de descenso en la posición más baja y accionar la palanca del timón arriba y abajo varias veces.

4.3.3.5 Ventajas productivas y económicas con el uso de la Transpaleta

Gracias a la implementación de las transpaletas al proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, se puede analizar varias ventajas a lo que se refiere en el ámbito productivo y económico de la empresa. A continuación en la tabla se muestra las ventajas productivas y económicas que la empresa puede tener a implementar la transpaleta en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.

Tabla 6: Ventajas productivas y económicas de la Transpaleta

VENTAJAS PRODUCTIVAS	VENTAJAS ECONOMICAS
Disminuye el esfuerzo del operario por su facilidad de agarre.	Habrà más rapidez en el proceso, por lo tanto mayor producción de rodillos, y a su vez habrá movimientos en las ventas
Disminuye el error humano que hay presente al trasladar el material	No habrá pérdida de dinero por defectos que pueda tener el rodillo
Los tiempos se verán reducidos	Los costos con respecto al tiempo se verán reducidos gracias a la velocidad que aporta la transpaleta al proceso, desplazando el material por cada maquina

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

4.3.4 Estrategia de Mejora nro. 4: Proponer la implementación de un Protector para Maquina Soldadora Automática de la Empresa Rollers Conveyors S.A

Como parte de las mejoras para la línea de producción de los rodillos RCMD propuestas a la empresa Rollers Conveyors S.A para el aumento de la eficiencia de producción, y reducir los inconvenientes que actualmente presentan los operadores debido al calor y a los destellos que desprende la máquina de soldadura automática, se propone la implementación de puertas protectoras como se muestran en las siguientes Figuras (Ver Figura 32, Ver Figura 33, Ver Figura 34), con la capacidad de reducir los peligros de soldadura por destellos de luz, eliminar el calor que se produce durante este proceso, eliminar las molestias que esta pueda ocasionar y disminuir cualquier riesgo debido a los saltos de chispas.

4.3.4.1 Características técnicas del dispositivo

El protector tendrá una medida de 2.80 metros de largo, 1.50 metro de ancho y 1.80 metros de altura y además las puertas que dan la apertura para la introducción del rodillo a la maquina tendrá una apertura total de 1 metro. Este dispositivo contara con materiales para su construcción como lo son: Vigas 2mx2m, Vidrio Templado por seguridad, papel especial para careta de soldadura, papel ahumado, bisagras, manillas, tuercas y tornillos, así como personal calificado para la fabricación y montaje de la pieza a la maquina soldadora.



Figura 36: Protector para Maquina de Soldar
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

4.3.4.2 Ubicación y uso del dispositivo dentro del proceso

Para su instalación se hará mediante el uso de pernos 1"x2" con arandelas de presión y tuerca de seguridad que irán sujetas mediante la unión mecánico al armazón de la máquina soldadora automática (Ver figura 13). Cabe destacar que el protector estará unida a la máquina soldadora automática (Ver figura 33) por medio de tornillos los cuales unirán las dos vigas del protector por ambos extremos con la viga superior y con la plataforma inferior de la máquina en la cual se encuentran apertados los dos pistones que realizan el proceso de soldadura.

El uso de este dispositivo evitara accidentes causadas por los destellos de la máquina soldadora, para utilizarlo las láminas de vidrio templado las cuales cuentan con su material que cubre dichas laminas como lo son el papel especial para caretas de soldadura y papel ahumado cuentan con unas manillas que permitan abrir el protector para introducir el tubo y tapa que se busca soldar y así ajustar ambas partes en la máquina, una vez esto se cierra el protector, y se inicia la operación, por ser automática cuenta con unos botones para iniciar el proceso, finalizada la soldadura se vuelve abrir

el protector y se retira el tubo ya soldado con la tapa, sin ningún accidente causado debido a este dispositivo.

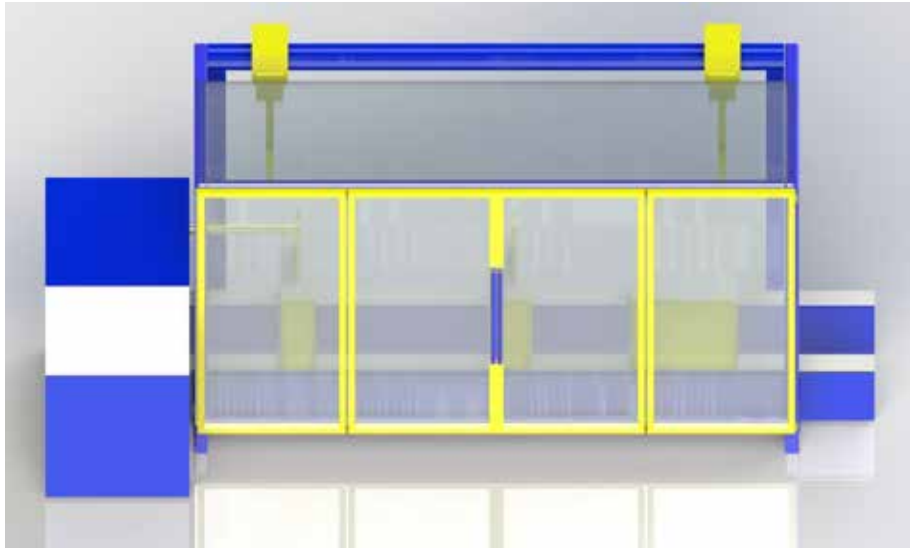


Figura 37: Protector para Máquina de Soldar (Vista de Frente)
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

4.3.4.3 Normas de seguridad para el uso de este protector

- El operario debe leer y entender el funcionamiento de la máquina soldadora automática y a la vez conocer el correcto uso del protector antes de empezar a usarla.
- Asegurarse que el protector esté bien cerrado al momento de comenzar a trabajar la máquina, ya que si no lo está puede haber algunas fugas y salidas de los destellos de soldadura y con esto dar origen a accidentes.
- Revisar la condición en la que se encuentra el papel especial para caretas de soldadura y el papel ahumado que recubren las láminas de vidrio templado antes de empezar a usar las máquinas.
- En cualquier otra circunstancia el operario deberá tener mucho cuidado a la hora de usar la máquina soldadora y el protector.

4.3.3.5 Ventajas productivas y económicas con el uso del protector para la maquina soldadora automática.

Gracias a la implementación del protector para la máquina de soldadora automática puede analizar varias ventajas a lo que se refiere en el ámbito productivo y económico de la empresa. A continuación en la tabla se muestra las ventajas productivas y económicas que la empresa puede tener al implementar este protector para la maquina soldadora automática en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.

Tabla 7: Ventajas productivas y económicas del protector para la maquina soldadora automática.

VENTAJAS PRODUCTIVAS	VENTAJAS ECONOMICAS
Elimina por completo los accidentes causados por los destellos de la maquina soldadora	No habrá pérdida de dinero por parte de la empresa, para cubrir los accidentes laborales que causen estos destellos
Aumenta la continuidad del proceso gracias a que no hay interrupción por parte de estos destellos a las áreas adyacente	Sin interrupciones habrá más rapidez en el proceso, por lo tanto mayor producción de rodillos, y a su vez habrá movimientos en las ventas

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)



Figura 38: Protector para Maquina de Soldar (Vista Lateral)
Fuente: Chacón, S.; Pérez, E (2019)

4.4 Fase IV: Evaluación del costo-beneficio de la implementación del plan de mejora

Esta fase se dedica a realizar una evaluación económica con respecto a la razón costo-beneficio que puede traer las propuestas planteadas en la fase anterior con el fin de saber si la inversión que conllevan estas propuestas serán beneficios para el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD y para con la empresa.

4.4.1 Inversión requerida para cada propuesta

Propuesta de Redistribución de las Maquinas en el Área de Fabricación de los rodillos Serie RCMD.

Para la nueva distribución en el área de máquinas es necesario el diseño de un plano que abarque las distancias entre cada máquina y así obtener el mejor aprovechamiento del espacio de la empresa que permita un proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD mas continuo y sin la presencia de desperdicios como tiempos y traslados innecesarios, y además será necesarios mano de obra de personas especializadas para el desarmado y el reubicado de las máquinas.

Tabla 8: Inversión requerida para la primera propuesta

Mejoras	Costo
Diseño de Redistribución	15 \$
Mano de obra para el desarmado y reubicado de las maquinas	100\$
Total	115\$

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez

Propuesta para la aplicación de la metodología 5s

En esta propuesta para la aplicación de la metodología **5S** hará la realización del formato Check List 5s RC-CHL01, en el cual se hace un registro si hay existente o no la presencia de aspectos importantes para mantener el orden y limpieza en la empresa, la cual influirá en la eficacia, organización y productividad de la empresa Rollers Conveyors S.A.

Tabla 9: Inversión requerida para la segunda propuesta

Mejoras	Costo
Elaboración de formatos (Check List)	25\$
Total	25\$

Elaborado por: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

Propuesta de Implementación de Equipos Moveres en el Área de Producción de los Rodillos Serie RCMD.

En esta propuesta, la empresa se encargara en la adquisición de dichos equipos moveres como lo son: las mesas moveres, las transpaletas y la plataforma con ruedas, ya que la empresa no cuenta con equipos móviles adecuados para el traslado del material por las distintas máquina del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD.

Tabla 10: Inversión requerida para la tercera propuesta

Equipo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Plataforma Moveres	Unidad	1	150\$	150\$
Transpaletas	Unidad	1	480\$	480\$
Mesa Moveres	Unidad	1	100\$	100\$
Total			730\$	730\$

Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

Propuesta de Implementación de Protector para Maquina Soldadora Automática de la empresa Rollers Conveyors S.A.

En esta propuesta del dispositivo protector para maquina soldadora automática, la empresa se encargara de hacer dicho dispositivo, y tendrá que adquirir los materiales necesario para su fabricación, a continuación, en la tabla 9 se muestran los costos que están incurridos en la fabricación del dispositivo.

Tabla 11: Inversión requerida para la cuarta propuesta

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Vigas 2x2	Unidades	8	19,77 \$	237,32 \$
Vidrio Templado	Unidades	5	30\$	150\$
Papel especial	Metros	5	15\$	75 \$
Bisagras	Unidades	8	3,78\$	30\$
Manillas	Unidades	2	2\$	4\$

Tornillos	Unidad	24	9\$ Docena	18\$
Tuercas	Unidades	24	9\$ Docena	18\$
Servicios Profesionales	Persona	1	50\$	50\$
Montaje de la pieza	Persona	2	25\$	50\$
Total			163,55\$	632,32\$

Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

Tabla 12: Inversión Inicial del Plan de Mejoras

Mejoras		Costo
PROPUESTA 1		115\$
PROPUESTA 2		25\$
PROPUESTA 3		730\$
PROUESTA 4		632,32
TOTAL		1,502,32\$

Fuente: Chacón, S.; Pérez, E. (2019)

4.4.2 Análisis de la relación Costo-Beneficio

Actualmente la empresa tiene una producción diaria promedio de 30 rodillos serie RCMD, lo cual para la empresa representa una producción baja. Con las propuestas se espera producir al menos 35 rodillos serie RCMD diarios, lo que representa un aumento en la capacidad de producción, el valor de beneficio es de 116%%, ya que pasaría a producir 770 rodillos al mes, desde el punto de vista económico teniendo en cuenta que cada rodillo serie RCMD está en 35\$, la empresa

estaría produciendo 110 rodillos más rápido con respecto al tiempo de producción, con un beneficio de 3.850\$ por encima de lo actual.

Ya teniendo los beneficios económicos que generan las propuestas planteadas y la inversión total (costos) requerida para poder aplicarlas se procede a hacer el cálculo del costo-beneficio con el fin de determinar si es factible para la organización implementar dichas propuestas.

Este cálculo se realiza dividiendo beneficio entre la inversión (costos)

La relación costo-beneficio es de 2,56, significa que se espera dejar de perder mensualmente 2,56 \$ por cada \$ invertido, por esta razón es factible para la organización implementar las propuestas planteadas.

Tiempo de recuperación de la inversión

Ahora para conocer el tiempo que le llevara a la empresa recuperar lo invertido en las propuestas, se calcula el tiempo de retorno (TR) de la inversión dividiendo la inversión (costos) requerida entre los beneficios que se obtendrá gracias a las propuestas.

El tiempo de retorno de la inversión es de 0,39 meses, es decir 12 días. Esto indica que en este día la organización recuperar la inversión que se requiere para llevar a cabo todas las propuestas planteadas en la fase III.

En lo que respecta a la evaluación de los costos entre el ingreso mensual que percibe la empresa con la fabricación de rodillos, se tiene que partiendo de la definición de la rentabilidad como:

- **R (B/C) > 1 Rentable**
- **R (B/C) = 1 Indiferente**
- **R (B/C) < 1 Inviabile**

Es decir, que con una relación del Beneficio-Costo mayor a uno (1), con un valor de 17,93 \$ las propuestas planteadas con el plan de mejoras se hacen viable, se acepta el proyecto. Dentro de los beneficios intangibles para la empresa *Rollers Conveyors C.A* se tienen:

- Aumento de la producción de rodillos, actualmente se producen 30 rodillos diarios en una jornada laboral de 8 horas/Lab.
- Disminución del Tiempo de Recorrido entre las maquinas durante la fabricación de rodillos serie RCDM.
- Incremento de la inversión humana, con el aumento de su comodidad.
- Mejoras en el proceso productivo.
- Creación de un concepto de mantenimiento autónomo a través del orden y la limpieza de las máquinas, almacén y espacios de producción.

4.4.3 Factibilidad ambiental-social

Gracias a la implementación de las propuestas, principalmente a la cuarta, el cambio ambiental es notable ya que la maquina soldadora automática genera un destello altamente fuerte que genera molestias en todo el área de producción y en las áreas adyacentes a la misma; esto ya dejaría de presentarse con la implementación del protector de la maquina soldadora, también el trabajador se vería beneficiado ya que el mismo no está directamente en contacto con estos destellos gracias a las láminas de vidrio templado que están recubiertas de papel especial de careta de soldadura y con papel humado y esto es beneficio, todo esto sería una ventaja importante ya que se erradicaría las quejas por destellos de soldadura y habría un ambiente más cómodo y seguro.

CONCLUSIONES

Una vez culminada la fase I de la investigación a través de la observación, descripción y diagrama de operaciones del proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD en la empresa *Rollers Conveyors S.A.* Se logró identificar una incorrecta distribución de la planta la cual daba como resultado diferentes tipos desperdicios tales como tiempo realizando los rodillos, traslados innecesarios por parte de los operarios y desorden en toda el área de trabajo, de igual forma se realizó un layout actual del área de trabajo a través de una observación directa en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD detallando cada aspecto de la empresa.

Para diagnosticar la situación actual en la fase I se describieron las actividades que se realizan en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD de la empresa *Rollers Conveyors S.A.*, a través de la observación directa durante los tres meses de evaluación, además se desarrolló un layout actual de la empresa para evidenciar que problemáticas causa su distribución en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD, también para analizar estas causas que generan desperdicio se desarrolló entrevistas no estructuradas al personal de la empresa con el objetivo de saber su opinión respecto al proceso de fabricación y también conocer sus angustias e inquietudes que puede generar esta mala distribución en su trabajo diario.

Una vez identificadas las debilidades, se procedió a desarrollar la fase II, en la cual se analizaron las causas que están generando la problemática en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD. De allí se identificaron los desperdicios existentes de acuerdo con los siete desperdicios que establece la metodología Lean Manufacturing para posteriormente detectar las causas raíces que generan la problemática con un diagrama causa y efecto y finalmente priorizarlas con un diagrama de Pareto de acuerdo con la frecuencia de cada una. Con todo esto se realizó una tabla con las causas principales para obtener oportunidades de mejora y así proponer ideas con el fin de disminuir los desperdicios y a la vez aumentar la productividad en la fabricación de los rodillos serie RCMD.

Luego de culminar la fase II, se procedió a desarrollar la fase III para dar solución a cada una de las fallas presentes para así conllevar a proponer mejoras en el proceso de fabricación de los rodillos serie RCMD y así cumplir con el objetivo general de la investigación.

Por último, en la fase IV se hizo una evaluación para determinar la factibilidad económica, ambiental y social bajo la relación costo-beneficio para verificar si la inversión que se requiere para implementar las propuestas se justifica con los beneficios a obtener. Se logró determinar que la inversión de las propuestas es factible ya que recuperaría la inversión en muy poco tiempo y lograría mejorar el proceso de fabricación. Sabiendo esto, se da por cumplido el objetivo general del presente trabajo de investigación.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que la empresa *Rollers Conveyors C.A* realiza un análisis de los métodos de trabajos, ya que se evidencio movimientos repetitivos que a la larga pueden ocasionar afecciones entre los trabajadores por actividad rutinarias. Para ello se recomienda un estudio ergonómico en todas las estaciones de trabajo.
- Aplicación de una maquina Termoenfardadora para mejorar el sistema de embalado que tienen actualmente, ya que se realiza con fardos, que por ser resistentes no lo hacen menos pesado siendo un trabajo manual. Con la implementación de esta maquinaria al final del proceso se mejoraría el tiempo de embalado.
- Se le recomienda a la empresa el uso y aplicación del Check List 5s diseñado como parte de la propuesta, para crear un disciplina de metodología 5s entre los trabajadores, ya que esto permite garantizar seguridad laboral y mayor rendimiento.
- Creación de un plan de limpieza como pre-arranque para las máquinas que sean parte de la puesta punto de las mismas.
- Evaluación del plan de mantenimiento actual, como parte de la mejora continua, junto al cronograma de actividades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, I. (1987). **La definición verbal y régimen leximático: su indicación formal en la lexicografía hispánica**. Universidad de granada, España
- Arias, F. (2012). **“El proyecto de investigación. Introducción a la Metodología Científica”**. Sexta Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela
- Burgos, (2009). **Diagrama de Procesos** [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/27180519/Definicion_de_Diagrama_de_Proceso
- Chase, R.; Jacobs, R.; Aquilano, N. (2009). **Administración de operaciones. Producción y cadena de suministro**. Duodécima Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.
- Chávez, R. (2017). **“Aplicación de la mejora de procesos para incrementar la competitividad en el área de operaciones, en Zwei Hunde Ingenieros SAC, Pueblo Libre, 2017”** para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú
- Harrington, H. James. (1993). **Mejoramiento de los procesos de la empresa**. Editorial Mc. Graw Hill Interamericana, S.A. México.
- Hurtado, J (2008). **Metodología de la Investigación**. Editorial Quirón, Sypal. Cuarta Edición. Caracas.
- Ibáñez, C. (2015). **“Diseño de Propuestas de Mejora para el área de Producción en la Empresa Puerto de Humos S.A”** para optar por el título de Ingeniero Civil Industrial, en la Universidad Austral de Chile, en Chile
- Kabboul F. (1994). **Curso reingeniería en las empresas de servicio**. Venezuela: IESA.
- Lavalle, K.; Perez, M. (2014), en su trabajo de grado titulado **“Mejoras de la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Carto Centro, C.A. empleando Herramientas Básicas de Calidad”**, para

optar por el título de Especialistas en Gerencia de Calidad y Control Estadístico de Procesos, en la Universidad Central de Venezuela, Maracay Edo. Aragua. Venezuela

Ortiz, E. (2012). Diagrama de Pareto”. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/PonchoGarcia1/diagrama-de-pareto-3-1-12578093>

Pabón, L. (2015). Kaizen. [En Línea] Disponible en : <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/731/Propuesta%20de%20un%20modelo%20de%20mejora%20para%20el%20proceso%20de%20linea%20de%20envase%20C%20empaques%20y%20embalaje%20de%20la%20planta%20de%20productos%20veterinarios%20y%20agroqu%C3%ADmicos%20de%20laboratorios%20Chalver.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Parella, S; Martins F (2010). Metodología de la investigación cuantitativa. 2da Edición. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, 2006

Planeación y Programas (2009). Matriz FODA [En línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/planeacionyprogramas/analisis-foda>

Rincon, D.; Arnal, J.; Latorre, A. y Sans, A. (1995). Técnica de Investigación en Ciencias Sociales. Madrid: Dikyson.

Vega, N. (2016). Ciclo PHVA. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1708/1/TGT-391.pdf>

Felsinger, E. (2002). **Productividad: un estudio de caso en un departamento de siniestros.** Universidad del CEMA, Buenos Aires, Argentina.

Acosta, K, (2011). Lean Manufacturing. [En Línea]. Disponible en: <https://www.eoi.es/blogs/katherinecarolinaacosta/2011/12/18/lean-manufacturing/>

Casadiago, A. (2009). Mejoramiento continuo. [En Línea]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/definiciones-del-mejoramiento-continuo/>