



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL  
TESIS**

**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES  
PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN  
DE LA EMPRESA RUEDAMAX E.I.R.L. –  
CHICLAYO 2020  
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autores:**

**Bach. Cubas Herrera, Jessyca Krystel  
ORCID: 0000-0003-2246-2399**

**Bach. Tarrillo Castro, Karen Marianella  
ORCID: 0000-0001-5115-2117**

**Asesor:**

**Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto  
ORCID: 0000-0003-4573-3868**

**Línea de Investigación:**

**Gestión de Operaciones y Logística**

**Pimentel – Perú**

**2020**

## **Dedicatoria**

A nuestros Padres por su constante motivación durante toda la etapa universitaria, por darnos seguridad y por sus enseñanzas que me han servido a lo largo de este proceso

A nuestro asesores el Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto, quien fue los el que nos guio y compartió sus conocimientos para realizar la investigación presente.

Al Sr. Julio Luzón, gerente general a empresa “RUEDAMAX E.I.R.L” por brindarnos la facilidad al acceso a esta, y por el apoyo incondicional.

## **Agradecimiento**

A Dios.

Por permitirnos llegar hasta este momento de nuestra vida y darnos siempre las fuerzas necesarias para salir adelante ante cada obstáculo.

A nuestros Padres.

Por todo su amor, sus consejos, por apoyarnos siempre en los momentos más difíciles.

**APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES  
PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN  
DE LA EMPRESA RUEDAMAX E.I.R.L.**

**APPLICATION OF THE THEORY OF  
RESTRICTIONS TO REDUCE THE PRODUCCION  
COSTS OF THE COMPANY RUEDAMAX E.I.R.L**

Cubas Herrera, Jessyca Krystel<sup>1</sup>  
Tarrillo Castro, Karen Marianella<sup>2</sup>

## RESUMEN

RUEDAMAX E.I.R.L. empresa en la cual se desarrolló esta investigación de tesis, se ubica en Chiclayo - Lambayeque, dedicada a brindar el servicio de reencauche de neumáticos de transporte pesado.

La presente investigación tuvo como objetivo: Aplicar la teoría de restricciones para reducir costos de producción de la empresa RUEDAMAX. Para analizar la situación de la empresa, se aplicó una metodología de tipo aplicada, descriptiva y cuantitativa, con un diseño experimental y cuya población estuvo conformada por las áreas administrativas, de producción y comercialización, la muestra determinada fueron los procesos y recursos que son utilizados en la producción de neumáticos de la empresa.

Mediante el análisis de la propuesta se identificó que al aumentar la producción diaria de 30 llantas, y se incrementó su utilidad en 60,8%, por otro lado se propuso realizar capacitaciones al personal de planta para reducir problemas relacionadas a la calidad y con el objetivo de que se adapten a cualquier cambio que sea necesario generando una reducción de costos de 388,54 a 329,98 soles por unidad es decir un 17,7%, eliminándose también los costos de subcontratación.

Los resultados obtenidos en esta investigación corroboran con los resultados de investigaciones utilizadas, ya que la aplicación de teorías de restricciones ayudó a identificar las restricciones que afectaban a la empresa; utilizando herramientas que lograron reducir costos de producción.

**Palabras clave:** Teoría de restricciones, producción, costos, inventario, reencauche, neumático.

## ABSTRACT

RUEDAMAX E.I.R.L. The company in which this thesis research was developed is located in Chiclayo - Lambayeque, dedicated to providing the retreading service for heavy transport tires.

The present investigation had as objective: To apply the theory of restrictions to reduce production costs of the company RUEDAMAX. To analyze the situation of the company, an applied, descriptive and quantitative methodology was applied, with an experimental design and whose population was made up of the administrative, production and marketing areas, the sample determined were the processes and resources that are used in the company's tire production.

Through the analysis of the proposal, it was identified that by increasing the daily production of 30 tires, and their utility increased by 60.8%, on the other hand, it was proposed to carry out training for plant personnel to reduce problems related to quality and with the The objective is that they adapt to any change that is necessary, generating a cost reduction from 388.54 to 329.98 soles per unit, that is, 17.7%, also eliminating subcontracting costs.

The results obtained in this investigation corroborate with the results of investigations used, since the application of theories of restrictions helped to identify the restrictions that affected the company; using tools that managed to reduce production costs.

**Keywords:** Theory of restrictions, production, costs, inventory, retreading, tire.

# ÍNDICE

## Contenido

I.	INTRODUCCIÓN .....	9
1.1.	Realidad Problemática.....	9
1.2.	Trabajos previos.....	12
1.3.	Teorías relacionadas al tema. ....	16
1.3.1.	Costos de producción. ....	16
1.3.2.	Teoría de restricciones. ....	18
1.3.2.1.	Pasos de la teoría de restricciones. ....	19
1.3.2.2.	Mediciones de desempeño. ....	19
1.3.2.3.	Principios fundamentales de la teoría de las restricciones. ....	19
1.3.2.4.	Análisis del cuello de botella y la teoría de las restricciones. ....	20
1.3.2.5.	Administración de las restricciones en la organización. ....	21
1.4.	Formulación del problema. ....	23
1.5.	Justificación e importancia del estudio. ....	23
1.6.	Hipótesis .....	24
1.7.	Objetivos.....	24
1.7.1.	Objetivo General.....	24
1.7.2.	Objetivos Específicos .....	24
II.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	25
2.1	Tipo y Diseño de Investigación.....	25
2.2	Población y muestra. ....	26
2.3	Variables y Operacionalización. ....	26
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validación y confiabilidad. ....	29
2.5	Procedimiento y análisis de datos.....	30
2.6	Criterios éticos. ....	31
2.7	Criterios de rigor científico. ....	31
III.	RESULTADOS .....	32
3.1	Diagnóstico de la empresa .....	32
3.1.1	Descripción del proceso de reencauche .....	33
3.1.2	Análisis de la problemática.....	47

3.1.3	Herramientas de diagnóstico.....	54
3.1.4	Situación actual de los costos de producción.....	58
3.2	Propuesta de la investigación.....	75
3.2.1	Fundamentación .....	75
3.2.2	Objetivos de la propuesta.....	75
3.2.3	Desarrollo de la propuesta .....	75
3.2.4	Análisis beneficio costo de la propuesta. ....	101
3.3	Discusión de resultados .....	104
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	105
4.1	Conclusiones .....	105
4.2	Recomendaciones.....	106
V.	REFERENCIAS. ....	107
	ANEXOS.....	110



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización variable independiente</i> .....	27
Tabla 2 <i>Operacionalización variable dependiente</i> .....	28
Tabla 3 <i>Validez por expertos de la encuesta</i> .....	29
Tabla 4 <i>Validez por expertos de la entrevista</i> .....	30
Tabla 5 <i>Confiabilidad por alfa de Cronbach</i> .....	30
Tabla 6 <i>Descripción del proceso</i> .....	33
Tabla 7 <i>Máquina Raspadora</i> .....	38
Tabla 8 <i>Máquina rodilladora</i> .....	38
Tabla 9 <i>Autoclave Industrial</i> .....	39
Tabla 10 <i>Extrusora</i> .....	39
Tabla 11 <i>Motor Flexible/Mini taladro</i> .....	40
Tabla 12 <i>Moladora</i> .....	40
Tabla 13 <i>Retificadora</i> .....	41
Tabla 14 <i>Taladro</i> .....	41
Tabla 15 <i>Neumáticos RUEDAMAX E.I.R.L</i> .....	47
Tabla 16 <i>La falta o la poca disponibilidad de recursos están afectando a la eficiencia del proceso de rencauche de llantas</i> .....	49
Tabla 17 <i>El uso de materiales por producto es eficiente</i> .....	50
Tabla 18 <i>El actual proceso de rencauche de llantas es ineficiente</i> .....	50
Tabla 19 <i>El actual proceso de rencauche se realiza de manera desordenada sin una planificación</i> .....	51
Tabla 20 <i>Que podría estar afectando a la eficiencia en el proceso de rencauche de llantas</i> .....	51
Tabla 21 <i>Tienen un control en el proceso de producción</i> .....	52
Tabla 22 <i>Se presentan paradas en el proceso de producción</i> .....	52
Tabla 23 <i>Utilizan toda la capacidad de sus máquinas y equipos</i> .....	52
Tabla 24 <i>Cuentan con un programa de mantenimiento</i> .....	53
Tabla 25 <i>Las actividades asignadas están bien distribuidas</i> .....	53
Tabla 26 <i>Causas de los altos costos de producción</i> .....	54

Tabla 27 <i>Grado de instrucción y calificación del personal operario de la empresa</i> .....	55
Tabla 28 <i>Paros no programados de maquinaria en la empresa</i> .....	55
Tabla 29 <i>Merms en la empresa</i> .....	56
Tabla 30 <i>Materiales faltantes para el desarrollo de las actividades</i> .....	56
Tabla 31 <i>Pedidos no atendidos en la empresa</i> .....	57
Tabla 32 <i>Planilla en soles (S/)</i> .....	59
Tabla 33 <i>Resumen de costos de planilla</i> .....	59
Tabla 34 <i>Maquinaria, equipos y herramientas</i> .....	60
Tabla 35 <i>Clasificación de costos</i> .....	64
Tabla 36 <i>Costo de producción</i> .....	65
Tabla 37 <i>Indicadores de producción y ventas</i> .....	66
Tabla 38 <i>Costos variables y costos fijos</i> .....	66
Tabla 39 <i>Indicadores de Throughput</i> .....	67
Tabla 40 <i>Costo total y costo unitario</i> .....	67
Tabla 41 <i>Cuadro resumen</i> .....	68
Tabla 42 <i>Sistema de producción actual</i> .....	73
Tabla 43 <i>Restricción por capacidad</i> .....	76
Tabla 44 <i>Tiempos mejorados después de la redistribución</i> .....	81
Tabla 45 <i>Demanda actual y capacidad diaria</i> .....	83
Tabla 46 <i>Errores de pronostico</i> .....	83
Tabla 47 <i>Selección de método de pronostico</i> .....	83
Tabla 48 <i>Proyección de la demanda y capacidad diaria propuesta</i> .....	84
Tabla 49 <i>Número de operarios necesarios</i> .....	85
Tabla 50 <i>Tiempos unitarios propuestos</i> .....	86
Tabla 51 <i>Comparación de alternativas</i> .....	88
Tabla 52 <i>Cuadro de capacitaciones</i> .....	93
Tabla 53 <i>Cuadro de producción con incremento de la producción.</i> .....	94
Tabla 54 <i>Estimación de costos para setiembre, octubre, noviembre</i> .....	96
Tabla 55 <i>Costo de producción para setiembre, octubre y noviembre</i> .....	97
Tabla 56 <i>Indicadores de producción y ventas para setiembre octubre y noviembre</i> .....	98
Tabla 57 <i>Costos variables y costos fijos para setiembre, octubre y noviembre</i> .....	98
Tabla 58 <i>Indicadores de Throughput para para setiembre, octubre y noviembre</i> .....	99

Tabla 59 <i>Costo total y costo unitario para para setiembre, octubre y noviembre</i> .....	99
Tabla 60 <i>Comparación de indicadores</i> .....	99
Tabla 61 <i>Cronograma de implementación de la propuesta de mejora</i> .....	100
Tabla 62 <i>Cuadro de capacitación a personal de planta y ventas.</i> .....	101
Tabla 63 <i>Costo de redistribución</i> .....	101
Tabla 64 <i>Cuadro estructura de costos con propuesta.</i> .....	102
Tabla 65 <i>Cuadro resumen de costo.</i> .....	102
Tabla 66 <i>Cuadro resumen de beneficio.</i> .....	102
Tabla 67 <i>Cuadro relación de costo - beneficio.</i> .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Elementos básicos de producción .....	21
<i>Figura 2:</i> Administración de restricciones .....	22
<i>Figura 3:</i> Estructura organizacional .....	33
<i>Figura 4:</i> Máquina raspadora .....	38
<i>Figura 5:</i> Máquina rodilladora .....	38
<i>Figura 6:</i> Autoclave industrial.....	39
<i>Figura 7:</i> Extrusora .....	39
<i>Figura 8:</i> Motor flexible .....	40
<i>Figura 9:</i> Moladora .....	41
<i>Figura 10:</i> Rectificadora.....	41
<i>Figura 11:</i> Taladro .....	42
<i>Figura 12:</i> Reglas para el raspado .....	42
<i>Figura 13:</i> Lezna .....	43
<i>Figura 14:</i> Martillo manual .....	43
<i>Figura 15:</i> Brocha.....	43
<i>Figura 16:</i> Flexómetro.....	44
<i>Figura 17:</i> Chuchilla .....	44
<i>Figura 18:</i> Manguera de extrusión de aire.....	44
<i>Figura 19:</i> Diagrama de operaciones de proceso .....	45
<i>Figura 20:</i> Diagrama de análisis de proceso.....	46
<i>Figura 21:</i> Pareto de los productos.....	48
<i>Figura 22:</i> Diagrama de Ishikawa .....	54
<i>Figura 23:</i> Clasificación de costos mes de junio .....	61
<i>Figura 24:</i> Clasificación de costos mes de julio .....	62
<i>Figura 25:</i> Clasificación de costos mes de agosto.....	63
<i>Figura 26:</i> Costo de producción. ....	65
<i>Figura 27:</i> Ventas totales.....	66
<i>Figura 28:</i> Costo total de producción .....	68
<i>Figura 29:</i> Utilidad. ....	68

<b>Figura 30:</b> Componentes del costo de producción .....	69
<b>Figura 31:</b> Costo total de producción .....	69
<b>Figura 32:</b> Estudio de tiempos – ciclos observados .....	70
<b>Figura 33:</b> Estudio de tiempos – tiempo estándar .....	71
<b>Figura 34:</b> Diagrama de recorrido. ....	72
<b>Figura 35:</b> Diagrama de recorrido. ....	77
<b>Figura 36:</b> Diagrama de relaciones.....	78
<b>Figura 37:</b> Diagrama de relaciones de espacios. ....	78
<b>Figura 38:</b> Distribución final .....	79
<b>Figura 39:</b> Toma de tiempos después de la distribución .....	80
<b>Figura 40,</b> Diagrama OT – Producción actual – 20 neumáticos.....	82
<b>Figura 41,</b> Diagrama OT – Producción propuesta – 30 neumáticos.....	87
<b>Figura 42.</b> Plan de negocio propuesto .....	95
<b>Figura 43:</b> Costo de producción para setiembre, octubre y noviembre.....	97
<b>Figura 44:</b> Ventas totales para setiembre, Octubre y noviembre .....	98
<b>Figura 45:</b> Entrevista. ....	110
<b>Figura 46:</b> Entrevista .....	111
<b>Figura 47:</b> Encuesta. ....	112
<b>Figura 48:</b> Encuesta.....	113
<b>Figura 49:</b> Encuesta.....	114
<b>Figura 50:</b> Guía de observación .....	115
<b>Figura 51:</b> Validación de los instrumentos.....	116
<b>Figura 52:</b> Validación de los instrumentos.....	117
<b>Figura 53:</b> Validación de los instrumentos.....	118
<b>Figura 54:</b> Validación de los instrumentos.....	119
<b>Figura 55:</b> Validación de los instrumentos.....	120
<b>Figura 56:</b> Validación de los instrumentos .....	121
<b>Figura 57:</b> Cuadro de incidencias.....	122
<b>Figura 58:</b> Estudio de tiempos de inspección inicial.....	123
<b>Figura 59:</b> Estudio de tiempos de raspado. ....	123
<b>Figura 60:</b> Estudio de tiempos de escareado. ....	124
<b>Figura 61:</b> Estudio de tiempos de cementado. ....	124

<i>Figura 62:</i> Estudio de tiempos de relleno. ....	125
<i>Figura 63:</i> Estudio de tiempos de corte de bandas. ....	125
<i>Figura 64:</i> Estudio de tiempos de embandado. ....	125
<i>Figura 65:</i> Estudio de tiempos de aplicación de parche. ....	126
<i>Figura 66:</i> Estudio de tiempos de armado. ....	126
<i>Figura 67:</i> Estudio de tiempos de carga para el proceso de vulcanizado ....	126
<i>Figura 68:</i> Estudio de tiempos de vulcanizado.....	127
<i>Figura 69:</i> Estudio de tiempos de descarga del proceso de vulcanizado. ....	127
<i>Figura 70:</i> Estudio de tiempos de pintado. ....	127
<i>Figura 71:</i> Estudio de tiempos de inspección final. ....	127

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Hoy en día la reducción de costos operativos es de suma importancia para las organizaciones, en una investigación realizada por Santana (2013) en la ciudad de San Pedro de Macosis, Republica Dominicana, comenta que en la empresa existen múltiples errores en la base de datos del sistema de inventario, altos costos, demoras en el proceso de pedidos y adquisición de bienes de lenta rotación. Debido a esta situación no se realizan compras inteligentes, hay menos posibilidades de adquirir mercancía que satisfagan las necesidades y las demandas de los clientes, reduciendo esto considerablemente las ventas y, además ocasionando la paralización del capital de trabajo debido al exceso de mercancías innecesaria y rotación lenta del inventario.

“El manejo inadecuado de los inventarios, al igual que la adquisición de productos en el momento y cantidad inadecuada, contribuye al aumento de costos y disminución de beneficios”. (Santana, 2013, p. 2. ). Los inventarios pueden ser originados por los cuellos de botella en el área de producción; ya que este es una limitación que no permite que el proceso avance, debido a esto se generan inventarios de elementos en espera del proceso a realizar.

En una investigación realizada por Borrero y Ramírez (2016), analizaron que el control de costos es de vital importancia en una empresa, ya que genera fortalezas que ayuda a aumentar la competitividad, a conocer y mejorar un proceso. En la empresa donde se realizó dicha investigación se determinó que no existía ningún tipo de herramienta que permita el registro y análisis de los costos que intervienen en el proceso; lo que generaba sobrecostos, pérdidas e incertidumbre al momento de tomar decisiones, para esto los autores indican que para el tipo de proceso que realiza la empresa es recomendable aplicar un sistema de costeo por órdenes de producción; este tipo es utilizado por empresas donde su producto o servicio son unidades individuales.

La reducción de costos es un tema importante para las empresas ya que con ello se alcanza la competitividad, sin embargo en el afán de optimizar los costos, sacrifican la calidad del producto y esto genera sobrecostos; es importante saber estrategias y alternativas para minimizar costos; así mismo saber aplicar estas estrategias dentro de las 5 áreas que abarca la minimización de costos: En el área de administración está orientado a la programación lineal donde determinan soluciones a los posibles problemas, producción es un área donde el objetivo es producir cantidades optimas de máxima calidad y eliminar desperdicios, finanzas busca maximizar sus ventas y mantener un crecimiento sostenido de utilidades, economía donde se fija un nivel de producción que combinen el uso eficiente de recursos, contabilidad se marcan distintos modelos de costeo; el objetivo principal de estas área es reducir costos y aumentar sus utilidades.(Rojas, Valencia y Cuartas,2017).

Cementos Pacasmayo en el año 2014 empezaron a disminuir sus ventas en 4.3%, viéndose así obligados a reducir costos. Una de sus alternativas fue motivar para que dicha empresa sea más eficiente, así mismo se vieron forzados a reducir gastos de personal, pero principalmente hicieron ajustes en los costos de producción; estos ajustes contribuyeron para que la empresa compense la caída y así incrementaron sus utilidades en 25.1%. (Vargas, 2015).

El Perú actualmente tiene limitaciones para formular y aplicar un sistema de costos; este problema se da por la existencia de hábitos enraizados de no aplicar a plenitud principios como: planeación, organización y control de costos. Este problema radica en que el 65 % de empresas es informales por lo que cambiar la mentalidad de los dueños es un reto; una de las razones que prevalece es el alto costo de la formalidad; cabe señalar que los beneficios de aplicar un sistema de costos se percibirán con el tiempo. (Gavelán,2014)

Hoy en día las organizaciones toman a mucha importancia la reducción de costos, ya que en Perú tiempo atrás sucedió una crisis por el fenómeno del niño por ello se vieron obligados a reducir costos por la razón que su pronóstico de crecimiento cambio, es decir que no obtuvieron la demanda prevista. Estas organizaciones tuvieron como solución reducir el personal, fue una decisión precipitada ya que no contaban con el conocimiento necesario para enfrentar estas situaciones, sin embargo, otras decidieron reducir gastos de marketing



o capacitación, cabe señalar que toda organización debe buscar reducir costos en todo momento sin arriesgar la calidad del producto o tomar acciones irreflexivas de despedir personal. (Mariluz, 2017).

Solís (2016) afirma, que actualmente en empresas industriales es de suma importancia utilizar un método para controlar los costos sobretodo en el proceso ya que en esta área se verificará la buena utilización de la materia prima, la competitividad de los trabajadores, y gracias a ello se puede hacer una mejora continua para asegurar el crecimiento de la organización es por ello que opina:

Es importante que las empresas cuenten con un sistema de costeo que le permita el control de sus recursos en forma acertada e inmediata para tomar decisiones oportunas; puesto que hoy en día es necesario que las empresas sean capaces de cuantificar sus costos al utilizar los recursos racionalmente, ya que el control de los costos es de vital importancia. (p. 13)

La Empresa RUEDMAX E.I.R.L., en la que se realizó esta investigación es una empresa de la localidad, que busca incursionar desde el año 2009 en el mercado del reencauche. La empresa se implementó por inquietud de su gerente y dueño el señor Julio Cesar Luzon Rivera, sin precisar muchos aspectos técnicos que luego de casi 9 años, le están generando problemas.

Entre los problemas que se han podido detectar, son las paradas de máquina debido a fallas de estas. Hay pedidos que no son atendidos por una mala planeación de la producción. Se ha detectado que hay retrabajos y rechazos de los productos por problemas de la mano de obra, debido al personal no capacitado. El proceso productivo aún no está estandarizado, ocasionando mermas innecesarias y devoluciones asociados con la calidad del producto. Además, los clientes no recogen sus neumáticos en el tiempo previsto. Todos estos problemas están impactando directamente en los costos de fabricación y los márgenes de ganancia se están viendo afectados.

## 1.2. Trabajos previos.

En la investigación de Almeida (2015) “Aplicación de la Teorías de las Restricciones a una Empresa de Caucho” (tesis de pregrado). Universidad Central de Ecuador, Ecuador. Se analizó el proceso de producción actual y elaboró un diagrama de flujo del proceso, que sirvió de base para determinar los tiempos y capacidad de masa a procesarse en función de los equipos disponibles. Comparó los indicadores operativos globales y estratégicos calculados, con los indicadores obtenidos por simulación aplicando el sistema tambor-amortiguador- cuerda simplificado (DBR-S) habiendo considerado al de prensado como la restricción del sistema. A continuación, aplicaron los pasos de la teoría de restricciones, y se incrementó la utilidad neta en casi el 35%, mientras que el inventario se redujo a cerca del 40%, manteniéndose constantes los gastos operativos.

Barreto y Guerrero (2013) realizaron una investigación titulada “Teoría de restricciones aplicada a la cadena de suministros en un operador logístico de productos farmacéuticos” (tesis de posgrado). Universidad Nuestra Señora del Rosario. Bogotá – Colombia. En el desarrollo de la investigación se identificaron las principales restricciones existentes en la empresa; la falta de rotación de los productos, falta de control de fechas de vencimiento y compras innecesarias, representando un 65.5% de los costos totales. Con la aplicación de la teoría de restricciones se obtuvieron resultados favorables aumentando la velocidad del flujo de operación de la cadena de suministro.

Penagos, Acuña & Galvis (2012), en su tesis. “Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios” (tesis de pregrado). Universidad Libre de Barranquilla. Colombia, presentaron los conceptos que sostienen la teoría de las restricciones y las ventajas que estas ofrecen a los gerentes al direccionar sus acciones en decisiones sobre los aspectos más críticos que influyen en la eficacia de la empresa. La investigación se centra en contrastar como focalizar la empresa en la optimización, sea a través de los costos, o generando una mayor corriente de ingresos.

En el estudio realizado por Gálvez (2017) “Propuesta de implementación de la teoría de restricciones en el diseño de la cadena de suministro en almacenes para reducir los costos

en una empresa de alimentos balanceados para mercado acuícola” (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, La Libertad, Perú. Se determinó que los costos de almacenamiento de la compañía eran muy elevados y que estaban generando pérdidas por 2.068.980,872 USD, de acuerdo a los reportes del año 2016. Frente a este problema de gran impacto económico se desarrollaron un planteamiento integral a la cadena de suministro, estableciéndose mejoras en los procesos de la gestión de la cadena misma, con el fin de poder beneficiar a la empresa y a sus clientes. Se emplearon herramientas para la gestión de Inventarios, la gestión de proveedores, la gestión de almacenes; basados en la Teoría de la Restricciones. Finalmente se evaluaron las soluciones propuestas y se determinó que impactan en la empresa favorablemente, pues en la evaluación económica mostró un VAN de \$2.741.955 y un TIR de 415%, con un Costo/Beneficio de \$ 27,42.

León (2013), en su investigación “Propuesta de implementación de la teoría de restricciones para incrementar la eficiencia del sistema logístico del área de procura e importaciones de la Empresa GYM S.A.” (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú. Se analizó el sistema y se concluyó que era necesario desarrollar un modelo de solución sustentado en relaciones causales e identificando los elementos perturbadores para considerarlos en el proceso de mejora continua. Aplicaron de la teoría de restricciones, logrando mejorar la eficiencia del sistema logístico al incrementarlo de 21,84% a 60,0%. También mejoraron el nivel de cumplimiento de las órdenes de compra de 21,84% a 60%. La evaluación de la propuesta demostró un resultado favorable con un TIR de 98,5%, un VAN de 846.159,33 nuevos soles, y un beneficio/costo de 1,59 soles.

Batallanos (2016) en su tesis “Aplicación de la teoría de Restricciones para el diagnóstico y mejora del proceso de producción de una empresa que se dedica a la fabricación de artículos de madera.”(Tesis pregrado). Desarrollada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Tuvo como objetivo aplicar la teoría de restricciones como una herramienta metodológica para mejorar el proceso de producción y así obtener mayores ingresos; a partir de ello se logró poner mejoras en el proceso productivo atacando las restricciones, además se demostró que la eficiencia económica obtenida del 129% en la empresa tiene un margen de ganancia del 29% de lo invertido. Es decir que si se invierte como 100, la empresa logra recuperar lo invertido y obtiene una ganancia de como 29.

La investigación realizada por Hernández (2015) “Propuesta de mejora de la Producción para la Empresa Tubos y Postes Chiclayo S.R.L. aplicando la Teoría de Restricciones” (tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Lambayeque, Perú. En la investigación después de identificar las actividades restricciones del sistema, aplicó la teoría de restricciones estandarizando los materiales, mejorando el ritmo de productividad de los trabajadores y logró la reducción de los costos de producción; producto de lo anterior. La propuesta logró aumentar la producción de los postes de baja en 28 postes/día y media tensión en 15 postes/día. Del mismo modo mejoró la productividad de la mano de obra en 81,8 Kg/operario, impactando directamente en los beneficios de la empresa en 42 360,59 soles en el primer año.

Díaz y Santa Cruz (2017) en el estudio titulado “Diseño de un plan de mejora basado en la teoría de restricciones para aumentar la productividad en el área de producción de la Embotelladora WARA” (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Lambayeque, Perú. Realizó la recolección de información mediante la aplicación de los instrumentos correspondientes. Con la propuesta mediante el análisis de los indicadores de productividad global incrementan de 0.2096 botellas/sol a 0.2211 botellas/sol, teniendo una variación porcentual de 5.49%. Una de las recomendaciones que se le hace a la empresa es aplicar constantemente la Teoría de restricciones en el área de producción, así como también en las distintas áreas de la empresa de tal manera que se logre identificar nuevas restricciones que limitan lograr la rentabilidad esperada por la empresa.

Palomino y Roque (2017) en su investigación “Plan de mejora para aumentar la eficiencia del proceso productivo de la empresa PREFACON S.R.L. aplicando enfoque de procesos y teoría de restricciones”. Lograron elaborar un plan de mejora del proceso productivo de la empresa PREFACON S.R.L mejorando los factores críticos del proceso productivo los cuales fueron maquinaria, mano de obra y distribución; obteniendo así un VAN de 816, 724.32. Una de las teorías utilizadas para mejorar esto fue la teoría de restricciones.

Huang, Cheng, Chiu y Chen (2013) en su investigación “The application of the theory of constraints and activity-based costing to business excellence: the case of automotive electronics manufacture firms” un artículo de la Universidad de Taiwán, nos contextualiza sobre la fabricación de automóviles de alta calidad y para el desarrollo de la investigación planteo como objetivos, primero, centrar los recursos limitados en el problema principal relacionado al cuello de botella para así resolver la inconsistencia entre las diferentes áreas, segundo, determinar los indicadores de rendimiento en los procesos operativos, tercero, unificar la planificación de la producción de acuerdo a las especificaciones y productos para analizar los costos de fabricación, y por último, priorizar las operaciones del cuello de botella en relación al tiempo de entrega. Concluyendo que en la mejora de procesos, centrarse en el cuello de botella ayuda a mejorar las ganancias y a reducir los costos.

Al-Zu’bi (2014) en su investigación denominada “ Activity-Based Costing vs. Theory of Constraints: An Empirical Study into Their Effect on the Cost Performances of NPD Initiatives” un artículo de la Universidad de Jordania, realiza un estudio comparativo entre el costeo ABC y el uso de TOC para evidenciar empíricamente cual es el sistema que permite reducir los costos, y mejorar el costo de desarrollo de nuevos productos para así mejorar la rentabilidad, se utilizó una muestra de 204 empresas europeas, y concluyo que ambas metodologías no tienen variación estadística significativa, sobre su repercusión en estos costos, además se determinaron diversos factores que pueden influir en los costos de producción.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema.**

#### **1.3.1. Costos de producción.**

Para Berrío y Castrillón (2010), los costos producción son aquellos que interviene en la transformación de un producto y se clasifican en materia prima, o material directo, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.

“Los costos de producción son aquellos que están integrados por tres elementos: materia prima, salarios directos y cargos indirectos de producción; aplicables a empresas industriales de transformación”. (Flores, 2007, p. 18).

##### **a) Materiales directos.**

Son aquellos materiales que se pueden reconocer, cuantificar y controlar fácilmente, lo que representa un costo importante de un determinado producto. (Rivero, 2015).

Materiales de principal importancia en la elaboración de un producto o servicio. (Alvarado, 2016).

##### **b) Mano de obra directa.**

La mano de obra directa involucra a todos los trabajadores relacionados físicamente con la producción de bienes o servicios. Por lo regular costos involucrados son: salarios, prestaciones y obligaciones. (García, 1996).

Según Rivero (2013) afirma que “la mano de obra directa es indispensable para la producción del bien o prestación del servicio, pues participa de manera primaria en su realización”.es decir que lo que conforma los costos de mano de obra directa esta relacionados con los colaboradores que incurren de forma manual en la elaboración del bien o servicio.

### **c) Costos indirectos de fabricación.**

Costos indirectos de fabricación. Son aquellos costos que debe cubrir una fábrica para dar lugar a la producción. (Alvarado, 2016).

Para Rivero (2015), los costos indirectos de fabricación (CIF) son aquellos que no tienen que ser prorrateados a varios productos o servicios. Son plenamente identificables con el producto terminado y que, además, son difíciles de rastrear; estos se clasifican en tres sub-elementos:

- Material indirecto: Son materiales que resulta difícil de cuantificar, pero son indispensables para su fabricación.
- Mano de obra indirecta: Comprende remuneraciones a los trabajadores que no incurren directamente con el bien, por ejemplo: los supervisores, control de calidad y además no es fácil de determinar cuánto le corresponde a cada producto.
- Otros CIF: Comprende servicios o bienes que no han sido incluidos anteriormente; por ejemplo: deprecación, alquiler, mantenimiento de fábrica.

### **Modelo de Costo de producción.**

Para Calleja (2013), las empresas dependiendo de su complejidad y de su proceso productivo, deben determinar el modelo o versión del estado de costos de producción se va a emplear.

Versión A: Está restringida para las empresas que adquieren y consumen cada periodo solo la materia prima que necesitan para su producción; además, toda la producción que inicia la termina en el mismo periodo.

Versión B: Corresponde a las empresas que adquieren materia prima, pero que no la consume por completo en el mismo periodo; debido a ello tiene que controlar dicha materia prima dentro del inventario analítico, es decir, haciendo un recuento al principio, sumando las compras y haciendo el recuento al final, el cual se resta. Toda la producción que inicia la empresa la termina en el mismo periodo.

Versión C-1: Se refiere a las empresas que compran materia prima pero no la consumen en su totalidad en el mismo periodo y, además, no termina toda la producción que termina en el periodo, por lo cual tiene que hacer recuentos de la producción en proceso, al principio y al final de dicho periodo.

### **1.3.2. Teoría de restricciones.**

Según Render y Heizer (2014), la teoría de restricciones (TOC), se hizo conocido por el libro *La meta: un proceso de mejora continua*, por Goldratt y Cox. La teoría de restricciones es un conjunto de conocimientos que trata de todo lo que limita o restringe una capacidad de una organización para alcanzar sus metas.

Para Chase, Jacobs & Aquilano (2009), la teoría de restricciones centra su atención en las operaciones que restringen un proceso clave o en el componente más débil que limita el desempeño del sistema. Continúan diciendo que, si se administran bien estos elementos, es probable que se alcance un mejor desempeño general del sistema.

La teoría de restricciones es un proceso que facilita el análisis y ayuda en la búsqueda de soluciones para las restricciones o problemas que se presentan en una empresa. (Barragán, 2009).

#### **¿Qué es una restricción?**

Según Manotas, Manyoma & Rivera. (2006) indican que una restricción es una limitación de un sistema; definen tres tipos principales de restricciones:

- Restricciones físicas. Se da cuando la limitación está dada por un factor tangible; estos pueden ser máquina, materiales y proveedores.
- Restricciones de mercado. Cuando la limitación es ocasionada por factores externos (demanda)
- Restricciones de políticas. Ocurre cuando la organización adquiere políticas que no contribuyen a desarrollo eficiente de la producción.



### **1.3.2.1. Pasos de la teoría de restricciones.**

Para aplicar la teoría de restricciones Render y Heizer (2014), indican que se debe reconocer y manejar las limitaciones a través de los siguientes cinco pasos:

- a. Identificar las restricciones
- b. Desarrollar un plan para superar las restricciones identificadas
- c. Enfocar los recursos en el cumplimiento del paso b.
- d. Reducir los efectos de las restricciones mediante la descarga de trabajo o por medio de la expansión de la capacidad
- e. Cuando se supera una serie de limitaciones, se debe volver al paso a, para identificar una nueva restricción.

### **1.3.2.2. Mediciones de desempeño.**

Según Chase, Jacobs & Aquilano (2009), los desempeños se deben medir desde una visión financiera y otra desde las operaciones.

#### a. Mediciones Financieras

Miden la capacidad de la empresa para gana dinero

- Utilidades Netas
- Rendimiento sobre la inversión
- Liquidez

#### b. Mediciones Operativas

Miden la capacidad de uso de los recursos de los procesos de producción.

- Producción
- Inventario
- Gastos operativos

### **1.3.2.3. Principios fundamentales de la teoría de las restricciones.**

De acuerdo con Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008), la aplicación de la teoría de restricciones, debe considerar los principios siguientes:

- a. La atención debe centrarse en equilibrar el flujo y no en equilibrar la capacidad.
- b. La maximización de la producción y la eficiencia de cada recurso no maximiza la producción de todo el sistema.
- c. Una hora perdida en un cuello de botella o un recurso restringido es una hora perdida para todo el sistema. En contraste, una hora ahorrada en un recurso que no constituye un cuello de botella en un espejismo, porque no contribuye a que todo el sistema sea más productivo.
- d. Se necesita inventario sólo al frente de los cuellos de botella para impedir que queden ociosos, y frente a los puntos de ensamblaje y envío para proteger los programas de los clientes. Debe evitarse generar inventarios en cualquier otra parte.
- e. El trabajo, trátese de materiales, información que se procesará, documentos o clientes, debe introducirse en el sistema sólo con la frecuencia que los cuellos de botella lo necesiten. Los flujos del cuello de botella deben ser iguales a la demanda del mercado. Ajustar todo de acuerdo con el recurso más lento minimiza el inventario y los gastos de operación.
- f. Activar un recurso que no constituye un cuello de botella (usarlo para mejorar la eficiencia que no incrementa la producción) no es lo mismo que utilizar el recurso cuello de botella (que sí conduce a una mejor producción). La activación de los recursos que no constituyen cuellos de botella no puede incrementar la producción ni promover un mejor desempeño de las mediciones financieras.
- g. Toda inversión de capital debe considerarse desde la perspectiva de su impacto global en la producción (P), inventario (I) y gastos de operación (GO).

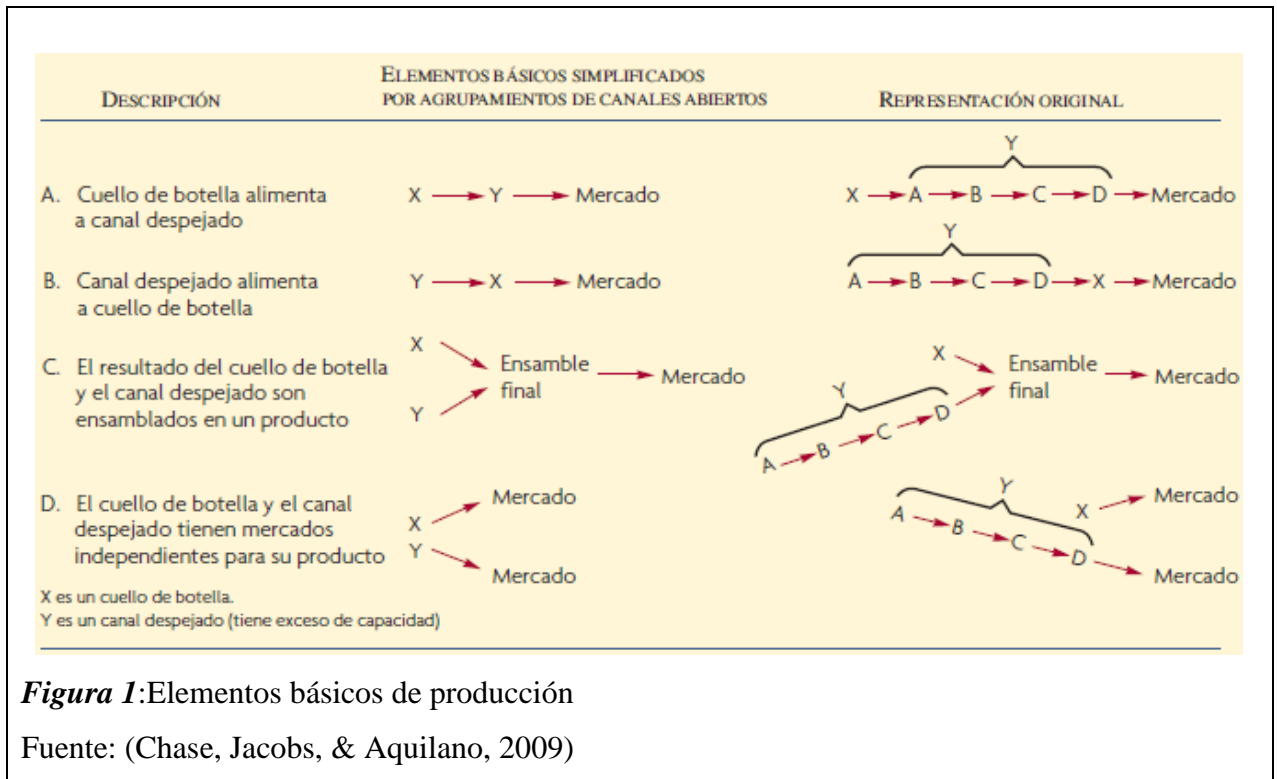
#### **1.3.2.4. Análisis del cuello de botella y la teoría de las restricciones.**

Render y Heizer (2014), indican que la clave está en el concepto de capacidad, es decir, la restricción o cuello de botella del sistema. Un cuello de botella es una etapa del sistema que limita o restringe el flujo normal del sistema. Un cuello de botella tiene la capacidad efectiva de controlar todo el sistema y por lo tanto limitar la producción de éste.

Para Chase, Jacobs & Aquilano (2009), un cuello de botella es cualquier recurso cuya capacidad es menor que la demanda. El cuello de botella es una restricción del sistema que

limita la producción. Un cuello de botella puede ser una máquina, falta de trabajadores capacitados o una herramienta especial.

Todos los procesos y flujos de producción se pueden simplificar en cuatro configuraciones básicas, como se observa en la figura 5.



**Figura 1:**Elementos básicos de producción

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

### 1.3.2.5. Administración de las restricciones en la organización.

Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008), dicen que en todas las empresas los gerentes deben entender cómo identificar y administrar los cuellos de botella, además, deben saber relacionar las mediciones de capacidad y el desempeño de un proceso con las de otro, y cómo usar la información para determinar la mejor combinación de productos de la empresa. Las cuestiones de corto y largo plazo asociadas con la administración de las restricciones y la capacidad son importantes, y deben entenderse en conjunto, como se muestra en la figura 6.



### 1.3.2.6. Indicadores TOC

En la teorías de restricciones existen tres indicadores que permiten analizar los sistemas productivos estos son:

#### **El Throughput (T)**

Es la velocidad en que el sistema genera dinero, por lo que se entiende como el dinero ingresante a la empresa por medio de ventas descontando el dinero que se paga a los proveedores, y se expresa por la siguiente formula:

$$T = \text{Ventas totales} - \text{Costos Totalmente Variable}$$

#### **Gastos operacionales (GO)**

Es el dinero que el sistema utiliza en la transformación del capital en Throughput, aquí se consideran los gastos en lo que empresa considera para mantener funcionando, por ejemplo, las remuneraciones, alquileres, servicios, etc.

#### **Inversiones (I)**

También denominado Inventario, representa todo el dinero que el sistema invierte para comprar los insumos o bienes que el sistema pretende vender.

### **Utilidad Neta (UN)**

Es considerada por TOC como la diferencia del Throughput y los gastos operacionales. El Throughput es el resultado de la diferencia entre el precio de venta y los costos totalmente variables

$$UN = \text{Throughput (T)} - \text{Gastos de Operación (GO)}$$

### **Retorno sobre la inversión (ROI)**

Retorno sobre la Inversión (ROI): Es la razón entre la utilidad neta y la inversión que se ha realizado. Indica que tan bien está siendo utilizado el dinero puesto por los accionistas de la empresa

#### **1.4. Formulación del problema.**

¿La aplicación de la teoría de restricciones reduciría los costos de producción de la Empresa RUEDAMAX E.I.R.L.?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio.**

La investigación se justificó porque permitió a la Empresa RUEDAMAX E.I.R.L. reducir sus costos de producción lo cual le permitió mejorar sus márgenes de ganancia. La propuesta buscó analizar el proceso productivo para determinar los puntos del proceso donde los recursos se están utilizando inadecuadamente y los están perjudicando económicamente. El buen funcionamiento de la organización logró si las diferentes actividades que se realizaron lo hacen utilizando los recursos necesarios, y de forma conjunta, para alcanzar la meta empresarial.

La competencia en este tipo de industrias es muy alta y los márgenes de ganancia estarán básicamente en ajustar los costos de producción buscando el uso eficiente de los recursos, pero sin que se tenga que afectar la calidad del producto. Todos los gastos innecesarios impactan fuertemente en el costo de producción, y a la larga impactará en los beneficios de la empresa.

La investigación es de vital importancia para la Empresa, debido a que la reducción de los costos le permitió tener mejores condiciones para competir en el mercado de reencauche de neumáticos, además se obtuvieron mejores resultados. Estos beneficios que lograron, se pueden emplear en mejorar las condiciones económicas de los trabajadores, o mejorar las condiciones laborales o de infraestructura.

## **1.6. Hipótesis**

Aplicar la Teoría de Restricciones en el proceso de producción reduce los costos de producción de la Empresa RUEDAMAX E.I.R.L.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Aplicar la teoría de restricciones para reducir los costos de producción de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- a. Diagnosticar la situación actual del proceso respecto a los costos de producción de la Empresa.
- b. Identificar los componentes que influyen en los costos de producción.
- c. Aplicar la teoría de restricciones para mejorar el uso de los recursos en los procesos críticos de producción.
- d. Realizar un análisis económico de la propuesta.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Tipo y Diseño de Investigación.

La investigación fue del tipo descriptiva y cuantitativa.

Bajo este tipo de investigación se utilizaron las teorías y conocimientos que ya existen para conocer los procesos operativos del sistema de producción de la empresa y describir los hechos o fenómenos que influyen en los costos de producción, que ayuden a identificar los cambios que mejoren el uso de los recursos que finalmente hacen que los costos de producción se eleven.

En cuanto al diseño la investigación es no experimental, debido a que no se manipularán las variables, en la búsqueda de los resultados de la investigación.

La investigación recogió los datos directamente de la unidad de análisis, es decir, del Sistema de Producción de la Empresa RUEDAMAX E.I.R.L., respecto a los costos de producción.

La investigación detectó, identificó, precisó y describió las condiciones actuales del Sistema de Producción y se establecieron e implementaron las estrategias pertinentes que mejoraron sus costos de producción.

El siguiente modelo corresponde al diseño de nuestra investigación:

	<b>T<sub>1</sub></b>		<b>T<sub>2</sub></b>
<b>G:</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>RE</b>

Dónde:

**G:** Es el grupo Testigo o la muestra que se está observando: El sistema de Producción de la Empresa RUEDAMAX E.I.R.L.

**O:** Observaciones: Mediciones que se realizarán de la variable dependiente antes de la Implementación

**P:** Propuesta especializada: las técnicas o métodos, y las estrategias que se aplicarán para mejorar las mediciones antes observadas

**T<sub>1</sub>:** Es el Tiempo de medición inicial con información actual

**T<sub>2</sub>:** Es el Tiempo de proyección por el periodo que durará la implementación de la propuesta de la solución P.

**RE:** Son los resultados que generará la implementación de la propuesta de solución P

## 2.2 Población y muestra.

La población de la investigación comprendió la Empresa RUEDAMAX E.I.R.L., conformada por las áreas administrativas, producción, y comercialización, todos los trabajadores, la infraestructura, los recursos materiales empleados, la tecnología, y los procesos de la Empresa.

La Muestra es no probabilística, y la selección de los elementos es a **conveniencia** siendo 20 muestras por cada proceso, esto debido a que al día se realiza esta cantidad de neumáticos, estableciendo así también la unidad de análisis lo que nos permite analizar al detalle las restricciones por los investigadores y comprendiendo así la infraestructura, procesos y recursos que son utilizados en la producción de la Empresa Industria RUEDAMAX E.I.R.L.

## 2.3 Variables y Operacionalización.

**Variable Independiente:** Teoría de restricciones.

**Variable Dependiente:** Costos de producción.



**Tabla 1***Operacionalización variable independiente.*

Variable Independiente	Dimensión	Indicadores	Técnicas de Recolección de Datos	Instrumentos de recolección de Datos
Teoría de Restricciones	Identificar	Ciclo del sistema (min/und)	Encuesta	Cuestionario
		Producción (Unidades producidas* mes)		
	Explotar	Tiempo base (min)	Entrevista	Guía de entrevista
		Tiempo muerto		
		Eficiencia de línea		
	Subordinar	Variación de ciclo de estaciones que no son restricciones	Análisis Documentario	Guía de observación
Eficiencia de línea				
Elevar	Velocidad del proceso			
		Tiempo de ciclo		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2**  
Operacionalización variable dependiente.

Variable Dependiente	Dimensión	Indicadores	Técnicas de Recolección de Datos	Instrumentos de recolección de Datos
Costos de producción.	Costos según identificación	Costos directos Costos indirectos	Análisis documental	Guía de observación
	Costos según comportamiento	Costos fijos Costos variables		
		- Throughput (T) $T = \text{Ventas} - \text{Costo variable}$		
	Throughput	- Gastos operativos (GO) - Utilidad neta $UN = \text{Throughput} - GO$		

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validación y confiabilidad.

### 2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la investigación se utilizaron las técnicas de recopilación de datos siguientes:

#### Entrevista

Se entrevistó al dueño de la empresa, y a los jefes de producción y de planta. La información que se pretende obtuvo a través de esta técnica tiene que ver con los factores que impactan en los costos de producción, el proceso de producción, los recursos empleados, el cumplimiento de los programas de producción, los retrasos de producción. Además, se determinó si los procesos de producción y los recursos están estandarizados. El instrumento que se empleó con esta técnica será la guía de entrevista

#### Análisis Documental

Se aplicó el análisis de documentos, para determinar si la empresa tiene y utiliza documentos para registrar los hechos del sistema de producción. Así mismo la técnica verificó si existe alguna base de datos que la empresa utilice en la gestión del sistema de producción. Para esto se aplicó una lista de cotejo de análisis de documentos, como instrumento de la técnica.

#### Encuesta

La encuesta se aplicó a los 7 trabajadores de la empresa, los cuales brindaron su perspectiva de acuerdo con la información solicitada, para esta técnica se utilizó como instrumento, el cuestionario.

### 2.4.2 Validez y confiabilidad

La validez de los instrumentos de recopilación de información estuvo a cargo de tres ingenieros expertos, quienes evaluaron y establecieron algún criterio a cerca de los instrumentos elaborados. Ver Anexo 1,2 y 3.

**Tabla 3**

*Validez por expertos de la encuesta*

<b>Criterios</b>	1	2	3	Prom
Claridad	15	15	15	15
Organización	15	15	15	15
Suficiencia	15	16	16	16
Veracidad	15	17	16	17
Validez	15	15	16	15
Resultados				15

**Tabla 4***Validez por expertos de la entrevista*

<b>Criterios</b>	1	2	3	Prom
Claridad	15	15	17	16
Organización	15	15	17	17
Suficiencia	15	16	17	16
Veracidad	15	17	17	16
Validez	15	15	17	16
Resultados				16

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad de esta investigación se realizó utilizando dos programas Excel y SPSS para el análisis de datos, lo cual sirvió para determinar el nivel de confiabilidad, por lo que obtuvo el valor del Alfa de Cronbach de 0,91 señalando que el instrumento es confiable.

**Tabla 5***Confiabilidad por alfa de Cronbach*

<b>Criterios</b>	Resultado
Reactivos	15
Alfa de Cronbach	0,91

Fuente: Elaboración propia

## **2.5 Procedimiento y análisis de datos.**

### **Trabajo de campo:**

La investigación que se realizó será coordinada con el jefe de producción, las visitas que desarrollamos en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L. nos permitió conocer el proceso de producción con la finalidad de recolectar datos necesarios.

### **Trabajo de gabinete.**

Una vez realizadas las visitas a dicha empresa, la información obtenida fue útil para la evaluación, comparación y valoración de datos, información y documentación respectiva. Así mismo determinó lineamientos y propuestas para la reducción de costos de producción en el proceso de producción.

## 2.6 Criterios éticos.

Los criterios éticos que se tomaron en cuenta en el desarrollo de la investigación son:

**Originalidad.** La información que se utilizó en la investigación se citará según el estilo APA, con la finalidad de demostrar la inexistencia de plagio.

**Confiabledad.** Se realizaron cálculos pertinentes que garanticen la consistencia de los resultados obtenidos con los instrumentos de recolección de datos utilizados.

**Veracidad.** La información que se utilizó se constató con evidencia física.

## 2.7 Criterios de rigor científico.

**Objetividad.** Para el análisis de la situación encontrada de la empresa se utilizó criterios técnicos e imparciales, que ayudaran a la precisión de los datos.

**Relevancia.** Permitió verificar si dentro de la investigación existió correspondencia entre la justificación y los resultados obtenidos en el proceso investigativo.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 Diagnóstico de la empresa**

##### **Información general**

**Razón Social:**

RUEDAMAX E.I.R.L.

**RUC:**

20487607917

**Ubicación:**

Mz. R. Lt. 03 Ampliación Juan Velazco Alvarado – Pimentel.

**Telefono:**

074- 472412

**Correo:**

julioluzon@ruedamax.com

**Giro del negocio:**

Principal. Fabricación de cubiertos de caucho

Secundaria. Ventas partes, piezas y accesorios.

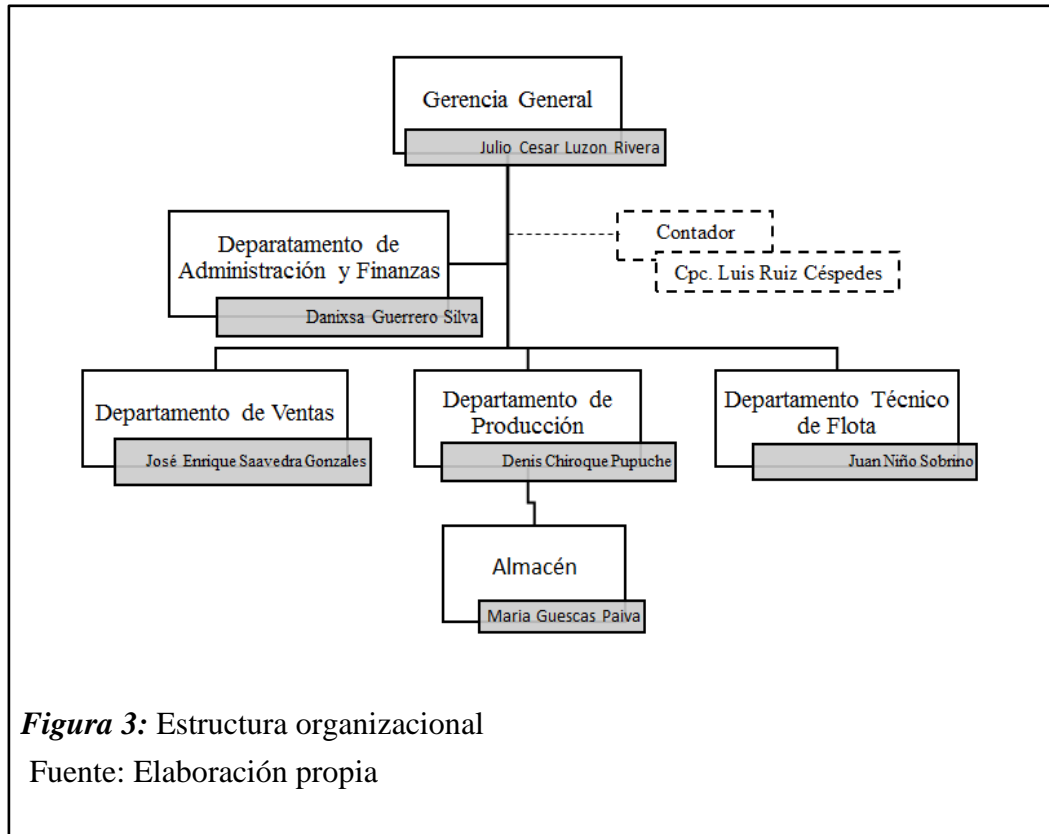
**Misión.**

Agilizar procesos de recojo, producción y entregas a tiempo, proyectándonos a mercados cada vez más competitivos en el sector transporte por carretera, utilizando equipos y mano de obra calificada que genere soluciones confiables.

**Visión.**

Constituirnos en una empresa ágil y eficiente en el rubro de reencauche de neumáticos para vehículos livianos y pesados, tomando como parte fundamental el compromiso ético y moral de nuestros colaboradores en toda la cadena de comercialización, producción y distribución, demostrando solidez en valores, economía y tecnología.

## Estructura Organizacional.





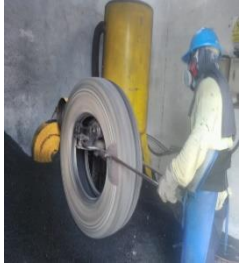
### 3.1.1 Descripción del proceso de reencauche

#### A. Descripción del proceso

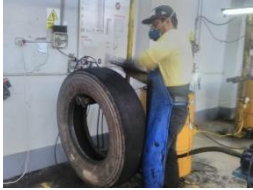

**Tabla 6**

*Descripción del proceso*

Procesos	Descripción del proceso	Personal	Maquinaria o equipos.
<b>Recepción</b> 	Se recepciona los neumáticos en almacén de productos para reencauche, donde a cada uno se le asigna una tarjeta de información; esta contiene fecha, cliente, marca, dimensión, serie y diseño de banda.	1 operario	

<b>Inspección inicial</b>	<p>La inspección es uno de los procesos más importantes dentro del reencauche de neumáticos ya que de este depende la obtención de un producto terminado, este proceso es realizado en forma manual por un operario se evalúan los neumáticos para asegurarse que cumplan con los requisitos para iniciar el proceso reencauche. En esta se inspecciona cantidad de reencauches, soplos, estados de los hombros, pestañas, agrietamientos, perforaciones, roturas y antigüedad, se miden y se registran.</p> <p>Una inspección mal realizada genera problemas en los siguientes procesos del reencauche.</p>	1 operario	Maquina inspeccionadora	
	<b>Raspado</b>	<p>Es en esta etapa donde inicia el proceso industrial del reencauche, consiste en la eliminación del caucho del neumático en la zona de la banda de rodamiento; a la vez elimina de una forma parcial impurezas incrustadas en la superficie de rodamiento de la llanta, dando un radio de raspado acorde a la dimensión de la carcasa y la textura correcta para garantizar que la nueva banda se adhiera.</p>	1 operario	Maquina raspadora
				



<b>Escareado</b>	<p>Tiene como objetivo reparar las imperfecciones que en el raspado no pudieron ejecutarse, paralelo a ello también se determina el número de parches de diferentes medidas y diseños; dependiendo de la construcción y de la herida presentada en el casco a reencauchar.</p>	3 operarios	<p>Rectificadora Motor flexible Moladora Taladro</p>	
	<b>Cementado</b>	<p>El cementado consiste en crear una superficie de adhesión entre la carcasa y la nueva banda de rodamiento. Se suministra con el cemento la protección a la superficie texturizada para evitar la oxidación, contaminación y sellamiento en las cavidades de reparación escareadas y raspadas.</p>	1 operario	
	<b>Relleno</b>	<p>Tienen como objetivo el recubrimiento de excavaciones de llantas ya cementadas. Con la aplicación del relleno se busca devolver al casco el caucho original perdido en las zonas contaminadas que se perdieron en el proceso de escareado.</p> <p>-Preparan el relleno en la extrusora entre 200°C y 300°C</p>	1 operario	<p>Pistola extrusora.</p>
<b>Corte de bandas</b>	<p>Consiste en recibir la tarjeta de información del neumático donde está el tipo de banda que ha seleccionado el</p>	1 operario		



cliente para este casco de neumático, se toman las medidas de circunferencia del casco y es cortada la banda para posteriormente ser colocada. A su vez se encementa la superficie de la banda para tener una mayor adhesión cuando se proceda a juntar con la carcasa

---

**Embandado**

Es el proceso de colocar la nueva banda sobre el casco del neumático, se selecciona el tipo de banda que se cortó en el proceso de corte de banda, esto ya determinado por el cliente, se coloca goma cojín antes de colocar la banda, el neumático va girando mientras se adhiere la banda, posteriormente es presionada con un rodillo en la máquina rodilladora para asegurar toda la superficie de la banda al casco del neumático.

1 operario

Maquina rodilladora.



- La presión del rodillo central es a 80 PSI
- Para el cojín lo cortan con 17 cm de tolerancia.

---

**Aplicación de parche.**

El parchado constituye una acción complementaria de la reparación, dado que no se presenta en todos los casos. Se limpia adecuadamente para proceder a colocar el parche sobre la superficie afectada; estos fueron seleccionados en el proceso de escareado.

1 operario

<p><b>Armado.</b></p> 	<p>En este proceso son armados los neumáticos con anillos de metal y envolturas de caucho, sellando completamente el neumático, para posteriormente ser extraído todo el aire dentro del recipiente para crear un vacío, esto con el fin de mantener la banda totalmente unida al casco del neumático para el vulcanizado.</p>	<p>1 operario</p>
<p><b>Vulcanizado</b></p> 	<p>Esta se realiza en autoclaves, acelera el proceso de pegado natural entre la banda de rodamiento y la carcasa. Es la etapa más crítica del reencauche. La autoclave industrial tiene capacidad para vulcanizar 10 llantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La presión de la autoclave se ejecuta a 80 PSI</li> <li>- La temperatura de la autoclave está en 100°C</li> <li>- El tiempo de vulcanizado es de 3 - 4 hrs.</li> </ul>	<p>1 operario      Autoclave.</p>
<p><b>Pintado</b></p>	<p>En esta etapa se pinta el neumático proveniente de la autoclave, para que tenga una buena apariencia física y estética.</p>	
<p><b>Inspección final</b></p>	<p>En esta etapa revisan la llanta para garantizar que el proceso se haya realizado con éxito.</p>	<p>1 operador</p>

Fuente: elaboración propia

## B. Maquinaria, equipos y herramientas

### - Maquinaria

**Tabla 7**

*Máquina Raspadora*

Identificación y Especificaciones	
Marca	HIMAPEL
Serie	RAA 20
Potencia instalada	0,85 kw
Capacidad de raspado	13 pul

*Fuente: elaboración propia*



**Figura 4:** Máquina raspadora

Fuente: RUEDAMAX EIRL

**Tabla 8**

*Máquina rodilladora*

Identificación y Especificaciones	
Marca	PLASTISAC PERÚ
Serie	RAA 20
Motor trifásico	1hp - 60 rpm - 220 v
Pistón	4 " de diametro y 20 cm de carrera

*Fuente: elaboración propia*

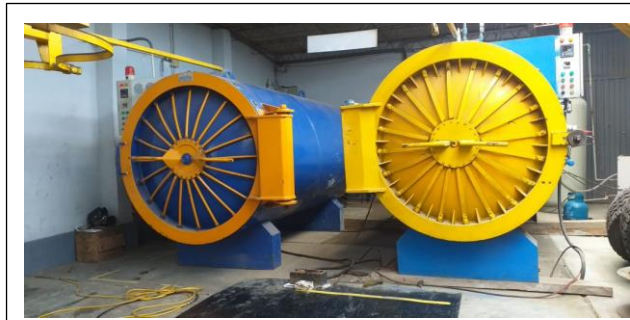


**Figura 5:** Máquina rodilladora

**Tabla 9**  
*Autoclave Industrial*

Identificación y Especificaciones	
Marca	Himatex
Capacidad	10 llantas
Presión (max)	90 psi
Temperatura (max)	130 °C

*Fuente: elaboración propia*



**Figura 6:** Autoclave industrial

Fuente: RUEDAMAX EIRL

- **Equipos**

**Tabla 10**  
*Extrusora*

Identificación y Especificaciones	
Cantidad	1
Marca	DEWALT
Medición a realizar	Watts
Rango de Uso	Indefinido

*Fuente: elaboración propia*



**Figura 7:** Extrusora

Fuente: RUEDAMAX EIRL

**Tabla 11**

*Motor Flexible/Mini taladro*

Identificación y Especificaciones	
Cantidad	3
Marca	MOTORTOOL
Medición a realizar	Watts
Rango de Uso	Indefinido

Fuente: elaboración propia



**Figura 8:** Motor flexible

Fuente: RUEDAMAX EIRL

**Tabla 12**

*Moladora*

Identificación y Especificaciones	
Cantidad	4
Marca	MAKITA
Medición a realizar	Watts
Rango de Uso	Indefinido

Fuente: elaboración propia



**Figura 9:** Moladora

Fuente: RUEDAMAX EIRL

**Tabla 13**  
*Retificadora*

Identificación y Especificaciones	
Cantidad	3
Marca	MAKITA
Medición a realizar	Watts
Rango de Uso	Indefinido

*Fuente: elaboración propia*



**Figura 10:** Rectificadora

Fuente: RUEDAMAX EIRL

**Tabla 14**  
*Taladro*

Identificación y Especificaciones	
Cantidad	4
Marca	MAKITA
Medición a realizar	Watts
Rango de Uso	Indefinido

Fuente: elaboración propia





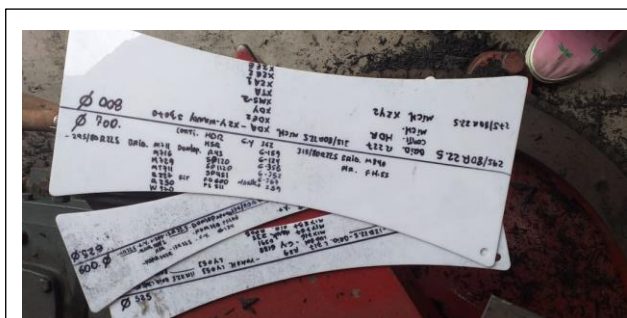
**Figura 11:** Taladro

Fuente: RUEDAMAX EIRL

## - HERRAMIENTAS

### Reglas para raspado

Se utiliza para controlar el diámetro de la banda de rodamiento



**Figura 12:** Reglas para el raspado

Fuente: RUEDAMAX EIRL



### **Lezna**

Se utiliza en la etapa de inspección inicial para encontrar daños del neumático.



*Figura 13:* Lezna

Fuente: RUEDAMAX EIRL

### **Martillo manual**

Se utiliza en el área de Embandado para amoldar la nueva banda de rodamiento



*Figura 14:* Martillo manual

Fuente: RUEDAMAX EIRL

### **Brocha**

Se utiliza para colocar el cemento en las bandas de rodamiento y en la carcasa escareada.



*Figura 15:* Brocha

Fuente: RUEDAMAX EIRL

### **Flexómetro**

Se utiliza para medir las bandas de rodamiento, según la medida de la carcasa.



**Figura 16:** Flexómetro

Fuente: RUEDAMAX EIRL

### **Cuchillas**

Se utiliza para cortar las bandas de rodamiento, según la medida.

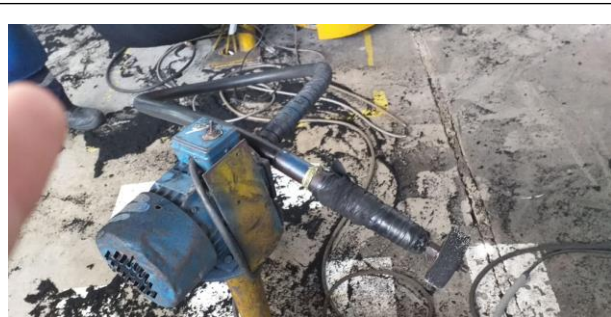


**Figura 17:** Chuchilla

Fuente: RUEDAMAX EIRL

### **Manguera de extrusión de aire**

Se utiliza en el área de escareado, para expulsar partículas de caucho



**Figura 18:** Manguera de extrusión de aire

Fuente: RUEDAMAX EIRL

### C. Diagramas

#### a) Diagrama de operaciones de proceso

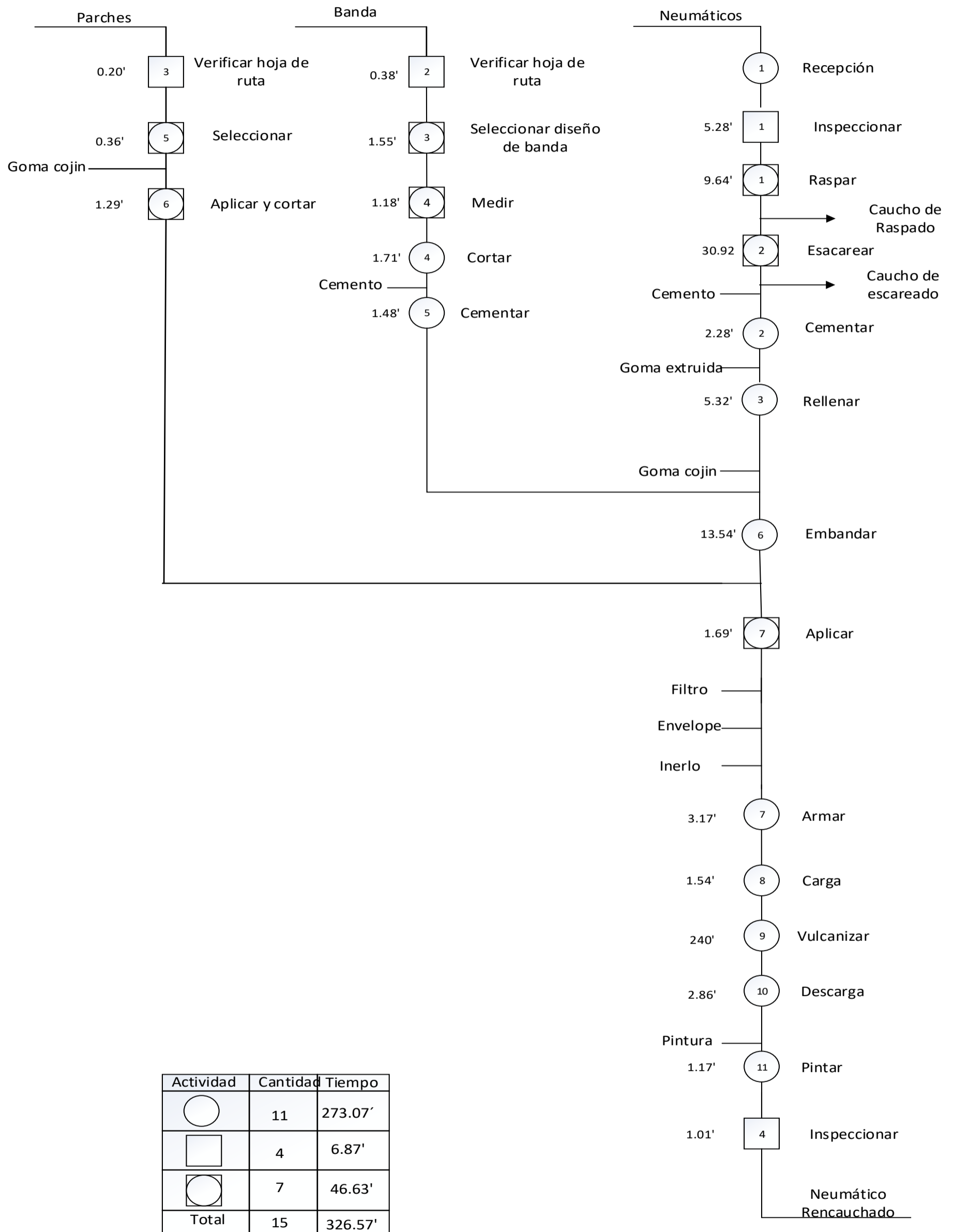


Figura 19: Diagrama de operaciones de proceso

Fuente: RUEDAMAX EIRL

b) Diagrama de análisis de proceso

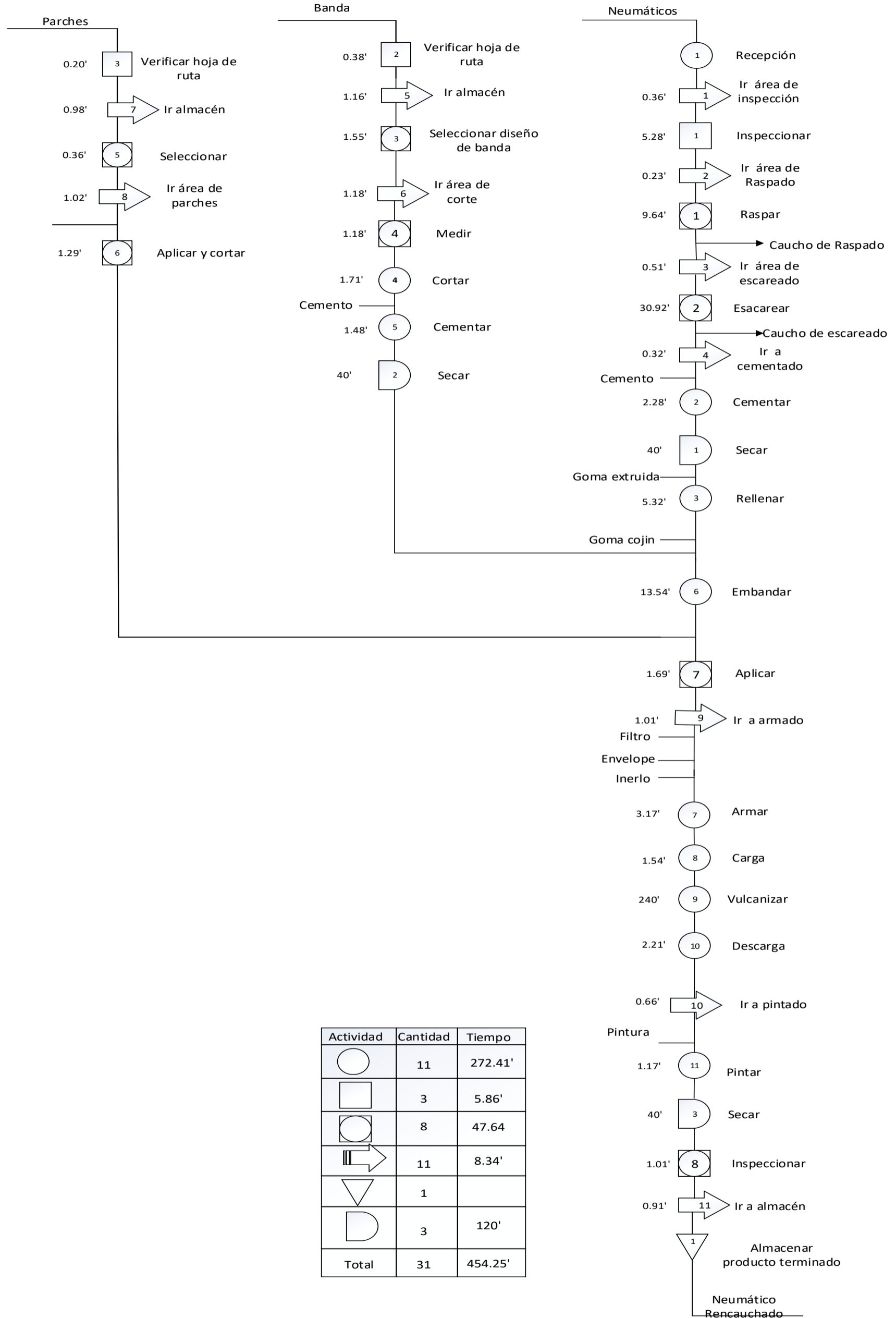


Figura 20: Diagrama de análisis de proceso  
Fuente: RUEDAMAX EIRL

### 3.1.2 Análisis de la problemática

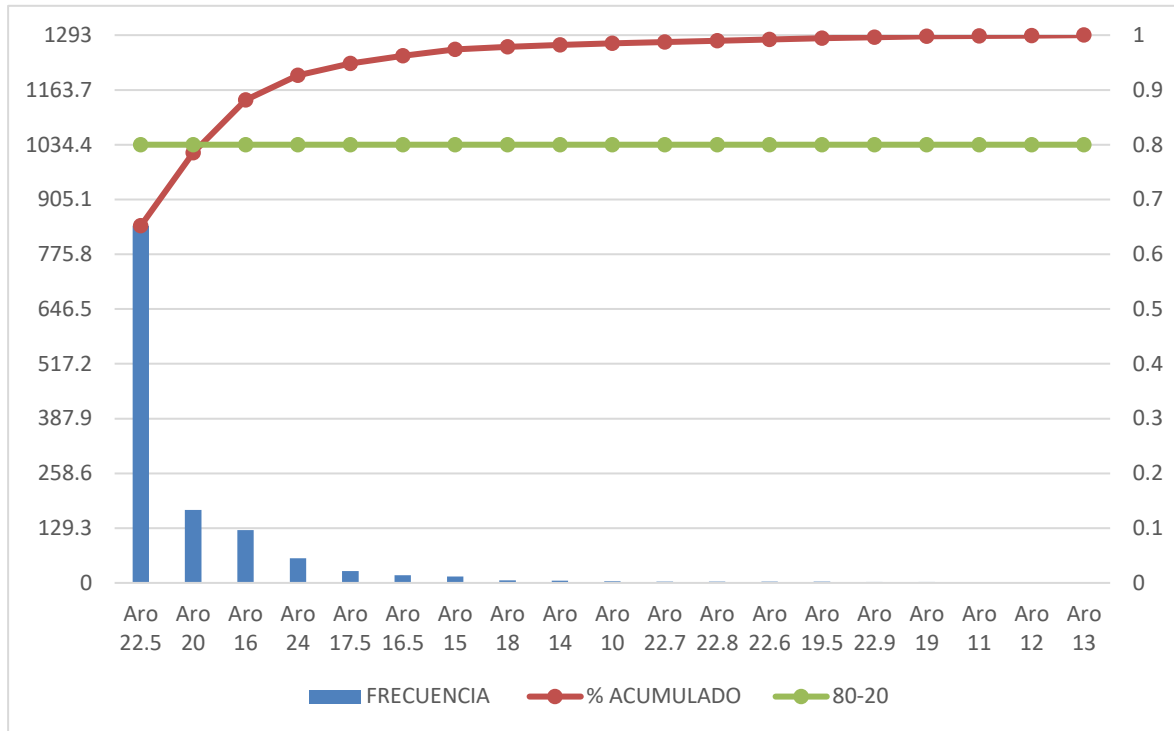
RUEDAMAX E.I.R.L tiene la capacidad de reencauchar neumáticos de diferente dimensión de aro, es por ello que se utilizó la herramienta de Pareto para determinar cuáles son los principales productos según su dimensión que tienen mayor comercialización. Se mostrará datos históricos en base a la producción de neumáticos.

**Tabla 15**

*Neumáticos RUEDAMAX E.I.R.L*

Producto	Frecuencia (Und)	F. relativa	F %	F. Acumulado	% Acumulado	Clasif.
Aro 22.5	843	0,652	65,20%	0,652	65%	A
Aro 20	172	0,133	13,30%	0,785	78%	A
Aro 16	125	0,097	9,67%	0,882	88%	B
Aro 24	58	0,045	4,49%	0,927	93%	B
Aro 17.5	28	0,022	2,17%	0,948	95%	B
Aro 16.5	18	0,014	1,39%	0,962	96%	C
Aro 15	15	0,012	1,16%	0,974	97%	C
Aro 18	6	0,005	0,46%	0,978	98%	C
Aro 14	5	0,004	0,39%	0,982	98%	C
Aro 10	4	0,003	0,31%	0,985	99%	C
Aro 22.7	3	0,002	0,23%	0,988	99%	C
Aro 22.8	3	0,002	0,23%	0,990	99%	C
Aro 22.6	3	0,002	0,23%	0,992	99%	C
Aro 19.5	3	0,002	0,23%	0,995	99%	C
Aro 22.9	2	0,002	0,15%	0,996	100%	C
Aro 19	2	0,002	0,15%	0,998	100%	C
Aro 11	1	0,001	0,08%	0,998	100%	C
Aro 12	1	0,001	0,08%	0,999	100%	C
Aro 13	1	0,001	0,08%	1,000	100%	C

Fuente: Elaboración propia



**Figura 21:** Pareto de los productos.

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de la empresa

**a) Resultados de la aplicación de instrumentos**

**- Resultado de la observación**

De los resultados de la guía de observación se determinó que actualmente no cuentan con un diagrama de operaciones del proceso, es por ello por lo que sus procesos no están documentados. La empresa no tiene una planificación de la producción, ocasionando desorganización y retrasos en los pedidos. También el personal de planta no está calificado para las labores a realizarse, en consecuencia, hay problemas de calidad del neumático.

**- Resultado de la entrevista**

De la entrevista realizada al jefe de planta de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L., se puede concluir que no cuentan con la maquinaria y materiales necesarios en la inspección inicial y final, el cuello de botella en el proceso de reencauche es el escareado ya que es el que demanda mayor tiempo y recursos. Así mismo se considera que el proceso de reencauche es ineficiente ya que carecen de orden y organización.

El proceso del reencauche no es estandarizado y planificado, sin embargo se estima que el tiempo promedio que requiere cada neumático es aproximadamente 6 horas; 2 horas de inspección inicial hasta armado del neumático y 4 horas en vulcanizado.

Los neumáticos más complicados para el proceso de reencauche son aquellos que trabajan en trocha.

Los paros en la producción se deben a la maquinaria; esto ocurre semanalmente. La marca de neumáticos más frecuente para el reencauche es Goodyear.

La capacidad de producción de la planta es de 20 neumáticos diarios. En cuanto a los costos de producción señala que se podría reducir en el proceso de acabado; al utilizar el material necesario en los diferentes daños, además la maquina con la cual trabajan cumple un rol importante en el proceso para disminuir mermas.

**- Resultado de la encuesta.**

A continuación, se presenta los resultados detallados de la encuesta realizada a los colaboradores de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.

**Tabla 16**

*La falta o la poca disponibilidad de recursos están afectando a la eficiencia del proceso de reencauche de llantas*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	2	29%
En desacuerdo	0	0%
Indiferente	0	0%
De acuerdo	2	29%
Muy de acuerdo	3	43%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta

En la tabla 16 podemos observar que el 43% de los trabajadores señalan que están muy de acuerdo en que la falta o poca disponibilidad de recursos está afectando la eficiencia del proceso de reencauche, mientras que el 29 % está totalmente de acuerdo y desacuerdo.

**Tabla 17***El uso de materiales por producto es eficiente*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nunca	1	14%
A veces	1	14%
A menudo	0	0%
Casi siempre	5	71%
Siempre	0	0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

Más de la mitad del personal encuestado indica que casi siempre el uso de materiales por producto es eficiente, el 14% señala que el uso de materiales nunca es eficiente y el resto opina que a veces es eficiente.

**Tabla 18***El actual proceso de rencauche de llantas es ineficiente*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	1	14%
Indiferente	0	0%
De acuerdo	5	71%
Muy de acuerdo	1	14%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

El 71% de 7 trabajadores encuestados afirman que están de acuerdo que el actual proceso de reencauche de llantas es eficiente, mientras el 14 % afirma que está en desacuerdo y muy de acuerdo.



**Tabla 19**

*El actual proceso de rencauche se realiza de manera desordenada sin una planificación*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	1	14%
En desacuerdo	0	0%
Indiferente	0	0%
De acuerdo	3	43%
Muy de acuerdo	3	43%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

Más de la mitad de los colaboradores están muy de acuerdo y de acuerdo en afirmar que el proceso de rencauche se realiza de manera desordenada sin una planificación, esto se debe a que no cuentan con un plan de producción para que puedan realizar su trabajo.

**Tabla 20**

*Que podría estar afectando a la eficiencia en el proceso de rencauche de llantas*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Falla de maquinas	1	14%
Falta de algunos materiales	3	43%
Mala distribución de las áreas de trabajo	1	14%
Falta organización en el trabajo	1	14%
Accidentes frecuentes	1	14%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

El 43% del personal afirma que la falta de materiales es la causa principal por el existe eficiencia en el proceso de rencauche, el restante afirma que se debe a falla de máquinas; mala distribución de las áreas de trabajo; falta de organización en el trabajo y accidentes frecuentes.

**Tabla 21***Tienen un control en el proceso de producción*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nunca	2	29%
A veces	4	57%
A menudo	0	0%
Casi siempre	1	14%
Siempre	0	0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

El 57% de los trabajadores definen que a veces existe control en el proceso de producción del reencauche, el 29% especifican que nunca ha existido dicho control y el 14% precisan que casi siempre.

**Tabla 22***Se presentan paradas en el proceso de producción*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nunca	0	0%
A veces	7	100%
A menudo	0	0%
Casi siempre	0	0%
Siempre	0	0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

Todos afirman que a veces existen paradas de producción, suele suceder a cortes de energía, fallas de maquinaria y falta de materiales.

**Tabla 23***Utilizan toda la capacidad de sus máquinas y equipos*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	3	43%
NO	4	57%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

De 7 trabajadores encuestados el 57% opinan que no utilizan toda la capacidad de las máquinas y equipo, ya que existen máquinas y equipos que no las utilizan o están dañados.

**Tabla 24**

*Cuentan con un programa de mantenimiento*

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	1	14%
NO	6	86%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

Más de la mitad afirman que en la empresa no existe un programa de mantenimiento, ocasionando problemas al proceso de reencauche.

**Tabla 25**

*Las actividades asignadas están bien distribuidas*

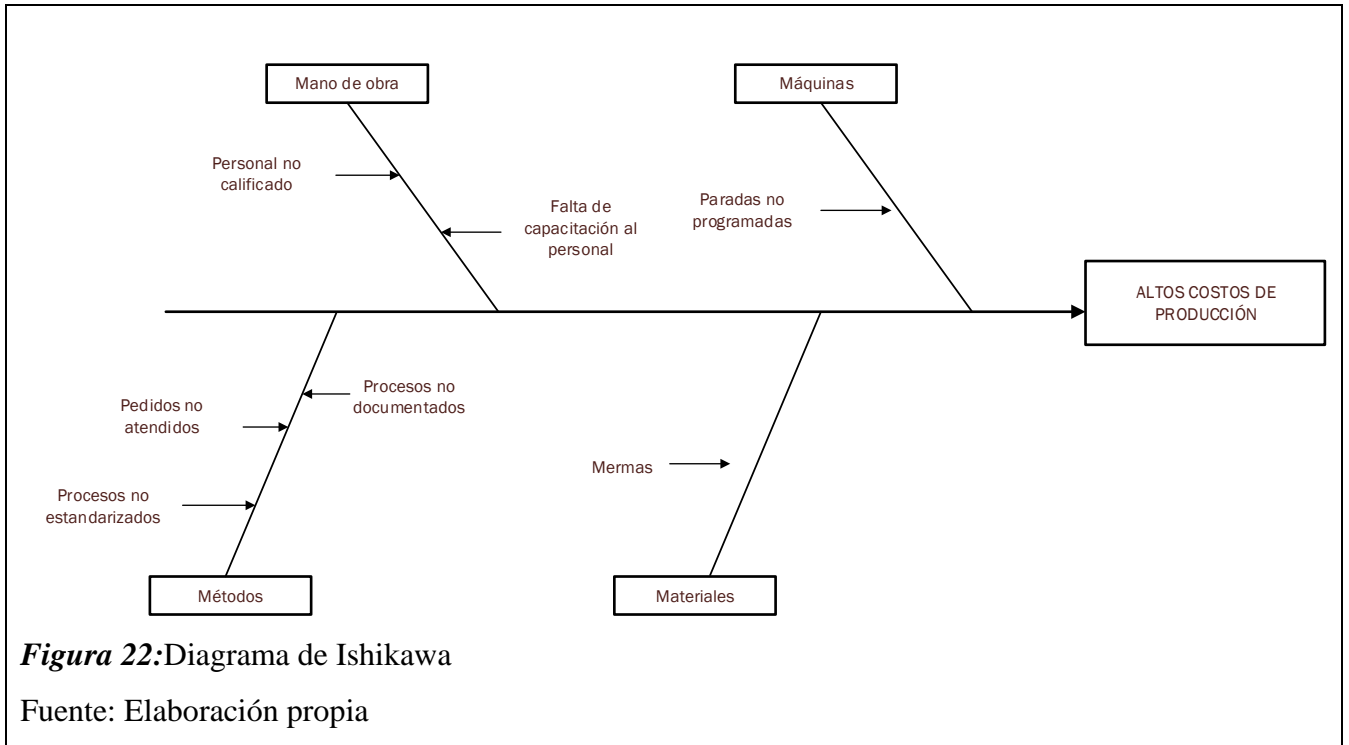
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente en desacuerdo	1	14%
En desacuerdo	3	43%
Indiferente	0	0%
De acuerdo	2	29%
Muy de acuerdo	1	14%
TOTAL	7	100%

Fuente: Encuesta.

El 43% está en desacuerdo con las tareas asignadas, mientras tanto el 29% cree que está bien distribuido, el restante de los trabajadores está totalmente en desacuerdo y muy de acuerdo.

### 3.1.3 Herramientas de diagnóstico

#### Diagrama Ishikawa.



**Figura 22:**Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el diagrama Ishikawa las causas del problema, que es el alto costo de producción, es generado por el personal no calificado, paros no programados, mermas, pedidos no atendidos, procesos no documentados y no estandarizados.

**Tabla 26**

*Causas de los altos costos de producción*

Problema	Causa	Sub - Causa	
Altos costos de producción	Mano de obra	Personal no calificado	
	Maquinaria	Paros no programados	
	Materiales		Mermas
			Falta de material
	Métodos		Pedidos no atendidos
			Procesos no documentados
			Procesos no estandarizados

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

## Mano de obra

### Causa: Personal no calificado

El personal no calificado corresponde al personal que no cumple con algún tipo de educación o calificación especializada para realizar las labores y tenga conocimiento teórico y práctico, el total de operarios, cuenta educación básica regular y no es operario calificado, la mayoría de ellos ha ingresado a trabajar contando con experiencia mínima.

**Tabla 27**

*Grado de instrucción y calificación del personal operario de la empresa*

Operario	Grado de instrucción	Calificado
Almacenero	Secundaria completa	No
Operario 1	Secundaria completa	No
Operario 2	Primaria completa	No
Operario 3	Secundaria incompleta	No
Operario 4	Secundaria completa	No
Operario 5	Primaria completa	No
Operario 6	Secundaria incompleta	No
Operario 7	Secundaria completa	No
Operario 8	Primaria completa	No

Fuente: Elaboración propia

% Personal calificado = 0 %

## Maquinaria

### Causas: Paros no programados

Otra de las causas por la cual es costo de producción se incrementa es debido al paro de la maquinaria, el cual no solo retrasa los pedidos, si no también genera costos de mantenimiento y reparación.

**Tabla 28**

*Paros no programados de maquinaria en la empresa*

Meses	Maquinaria	Tiempo de paro	Motivo
Junio	Autoclave	5, 2 h	Obstrucción mecánica
Junio	Extruver	0,3 h	Falla eléctrica
Julio	Autoclave	3,1 h	Cambio de manómetro
Julio	Extruver	2,4 h	Falla mecánica
Agosto	Extruver	3,5 h	Fallo con switch
Agosto	Autoclave	9,6 h	Reemplazo válvula

Fuente: Elaboración propia

## **Materiales**

### **Causa: Mermas**

Las mermas generadas se muestran en la siguiente tabla las cuales corresponden a los meses de junio julio y agosto, siendo el principal motivo el deterioro del casco, las fallas en el Embandado

**Tabla 29**  
*Merma en la empresa*

<b>Meses</b>	<b>Merma</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Motivo</b>
Junio	Aro 22. 5 , 18	18 und	Deterioro del casco
Julio	Aro 20, 16	22 und	Falla embandado
Agosto	Aro 22.5, 16	28 und	Desgaste

Fuente: Elaboración propia

Merma = 68 bandas

### **Causa: Falta de materiales**

Durante el desarrollo de las actividades, por ejemplo en el parchado y escareado al momento de realizarlas los operarios no cuentan con la cantidad necesaria de material para ejecutarlos, uno de estos son los parches, esto debido a que no se tiene un plazo y lote de pedido establecidos, es decir el material se consume en su totalidad, y en ese momento se realiza el pedido, el cual tarda una semana aproximadamente en ser entregado, lo cual retrasa la actividad y tiempo de entrega del producto terminado al cliente.

**Tabla 30**  
*Materiales faltantes para el desarrollo de las actividades*

<b>Proceso</b>	<b>Producto (unidad)</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Total</b>
Parchado	Goma extruida (rollo)	3	4	4	11
Parchado	Goma cojín (rollo)	2	3	4	9
Parchado	Parches (caja x 20 und)	5	4	3	12
Escareado	Utensilios de escareado	2	4	5	11
Escareado	Tizas (caja x 30 und)	9	6	4	19

Fuente: Elaboración propia

## Método

### Causa: Pedidos no atendidos

Los pedidos no atendidos son aquellos que no se pueden atender por falta de programación y demora en las entregas, por lo que los productos que se está dejando de atender son Aro 22.5, 20 y 16, además debido a esto en el mes de agosto se realizaron subcontratación por 18 unidades (neumáticos agrícolas) representando el 3,4% de los pedidos totales con un valor de 7 161,02 soles y los pedidos no atendidos representan entre el 28,1% y 29,8 % de los pedidos totales con un valor de 312 690,56 soles

**Tabla 31**

*Pedidos no atendidos en la empresa*

Producto (und)	Junio	Julio	Agosto	Total
Aro 22.5	109	98	121	328
Aro 20	81	85	98	264
Aro 16	59	73	43	175
Total no atendidos (und)	249	256	262	767
Utilidad perdida (S/)	19 415,47	11 824,49	5 013,7	36 253,67
Costo Total (S/)	101 512,32	104 366,08	106 812,16	312 690,56
% no atendidos	28,1%	29,2%	29,8%	29,1%
Total atendidos (und)	637	620	616	1873

Fuente: Elaboración propia

### Causa: Procesos no estandarizados y no documentado

Además de esto los procesos no se encuentran estandarizados, no se conoce el tiempo en el cual se debe producir un una unidad, tampoco se cuenta con los procedimientos establecidos para la realización de las actividades, ni de parámetros exactos para la inspección, por lo que en su totalidad los procesos se realizan de manera empírica y en base a la experiencia de los operarios, lo cual muchas veces las decisiones no fueron las más adecuadas ocasionando reprocesos, demoras y pedidas, aumentando el costo de producción.

### **3.1.4 Situación actual de los costos de producción.**

Durante el sistema de producción o reparación de neumáticos se utiliza una serie de materiales directos como indirectos entre los que más destacan son las bandas de diferentes tamaños y formas, pegamentos, parches entre otros; así como el uso de herramientas y equipos necesarios para la producción, pero los costos que se han podido evidenciar los cuales serían materia de estudio e investigación, son los costos de mano de obra directa que en la actualidad se está generando, esto debido a que todos los meses se registran pagos de horas extras por un promedio 4594 soles por mes ya que se tiene que cumplir con la producción o reparación de las 20 llantas establecidas por la gerencia, con la finalidad de maximizar el uso del equipo de vulcanizado. El segundo costo el cual no es muy frecuente es costo de subcontratación que la empresa realiza a empresas similares, esto debido por los constantes reclamos y presión por parte de los clientes ante la demora en la entrega de sus llantas, por lo que la empresa se ve obligada a subcontratar a empresas reencauchadoras dejado de obtener ganancias significativas; en lo que va del año se han registrado dos servicios de subcontratación, la última fue en el mes de agosto llegando a la suma de 7 161,02 soles. A continuación, se muestra de análisis de costos de producción.



**Tabla 32**  
Planilla en soles (S/)

Item	Cargo	Básico	Asignación Familiar	Horas extras	Sueldo Bruto	AFP	ESSALUD	Sueldo Neto	Costo de mano de obra	Clasificación
1	Gerente	2500	250	0	2750	357.5	247.5	2392.5	2640	G.A
2	Administradora	1500	150	0	1650	214.5	148.5	1435.5	1584	G.A
3	Responsable de facturación	930	0	0	930	120.9	83.7	809.1	892.8	G.A
4	Ventas	930	93	0	1023	132.99	92.07	890.01	982.08	G.V
5	Ventas	1000	100	0	1100	143	99	957	1056	G.V
6	Ventas	1500	150	0	1650	214.5	148.5	1435.5	1584	G.V
7	Conductor	1000	100	0	1100	143	99	957	1056	G.V
8	Conductor	1000	100	0	1100	143	99	957	1056	G.V
9	Jefe de producción	1800	180	0	1980	257.4	178.2	1722.6	1900.8	M.O.I
10	Asistente de producción	930	0	0	930	120.9	83.7	809.1	892.8	M.O.I
11	Almacenero	1000	100	0	1100	143	99	957	1056	OTROS
12	Operario	1500	150	0	1650	214.5	148.5	1435.5	1584	MOD
13	Operario	1000	100	0	1100	143	99	957	1199	MOD
14	Operario	1500	150	0	1650	214.5	148.5	1435.5	1798.5	MOD
15	Operario	1700	170	0	1870	243.1	168.3	1626.9	2038.3	MOD
16	Operario	1400	140	0	1540	200.2	138.6	1339.8	1678.6	MOD
17	Operario	1200	0	0	1200	156	108	1044	1308	MOD
18	Operario	1800	180	0	1980	257.4	178.2	1722.6	2158.2	MOD
19	Operario	1000	100	0	1100	143	99	957	1199	OTROS
<b>TOTAL</b>									<b>27664.08</b>	

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

**Tabla 33**  
Resumen de costos de planilla

DESCRIPCIÓN	TOTAL S/
GASTO ADMINISTRATIVO	5116.8
GASTO DE VENTAS	5734.08
Mano de obra directa	11764.6
Mano de obra indirecta	2793.6
OTROS	2255

Fuente: Elaboración en base a datos

**Tabla 34***Maquinaria, equipos y herramientas*

DESCRIPCIÓN	COSTO (S/)	Tiempo de vida (año)	DEPRECIACIÓN/AÑO (S/)	DEPRECIACIÓN/MES (S/)
<b>MAQUINARIA</b>				750
Raspadora 1	3500	5	700	58.3
Compresora 1	1500	5	300	25.0
Compresora 2	8000	5	1600	133.3
Compresora 3	8000	5	1600	133.3
Autoclave 1	20000	10	2000	166.7
Autoclave 2	16000	10	1600	133.3
Rodillo Hidráulico	2500	5	500	41.7
Maquina Inspeccionadora	3500	5	700	58.3
<b>EQUIPOS</b>				92.2
Extrusora	1500	5	300	25.0
Motor Flexible	1500	5	300	25.0
Moladora	120	3	40	3.3
Taladro	250	3	83	6.9
Ratificadora	250	3	83	6.9
Pistola extrusora	1500	5	300	25.0
<b>HERRAMIENTAS</b>				57.6
Reglas para raspado	150	1	150	12.5
Lenza	20	1	20.0	1.7
Martillo manual	80	3	26.7	2.2
Brocha	15	1	15	1.25
Flexómetro	19	1	19	1.6
Cuchillas (6)	300	1	300	25
Manguera de extrusión de aire	160	1	160	13.3
			<b>TOTAL</b>	<b>899.8</b>

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

CLASIFICACIÓN DE COSTOS MES DE JUNIO																					
	Goma extruida	Goma Cojin laminado	Banda precurada	Cemento	Parches	Gas	Electricidad	Piedra rosada	Tizas	Utencillos de escareador	Utencillos de embandado	Bemcina	Implementos de seguridad	Mantenimiento	Combustible	Transporte	Mantenimiento de vehiculos	Utiles de oficina	Servicios	Implementación de oficina	Indumentaria
	MI	MI	MP	MI	MI	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	MI	OTROS	OTROS	GV	GA	GA	GA	GA	GA	OTROS
01-ago																					
02-ago			S/. 15,265.52		S/. 524.83										S/. 389.83	S/. 156.35		S/. 4.83	S/. 194.32		
03-ago															S/. 211.95	S/. 218.82		S/. 30.85			
04-ago	S/. 704.75	S/. 1,423.73	S/. 13,663.25											S/. 423.73	S/. 275.22	S/. 12.71		S/. 12.65			
05-ago					S/. 135.59					S/. 19.06											
06-ago													S/. 218.14	S/. 296.61		S/. 33.90					
07-ago			S/. 4,520.00	S/. 1,261.26									S/. 95.59		S/. 84.75	S/. 33.89					
08-ago		S/. 1,342.37									S/. 8.00				S/. 466.10	S/. 249.58		S/. 16.69			S/. 1,220.33
09-ago			S/. 4,922.06				S/. 2,401.78							S/. 38.14		S/. 20.93					
10-ago								S/. 8.47							S/. 107.46	S/. 57.99					
11-ago	S/. 1,001.19		S/. 16,454.79																		
12-ago					S/. 335.59										S/. 224.17					S/. 100.00	
13-ago			S/. 51,150.00											S/. 63.56		S/. 8.47					
14-ago												S/. 13.56			S/. 169.50	S/. 22.03					
15-ago			S/. 5,884.63												S/. 22.87	S/. 881.35					
16-ago		S/. 1,342.37														S/. 210.76		S/. 9.75			
17-ago			S/. 7,010.22			S/. 1,067.10									S/. 105.94	S/. 16.95	S/. 432.56				
18-ago													S/. 38.14		S/. 15.27	S/. 49.15					
19-ago														S/. 45.76	S/. 8.94			S/. 84.75			
20-ago			S/. 3,499.65	S/. 1,520.14											S/. 141.52	S/. 233.99			S/. 78.68		
21-ago										S/. 19.06					S/. 309.33	S/. 11.16		S/. 20.77			
22-ago															S/. 209.61			S/. 96.87			
23-ago			S/. 4,769.26		S/. 249.97								S/. 188.16		S/. 84.75	S/. 568.65					
24-ago												S/. 13.55	S/. 520.07		S/. 84.75			S/. 5.50	S/. 107.24		
25-ago			S/. 5,982.90											S/. 148.31	S/. 149.21	S/. 522.46					
26-ago														S/. 5,371.77							
27-ago			S/. 4,774.11					S/. 59.32	S/. 8.47									S/. 15.25			
28-ago															S/. 381.15	S/. 20.93		S/. 9.75	S/. 543.27		
29-ago	S/. 671.19	S/. 1,610.85														S/. 343.98					
30-ago			S/. 10,470.08												S/. 127.12				S/. 147.98		
31-ago															S/. 84.75	S/. 501.70					
<b>TOTAL</b>	S/. 2,377.12	S/. 5,719.32	S/. 148,366.46	S/. 2,781.40	S/. 1,245.98	S/. 1,067.10	S/. 2,401.78	S/. 59.32	S/. 16.94	S/. 38.12	S/. 8.00	S/. 27.11	S/. 1,060.10	S/. 6,387.88	S/. 3,654.19	S/. 4,175.75	S/. 432.56	S/. 307.66	S/. 1,071.49	S/. 100.00	S/. 1,220.33

Figura 23: Clasificación de costos mes de junio

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

CLASIFICACIÓN DE COSTOS MES DE JULIO																				
FECHA	Goma extruida	Goma Cojin laminado	Banda precurada	Cemento	Parches	Gas	Electricidad	Piedra rosada	Tizas	Utencillos de escareador	Utencillos de embandado	Bemcina	Implementos de seguridad	Mantenimiento	Combustible	Transporte	Mantenimiento de vehiculos	Utiles de oficina	Servicios	Implementación de oficina
	MI	MI	MP	MI	MI	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	MI	OTROS	OTROS	GV	GA	GA	GA	GA	GA
01-ago																				
02-ago			S/. 4,620.00												S/. 389.83	S/. 156.35			S/. 194.32	S/. 100.00
03-ago	S/. 6,930.00				S/. 80.02								S/. 300.00		S/. 211.95	S/. 218.82		S/. 40.00		
04-ago		S/. 1,815.27										S/. 13.55			S/. 275.22	S/. 12.71				
05-ago			S/. 4,907.31										S/. 112.00							
06-ago				100*3.3	S/. 524.83											S/. 33.90				
07-ago			S/. 4,010.00											S/. 38.14	S/. 84.75	S/. 33.89		S/. 12.00		
08-ago					S/. 392.06			S/. 59.32							S/. 466.10	S/. 249.58				
09-ago				S/. 660.66			S/. 2,401.78									S/. 20.93				
10-ago	S/. 1,024.29		S/. 16,784.79												S/. 107.46	S/. 57.99	S/. 300.00	S/. 28.00		
11-ago																				
12-ago			S/. 49,502.90							S/. 16.06				S/. 63.56						
13-ago		S/. 1,009.31				S/. 1,042.50									S/. 24.57	S/. 8.47				
14-ago															S/. 169.50	S/. 22.03				
15-ago			S/. 698.05												S/. 22.87	S/. 881.35				
16-ago					S/. 372.88										S/. 224.17	S/. 210.76				
17-ago									S/. 5.00						S/. 105.94	S/. 16.95				
18-ago													S/. 38.14		S/. 15.27	S/. 49.15				
19-ago														S/. 45.76	S/. 8.94			S/. 200.00		
20-ago			S/. 4,952.81												S/. 141.52	S/. 233.99			S/. 78.68	
21-ago															S/. 309.33	S/. 11.16				
22-ago															S/. 209.61					
23-ago			S/. 2,078.01	S/. 478.50									S/. 188.16		S/. 84.75	S/. 568.65				
24-ago													S/. 520.07		S/. 84.75				S/. 107.24	
25-ago			S/. 1,650.00												S/. 149.21	S/. 522.46				
26-ago														S/. 5,371.77						
27-ago																				
28-ago			S/. 5,224.63												S/. 381.15	S/. 20.93			S/. 543.27	
29-ago	S/. 671.19	S/. 1,342.01		S/. 749.69											S/. 127.12	S/. 343.98				
30-ago			S/. 66,332.87																S/. 134.00	
31-ago															S/. 84.75	S/. 501.70				
<b>TOTAL</b>	S/. 8,625.47	S/. 4,166.59	S/. 160,761.36	S/. 1,888.85	S/. 1,369.79	S/. 1,042.50	S/. 2,401.78	S/. 59.32	S/. 5.00	S/. 16.06	S/. -	S/. 13.55	S/. 1,158.37	S/. 5,519.23	S/. 3,678.76	S/. 4,175.75	S/. 300.00	S/. 280.00	S/. 1,057.51	S/. 100.00

Figura 24: Clasificación de costos mes de julio

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

CLASIFICACIÓN DE COSTOS MES DE AGOSTO																							
FECHA	Goma extruida	Goma Cojin laminado	Banda precurada	Cemento	Parches	Gas	Electricidad	Piedra rosada	Tizas	Utensillos de escareador	Utensillos de embandado	Bemcina	Implementos de seguridad	Mantenimiento	Combustible	Transporte	Mantenimiento de vehiculos	Utiles de oficina	Servicios	Implementación de oficina	Indumentaria	subcontrato	
	MI	MI	MP	MI	MI	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	OTROS	MI	OTROS	OTROS	GV	GA	GA	GA	GA	GA	OTROS	GV	
01-ago			S/. 4,361.58																	S/. 194.32	S/. 576.27		S/. 7,161.02
02-ago					S/. 111.02										S/. 389.83	S/. 156.35		S/. 4.83					
03-ago													S/. 834.42		S/. 211.95	S/. 218.82		S/. 30.85		S/. 508.47			
04-ago	S/. 704.75	S/. 1,815.27	S/. 4,922.06											S/. 423.73	S/. 275.22	S/. 12.71		S/. 12.65					
05-ago					S/. 524.83																		
06-ago					S/. 588.06									S/. 218.14	S/. 296.61		S/. 33.90						
07-ago			S/. 5,301.25											S/. 95.59		S/. 84.75	S/. 33.89		S/. 9.75				
08-ago											S/. 8.00				S/. 466.10	S/. 249.58		S/. 16.69			S/. 1,220.33		
09-ago							S/. 2,401.78							S/. 38.14		S/. 20.93							
10-ago															S/. 107.46	S/. 57.99		S/. 11.54					
11-ago	S/. 1,001.19	S/. 2,013.56	S/. 16,454.79																				
12-ago																							
13-ago			S/. 53,071.82		S/. 135.59										S/. 63.56	S/. 24.57	S/. 8.47						
14-ago												S/. 13.56			S/. 169.50	S/. 22.03							
15-ago			S/. 830.05												S/. 22.87	S/. 881.35							
16-ago															S/. 224.17	S/. 210.76		S/. 9.75					
17-ago						S/. 1,067.10									S/. 105.94	S/. 16.95	S/. 432.56						
18-ago														S/. 38.14	S/. 15.27	S/. 49.15							
19-ago														S/. 45.76	S/. 8.94			S/. 84.75					
20-ago			S/. 5,876.81												S/. 141.52	S/. 233.99			S/. 78.68				
21-ago										S/. 19.06					S/. 309.33	S/. 11.16		S/. 20.77					
22-ago															S/. 209.61			S/. 96.87					
23-ago													S/. 188.16		S/. 84.75	S/. 568.65		S/. 13.14					
24-ago												S/. 13.55	S/. 520.07		S/. 84.75			S/. 5.50	S/. 107.24				
25-ago															S/. 148.31	S/. 149.21	S/. 522.46						
26-ago														S/. 5,371.77									
27-ago			S/. 4,388.01	S/. 1,261.26				S/. 59.32	S/. 8.47									S/. 15.25					
28-ago															S/. 381.15	S/. 20.93		S/. 9.75	S/. 543.27				
29-ago	S/. 671.19	S/. 2,013.56	S/. 5,785.63	S/. 1,520.14											S/. 127.12	S/. 343.98							
30-ago																		S/. 7.80	S/. 147.98	S/. 431.78			
31-ago			S/. 66,857.57		S/. 149.15										S/. 84.75	S/. 501.70							
<b>TOTAL</b>	S/. 2,377.12	S/. 5,842.39	S/. 167,849.56	S/. 2,781.40	S/. 1,508.65	S/. 1,067.10	S/. 2,401.78	S/. 59.32	S/. 8.47	S/. 19.06	S/. 8.00	S/. 27.11	S/. 1,894.52	S/. 6,387.88	S/. 3,678.76	S/. 4,175.75	S/. 432.56	S/. 349.89	S/. 1,071.49	S/. 1,516.52	S/. 1,220.33	S/. 7,161.02	

Fuente: Elaboración prop

Figura 25: Clasificación de costos mes de agosto.

**Tabla 35**  
*Clasificación de costos*

<b>Costos</b>	<b>Junio (S/)</b>	<b>Julio (S/)</b>	<b>Agosto (S/)</b>	<b>Clasificación</b>	
Goma extruida	2 377,12	8 625,47	2 377,12	Variable	MI
Goma Cojin laminado	5 719,32	4 166,59	5 842,39	Variable	MI
Banda precurada	148 366,46	160 761,36	167 849,56	Variable	MP
Cemento	2 781,40	1 888,85	2 781,40	Variable	MI
Parches	1 245,98	1 369,79	1 508,65	Variable	MI
Gas	1 067,10	1 042,50	1 067,10	Variable	MI
Electricidad	2 401,78	2 401,78	2 401,78	Fijo	MI
Piedra rosada	59,32	59,32	59,32	Fijo	MI
Tizas	16,94	5,00	8,47	Variable	MI
Utensilios de escareador	38,12	16,06	19,06	Variable	MI
Utensilios de Embandado	8,00	-	8,00	Fijo	MI
Bemcina	27,11	13,55	27,11	Fijo	MI
Implementos de seguridad	1 060,10	1 158,37	1 894,52	Variable	GO
Mantenimiento	6 387,88	5 519,23	6 387,88	Variable	GO
Combustible	3 654,19	3 678,76	3 678,76	Fijo	GO
Transporte	4 175,75	4 175,75	4 175,75	Fijo	GO
Mantenimiento de vehículos	432,56	300,00	432,56	Variable	GO
Útiles de oficina	307,66	280,00	349,89	Variable	GA
Servicios	1 071,49	1 057,51	1 071,49	Variable	GA
Implementación de oficina	100,00	100,00	1 516,52	Variable	GA
Indumentaria	1 220,33		1 220,33	Fijo	GA
Subcontrato			7 161,02	Variable	GO
Personal administrativo	5 116,80	5 116,80	5 116,80	Fijo	GA
Personal de ventas	5 734,08	5 734,08	5 734,08	Fijo	GO
Mano de obra directa	10 814,00	10 814,00	10 814,00	Fijo	MOD
Mano de obra indirecta	2 793,60	2 793,60	2 793,60	Fijo	MOI
Otro personal	2 146,00	2 146,00	2 146,00	Fijo	MOI
Maquinaria	899,78	899,78	899,78	Fijo	GO

Fuente: Elaboración propia

Indicadores:

MI: Material indirecto (se incluye dentro de los CIF)

MP: Materia prima (Es un costo directo)

MOD: Mano de obra directa (Costo del personal operario)

MOI: Mano de obra indirecta (Costo de personal de áreas de soporte) incluido en CIF

GO: Gastos operacionales

GA: Gastos administrativos

CIF: Costos indirectos de fabricación

En la tabla anterior, se observa la clasificación de los costos de acuerdo a su incurrencia en la producción, es decir si afectan directamente a la elaboración del producto terminado (costos directos) los cuales, para este caso vienen a ser los de materia prima (banda precurada) y los de mano de obra directa (operarios encargados del proceso productivo), y los costos que son de las actividades de soporte (costos indirectos de fabricación) siendo los materiales indirectos, los insumos y suministros, junto con los de mano de obra indirecta, que abarca al asistente y jefe de producción, al almacenero, y un operario encargado de vigilancia y seguridad de la empresa. Por lo que para calcular el costo de producción, se debe tener en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Costo de producción (CP)} = \text{MP} + \text{MOD} + \text{CIF}$$

MP: Materia prima

MOD: Mano de obra directa

CIF: Costos indirectos de fabricación (MI + MOI + Otros)

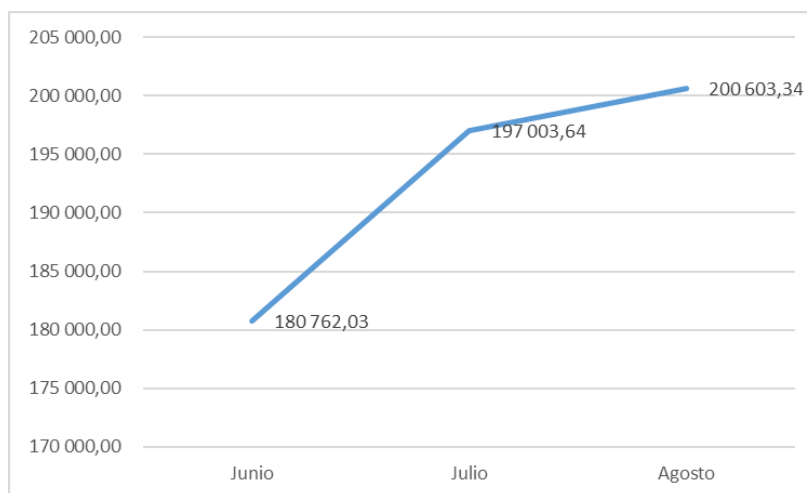
**Tabla 36**

*Costo de producción*

Costos	Junio (S/)	Julio (S/)	Agosto (S/)
MP	148 366,46	160 761,36	167 849,56
MOD	10 814,00	10 814,00	10 814,00
CIF	21 581,57	25 428,28	21 939,78
<b>Costo de producción</b>	<b>180 762,03</b>	<b>197 003,64</b>	<b>200 603,34</b>

Fuente: Elaboración propia

Teniendo que el costo de producción del mes de junio fue de 180 762,03 soles, 197 003,64 soles para el mes de julio y 200 603,34 para el mes de agosto



**Figura 26:** Costo de producción.

Fuente: Elaboración propia

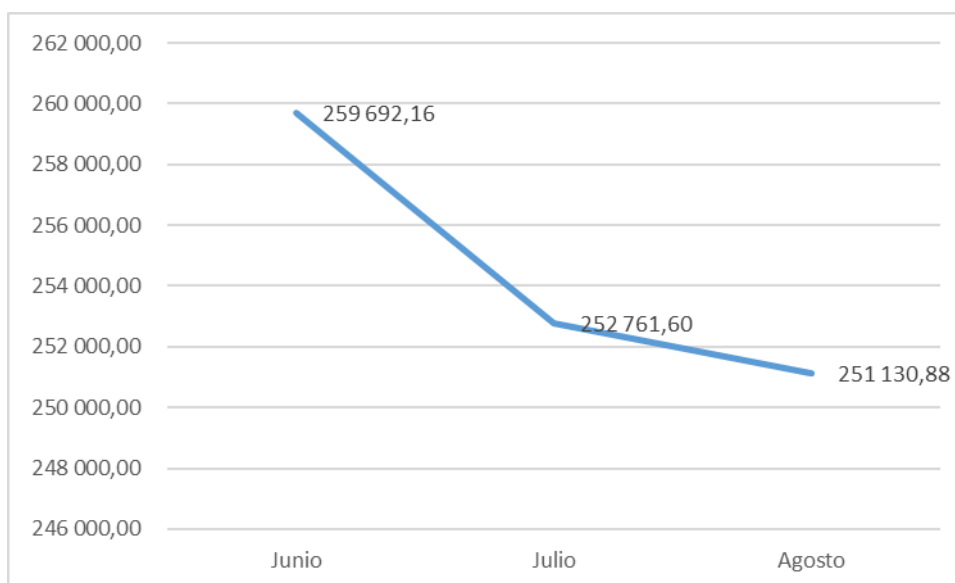
Además se tiene en cuenta la producción mensual y el precio de venta siendo este de 407,68 soles por unidad

**Tabla 37**  
*Indicadores de producción y ventas*

Costos	Junio (S/)	Julio (S/)	Agosto (S/)
Producción	637,00	620,00	616,00
Precio de venta	407,68	407,68	407,68
Ventas totales	259 692,16	252 761,60	251 130,88

Fuente: Elaboración propia

El total de ventas totales para el mes de junio es de 259 692,16 soles, y para el mes de julio es de 252 761,60 soles y para agosto es de 251 130,88 soles, donde se observa un descenso en la producción.



**Figura 27:** Ventas totales

Fuente: Elaboración propia

Los costos de acuerdo con la estructura de costos nos permiten clasificar según si son fijos o variables.

**Tabla 38**  
*Costos variables y costos fijos*

Indicador	Junio (S/)	Julio (S/)	Agosto (S/)
Costo variable	170 972,13	186 290,73	200 267,64
Costo fijo	39 050,74	37 833,42	39 075,31
Costo Total	210 022,87	224 124,15	239 342,94
Costo unitario	329,71	361,49	388,54



Para calcular indicador de throughput se tiene en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Throughput} = \text{Precio de venta} - \text{Costo total variable}$$

**Tabla 39**

*Indicadores de Throughput*

<b>Indicador</b>	<b>Junio (S/)</b>	<b>Julio (S/)</b>	<b>Agosto (S/)</b>
Throughput	88 720,03	66 470,87	50 863,24
Utilidad neta	49 669,29	28 637,45	11 787,94

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40**

*Costo total y costo unitario*

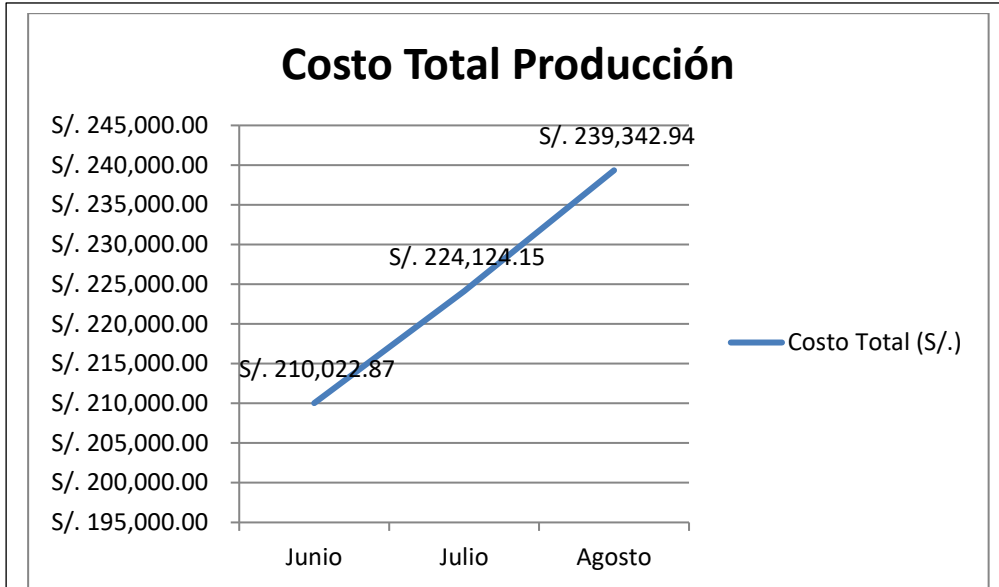
<b>Costos</b>	<b>Junio (S/)</b>	<b>Julio (S/)</b>	<b>Agosto (S/)</b>
Costo de producción	180 762,03	197 003,64	200 603,34
Gastos operacionales	21 444,56	20 566,19	29 464,57
Gastos administrativos	7 816,28	6 554,31	9 275,03
Costo Total	210 022,87	224 124,15	239 342,94
Costo unitario	329,71	361,49	388,54

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41**  
*Cuadro resumen*

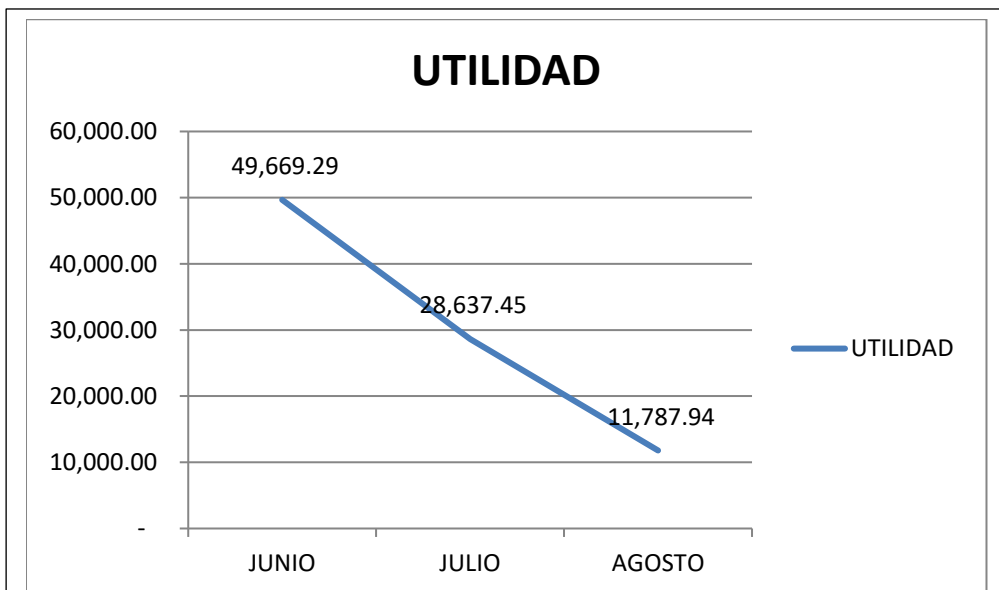
MES	COSTO TOTAL (S/)
JUNIO	210 022,87
JULIO	224 124,15
AGOSTO	239 342,94

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa.



**Figura 28:** Costo total de producción

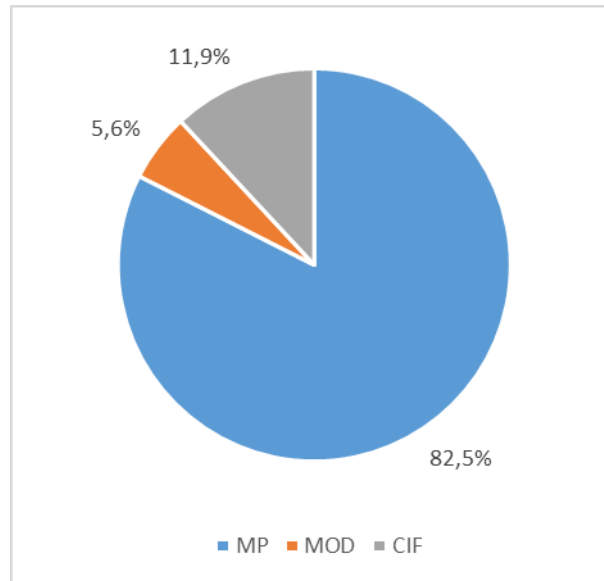
Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa



**Figura 29:** Utilidad.

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

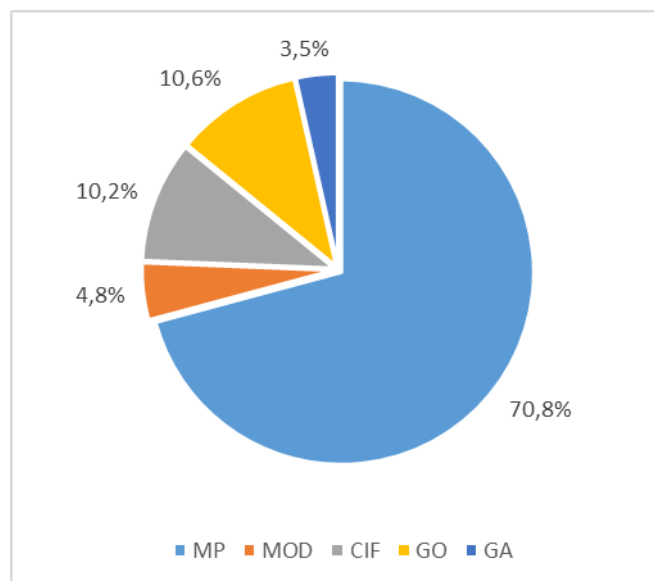
Respecto a los costos de producción, el principal componente de este es el costo de materia prima el cual representa un 82,5%, seguido de 11,9% por los costos indirectos de fabricación y el 5,6% de la mano de obra.



**Figura 30:** Componentes del costo de producción

Fuente: Elaboración propia

En tanto a los costos totales la materia prima sigue representando el principal componente, y donde los menores componentes son los de mano de obra y gastos administrativos con 4,8% y 3,5% respectivamente.



**Figura 31:** Costo total de producción

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa

Actividades del proceso	Ciclo Observado (min)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Inspección inicial</b>	3,24	3,2	3,17	3,27	3,28	3,25	3,24	3,18	3,25	3,29	3,24	3,2	3,17	3,27	3,28	3,25	3,24	3,18	3,25	3,29
<b>Raspado</b>	8,54	8,77	8,58	8,55	8,49	8,62	8,38	8,36	8,41	8,45	8,54	8,77	8,58	8,55	8,49	8,62	8,38	8,36	8,41	8,45
<b>Escareado</b>	27,49	27,38	26,71	26,95	27,21	27,22	27,27	27,1	27,17	27,15	27,49	27,38	26,71	26,95	27,21	27,22	27,27	27,1	27,17	27,15
<b>Cementado</b>	2,38	2,34	2,34	2,31	2,38	2,34	2,37	2,34	2,27	2,38	2,38	2,34	2,34	2,31	2,38	2,34	2,37	2,34	2,27	2,38
<b>Relleno</b>	4,8	4,87	4,97	4,78	4,75	4,71	4,94	4,81	4,79	4,89	4,8	4,87	4,97	4,78	4,75	4,71	4,94	4,81	4,79	4,89
<b>Corte de bandas</b>	8,82	8,88	8,74	8,88	8,87	8,91	8,54	8,68	8,748	8,75	8,82	8,88	8,74	8,88	8,87	8,91	8,54	8,68	8,748	8,75
<b>Embandado</b>	9,72	9,97	9,86	9,66	9,91	9,87	9,69	9,96	9,63	9,72	9,72	9,97	9,86	9,66	9,91	9,87	9,69	9,96	9,63	9,72
<b>Aplicación de parche.</b>	5,88	5,93	5,97	5,99	5,97	5,95	5,95	5,99	5,96	5,95	5,88	5,93	5,97	5,99	5,97	5,95	5,95	5,99	5,96	5,95
<b>Armado</b>	3,84	3,88	3,82	3,82	3,83	3,85	3,83	3,89	3,82	3,8	3,84	3,88	3,82	3,82	3,83	3,85	3,83	3,89	3,82	3,8
<b>Carga de proceso de vulcanizado</b>	1,54	1,5	1,51	1,56	1,54	1,5	1,57	1,55	1,57	1,53	1,54	1,50	1,51	1,56	1,54	1,5	1,57	1,55	1,57	1,53
<b>Vulcanizado</b>	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
<b>Descarga de proceso de vulcanizado</b>	2,82	2,81	2,82	2,89	2,89	2,87	2,95	2,9	2,8	2,87	2,82	2,81	2,82	2,89	2,89	2,87	2,95	2,9	2,8	2,87
<b>Pintado</b>	2	2,09	2,09	2,11	2,08	2,07	2,14	2,06	2,1	2,05	2	2,09	2,09	2,11	2,08	2,07	2,14	2,06	2,1	2,05
<b>Inspección final</b>	1,94	1,9	1,95	1,91	1,95	1,86	1,93	1,91	1,93	1,93	1,94	1,9	1,95	1,91	1,95	1,86	1,93	1,91	1,93	1,93
<b>TOTAL</b>	324,01	325,52	325,53	326,68	328,15	329,02	329,8	330,73	331,448	332,76	324,01	325,52	325,53	326,68	328,15	329,02	329,8	330,73	331,448	332,76

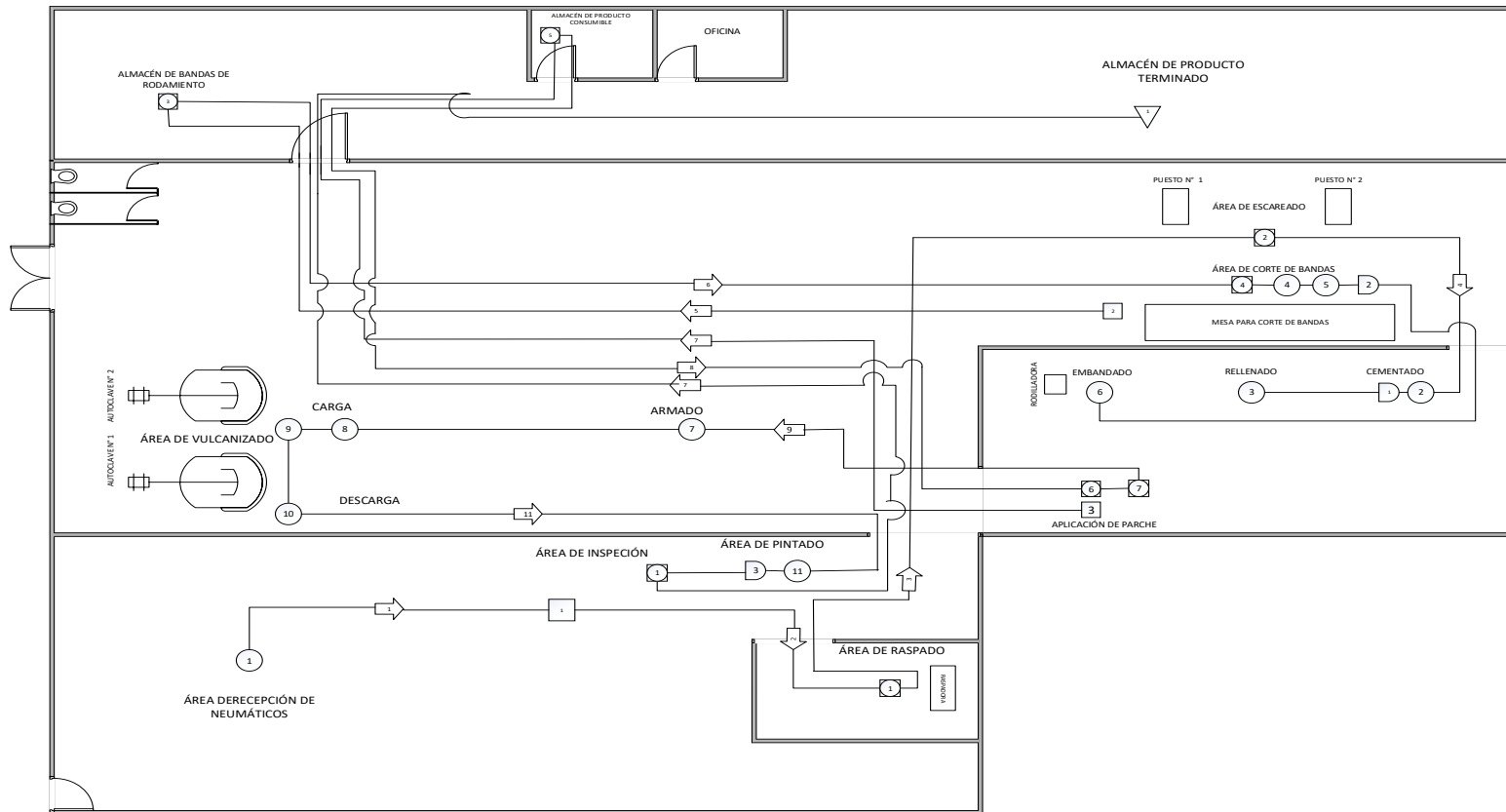
**Figura 32:** Estudio de tiempos – ciclos observados

Fuente: Elaboración propia.

<b>Actividades del proceso</b>	$\sum Xi (min)$	n	Tiempo promedio (TP)	Valoración	Tiempo básico	Suplemento %	Tiempo estándar
Inspección inicial	35,61	0,21	3,24	1,00	3,24	1,24	4,01
Raspado	93,69	0,28	8,52	0,75	6,39	1,28	8,18
Escareado	299,14	0,10	27,19	0,75	20,40	1,33	27,13
Cementado	32,82	0,29	2,34	0,75	1,76	1,17	2,06
Relleno	53,11	0,40	4,83	0,75	3,62	1,19	4,31
Corte de bandas	114,26	0,21	8,79	0,75	6,59	1,30	8,57
Embandado	107,71	0,25	10,77	0,75	8,08	1,22	9,86
Aplicación de parche.	83,31	0,06	7,57	0,75	5,68	1,21	6,87
Armado	46,10	0,08	3,84	1,00	3,84	1,41	5,42
Carga de proceso de vulcanizado	15,37	0,43	1,54	1,00	1,54	1,17	1,80
Vulcanizado	2640,00	0,00	264,00		264,00		264,00
Descarga de proceso de vulcanizado	28,62	0,41	2,86	1,00	2,86	1,17	3,35
Pintado	22,79	0,63	2,07	0,75	1,55	1,17	1,82
Inspección final	26,91	0,29	2,69	1,00	2,69	1,24	3,34
<b>TOTAL</b>	<b>3599,44</b>	<b>0,11</b>	<b>350,26</b>				<b>350,70</b>

**Figura 33:** Estudio de tiempos – tiempo estándar

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 34:** Diagrama de recorrido.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el diagrama de recorrido, existen muchos cruces entre los flujos, además se observan distancias recorridas innecesarias, lo que implica que se debe mejorar para así incrementar la productividad y reducir los costos.

**Tabla 42**  
*Sistema de producción actual*

ACTIVIDADES	Tiempo estándar (min/uni)	Lote	Tiempo de trabajo en horas	Tiempo de trabajo/ope.	Tiempo Muerto (h)	Nro. Trab por área	Nro trab	Sueldo por mes
<b>Inspección inicial</b>	4.01	20	2	6	2	1		
<b>Raspado</b>	8.19	20	4					
<b>Escareado</b>	13.56	20	7	14	2	2		
<b>Cementado</b>	2.06	20	1	3	3	1		
<b>Relleno</b>	4.32	20	2					
<b>Corte de bandas</b>	7.25	20	4	4	4	1		
<b>Embandado</b>	6.90	20	3	6	2	1	7	11 764,6
<b>Aplicación de parche.</b>	5.40	20	3					
<b>Armado</b>	4.96	20	2					
<b>Carga</b>	1.80	20	1	5	3	1		
<b>Vulcanizado</b>	240	20						
<b>Descarga</b>	3.35	20	2					
<b>Pintado</b>	1.83	20	1	2				
<b>Inspección final</b>	2.38	20	1					
		<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>7</b>		

Fuente: Elaboración propia.

El colaborador del área de cementado y relleno también realiza el trabajo de pintado e inspección final.

### **Productividad Horas - Hombre**

$$\text{Hrs. Hombre} = 7 \text{ ope.} * 8 \text{ Hrs.}$$

$$\text{Hrs. Hombre} = 56 \text{ hrs}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Hrs. Hombre}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{20 \text{ neumáticos}}{56 \text{ hrs.}}$$

$$\text{Productividad} = 0,357$$



## **3.2 Propuesta de la investigación.**

### **3.2.1 Fundamentación**

El propósito de la investigación es reducir costos de producción de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L utilizando la teoría de restricciones.

La propuesta de mejora planteada se fundamenta en la teoría de restricciones, la misma que proporciona una metodología para identificar el problema principal (restricción), así mismo encontrar problemas secundarios que estén afectando directamente en los costos de producción.

### **3.2.2 Objetivos de la propuesta.**

- a) Reducir costos de producción a través de la aplicación de la teoría de restricciones.
- b) Contribuir al desarrollo del personal de planta, para que puedan realizar las diferentes labores encomendadas.
- c) Proponer un incremento de la producción diaria, eliminando tiempos muertos y aumentando las utilidades de la empresa.
- d) Realizar un análisis de beneficio-costos para comprobar la factibilidad de la propuesta.

### **3.2.3 Desarrollo de la propuesta**

Una vez conocida la problemática; lo que se pretende es aplicar acciones de mejora mediante la utilización de la teoría de restricciones para buscar la mejora continua en el área de producción, la cual reduzca costos de producción. Para ello se realizará un procedimiento para entrega de pedidos al cliente, así mismo un programa de capacitación y por último aumentará la producción diaria.

### Paso 1: identificación de la restricción del sistema:

En el capítulo anterior mediante la determinación del tiempo estándar y la realización del análisis del proceso se pudo determinar que la restricción que en la actualidad se presenta en el sistema productivo es la falta de capacidad productiva debido a la presencia de cuello de botella en la operación de vulcanizado la cual requiere un tiempo de 240 min por 10 unidades. Esto está generando que se reencauche un promedio de 20 llantas por día, esta falta de capacidad productiva trae como consecuencia el incremento en los niveles de inventarios de los neumáticos por procesar y que a su vez genera reclamos constantes por parte de los clientes. Se suma a esta restricción la deficiencia que existe en cuanto a la distribución actual de la empresa lo que está generando que exista muchos tiempos muertos por traslados entre una operación y otra respecto a la operación de escareado, la cual por unidad demora 13,56 min, más tiempo inclusive que la restricción por maquinaria.

**Tabla 43**

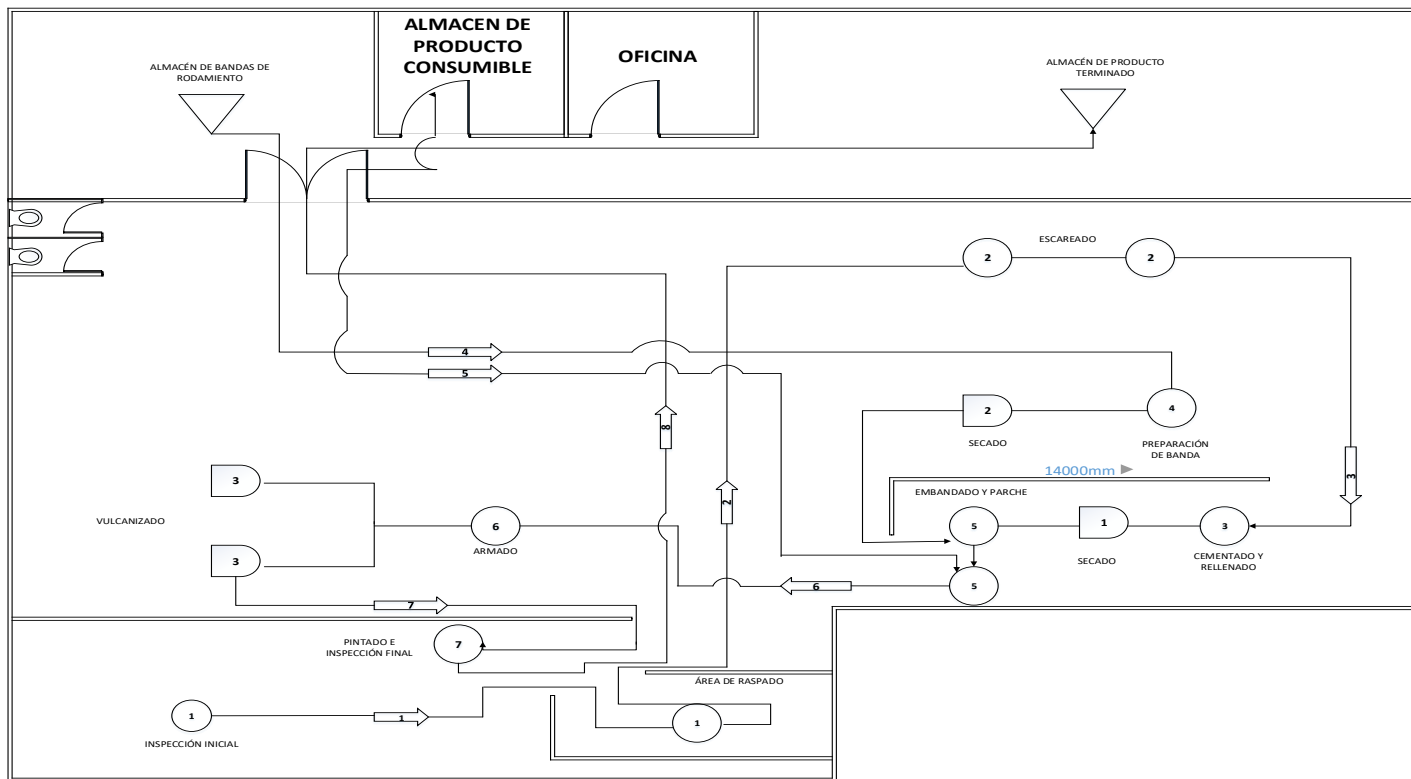
*Restricción por capacidad*

Procesos	Tiempo estándar (min)	Operarios / Maquinas	Unidades	Tiempo unitario (min)	Capacidad máxima (und)
Inspección inicial	4,01	1	1	4,01	119,57
Raspado	8,18	1	1	8,18	58,70
Escareado	27,13	2	1	13,56	35,39
Cementado	2,06	1	1	2,06	233,34
Relleno	4,31	1	1	4,31	111,39
Corte de bandas	8,57	1	1	8,57	56,01
Embandado	9,86	1	1	9,86	48,70
Parchado	6,87	1	1	6,87	69,84
Armado	5,42	1	1	5,42	88,61
Carga de proceso de vulcanizado	1,80	1	1	1,80	266,92
<b>Vulcanizado</b>	<b>240,00</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	12,00	40,00
Descarga de proceso de vulcanizado	3,35	1	1	3,35	143,35
Pintado	1,82	1	1	1,82	264,02
Inspección final	3,34	1	1	3,34	143,85
Total	350,70			85,14	

Fuente: Elaboración propia

Restricción por distribución de planta afectado a los tiempos de operación

En el siguiente plan o se muestra todos los recorridos por operación evidenciando el desorden en el proceso y los tiempos excesivos de traslado entre operación y operación:



**Figura 35:** Diagrama de recorrido.

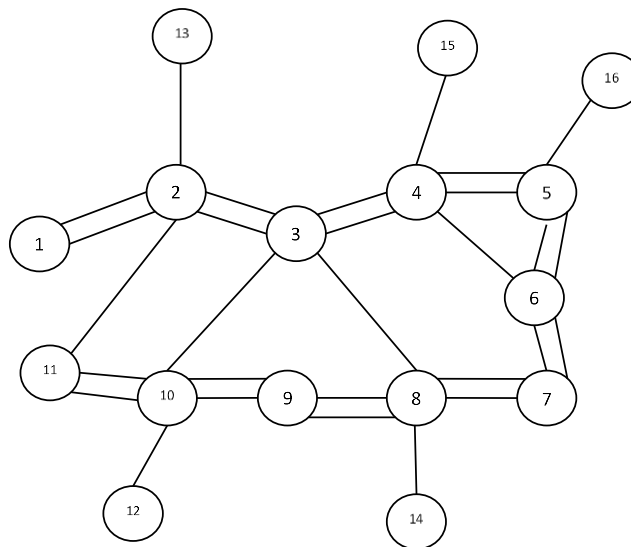
Fuente: Elaboración propia.

## Paso 2: Explotar la restricción principal

Antes de explotar la principal restricción lo que se elaboró es un nuevo recorrido de planta, con la finalidad de reducir tiempo de recorrido y lograr disminuir los tiempos de operaciones, así como de aumentar la capacidad productiva; los resultados se muestran a continuación:



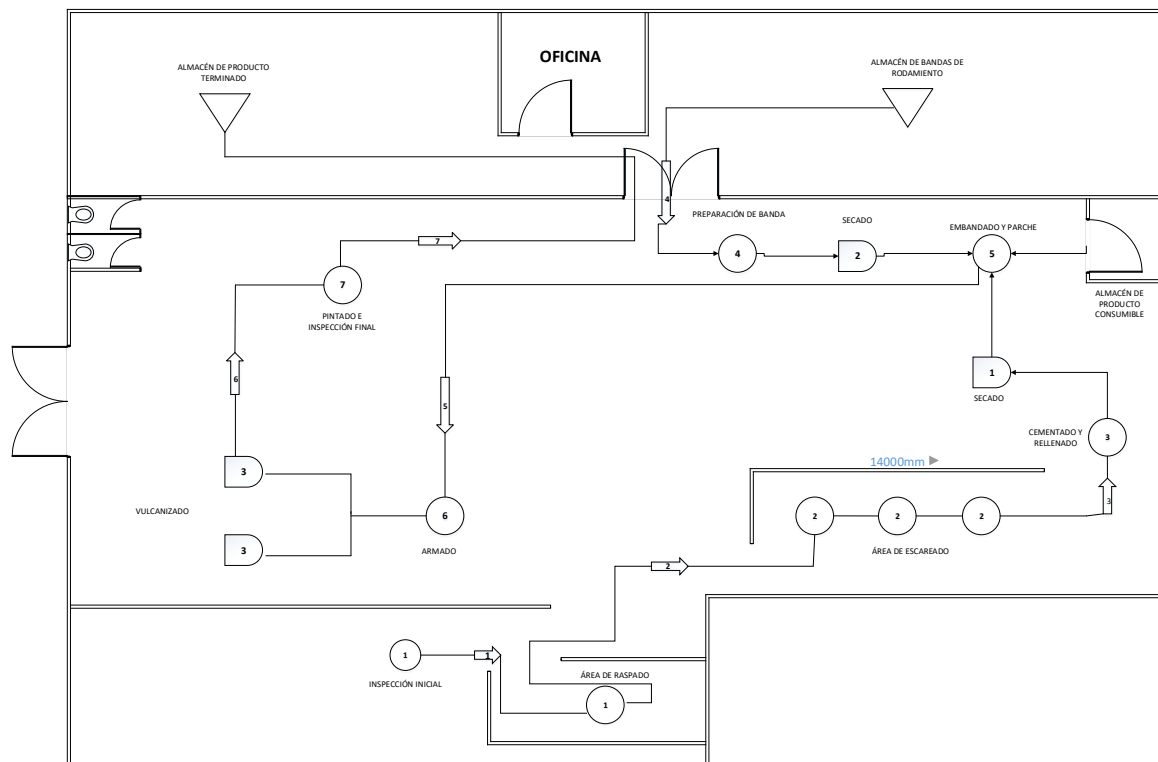
**Figura 36:** Diagrama de relaciones.  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura 37:** Diagrama de relaciones de espacios.  
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la metodología SPL se deben unir por afinidad las actividades de producción que se encuentre más cercanas y a fin de ordenar también los almacenes de productos en proceso, de insumos y productos terminados, tal como se muestra en la disposición final.

### Nuevo plano de distribución y recorrido



**Figura 38:** Distribución final  
Fuente: Elaboración propia.

Con la nueva distribución y recorrido se realizó una segunda toma de tiempos con la finalidad de determinar los nuevos tiempos promedios:

	Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Tiempo promedio (TP)	Nro de Ope	TC			
Inspección inicial y raspado	Tralado de neumático al área de inspección inicial	0,25	0,28	0,35	0,31	0,28	0,31	0,36	0,34	0,35	0,36	0,25	0,28	0,35	0,31	0,28	0,31	0,36	0,34	0,35	0,36	0,32	2	5,73			
	Llenado de hoja de ruta	1,1	1,23	1,14	1,2	1,1	1,24	1,09	1,15	1,15	1,17	1,1	1,23	1,14	1,2	1,1	1,24	1,09	1,15	1,15	1,17	1,16					
	Sujetar lezna	0,13	0,22	0,23	0,15	0,18	0,2	0,22	0,12	0,12	0,24	0,22	0,13	0,22	0,23	0,15	0,18	0,2	0,22	0,12	0,24	0,22			0,19		
	Inspección total de neumáticos	0,98	1,01	1,14	1,04	1,08	1,01	1	1,08	1,08	0,97	0,98	1,01	1,14	1,04	1,08	1,01	1	1,08	1,08	0,97	1,04					
	Retiro de materiales extraños	0,48	0,45	0,49	0,53	0,41	0,46	0,5	0,46	0,42	0,43	0,48	0,45	0,49	0,53	0,41	0,46	0,5	0,46	0,42	0,43	0,46					
	Transporte del área de inspección a raspado	0,22	0,22	0,27	0,2	0,18	0,19	0,19	0,2	0,19	0,28	0,22	0,22	0,27	0,2	0,18	0,19	0,19	0,2	0,19	0,28	0,21					
	Alzar neumático en raspadora	0,15	0,19	0,11	0,12	0,07	0,12	0,1	0,16	0,17	0,14	0,15	0,19	0,11	0,12	0,07	0,12	0,1	0,16	0,17	0,14	0,13					
	Raspar neumático en raspadora	6,47	6,53	6,49	6,5	6,6	6,5	6,59	6,53	6,53	6,49	6,47	6,53	6,49	6,5	6,6	6,5	6,59	6,53	6,53	6,49	6,52					
	Medir superficie del neumático	1,17	1,18	1,11	1,19	1,16	1,27	1,18	1,22	1,12	1,18	1,17	1,18	1,11	1,19	1,16	1,27	1,18	1,22	1,12	1,18	1,18					
	Transporte a escareado	0,25	0,26	0,24	0,25	0,22	0,23	0,26	0,25	0,24	0,26	0,25	0,26	0,24	0,25	0,22	0,23	0,26	0,25	0,24	0,26	0,25					
	Total / Promedio	11,2	11,57	11,57	11,49	11,28	11,53	11,49	11,51	11,49	11,5	11,2	11,57	11,57	11,49	11,28	11,53	11,49	11,51	11,49	11,51	11,49			11,5	11,463	
Escareado	Colocar neumático en montura	0,47	0,52	0,59	0,49	0,55	0,5	0,52	0,51	0,49	0,51	0,47	0,52	0,59	0,49	0,55	0,5	0,52	0,51	0,49	0,51	0,52	3	8,98			
	Verificar heridas y daños	1,98	2,01	2,04	2,08	2,12	2,05	2,09	2,08	2,09	2,02	1,98	2,01	2,04	2,08	2,12	2,05	2,09	2,08	2,09	2,02	2,06					
	Usar taladro para reparar heridas	6,16	6,12	6,15	6,11	6,17	6,13	6,22	6,17	6,23	6,2	6,16	6,12	6,15	6,11	6,17	6,13	6,22	6,17	6,23	6,2	6,17					
	Usar retificadora para reparar heridas	10,16	10,18	10,1	10,18	10,19	10,12	10,10	10,17	10,1	10,2	10,16	10,18	10,1	10,18	10,19	10,12	10,10	10,17	10,1	10,2	10,14					
	Usar moladora para reparar heridas	6,22	6,17	6,18	6,15	6,25	6,23	6,21	6,16	6,2	6,16	6,22	6,17	6,18	6,15	6,25	6,23	6,21	6,16	6,2	6,16	6,19					
	Escobillar neumático	0,85	0,84	0,88	0,81	0,84	0,84	0,85	0,81	0,85	0,89	0,85	0,84	0,88	0,81	0,84	0,84	0,85	0,81	0,85	0,89	0,85					
	Señalar el número de parches necesarios	0,94	0,96	0,93	0,89	0,92	0,87	0,89	0,91	0,9	0,87	0,94	0,96	0,93	0,89	0,92	0,87	0,89	0,91	0,9	0,87	0,91					
	Transportar a cementado	0,1	0,11	0,09	0,1	0,12	0,13	0,1	0,1	0,12	0,12	0,1	0,11	0,09	0,1	0,12	0,13	0,1	0,1	0,12	0,12	0,11					
	Total / Promedio	26,88	26,91	26,96	26,81	27,16	26,87	26,89	26,91	26,98	26,97	26,88	26,91	26,96	26,81	27,16	26,87	26,89	26,91	26,98	26,97	26,934					
	Colocar neumático en montura	0,41	0,4	0,47	0,43	0,52	0,48	0,47	0,44	0,39	0,43	0,41	0,4	0,47	0,43	0,52	0,48	0,47	0,44	0,39	0,43	0,44			1	47,15	
	Cementar neumático	1,94	1,86	1,86	1,84	1,89	1,88	1,84	1,89	1,92	1,84	1,94	1,86	1,86	1,84	1,89	1,88	1,84	1,89	1,92	1,84	1,88					
Secado	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40,00						
Preparar extruwer	0,61	0,6	0,65	0,62	0,59	0,59	0,58	0,53	0,57	0,6	0,61	0,6	0,65	0,62	0,59	0,59	0,58	0,53	0,57	0,6	0,59						
Rellenar neumático con extruwer	4,29	4,27	4,27	4,19	4,23	4,21	4,19	4,24	4,26	4,24	4,29	4,27	4,27	4,19	4,23	4,21	4,19	4,24	4,26	4,24	4,24						
Total / Promedio	47,25	47,13	47,25	47,08	47,23	47,16	47,08	47,1	47,14	47,11	47,25	47,13	47,25	47,08	47,23	47,16	47,08	47,1	47,14	47,11	47,153						
Preparado de bandas	Verificación de hoja ruta	0,34	0,28	0,24	0,36	0,24	0,25	0,36	0,3	0,28	0,31	0,34	0,28	0,24	0,36	0,24	0,25	0,36	0,3	0,28	0,31	0,30	1	47,49			
	Ir a almacén de bandas	0,25	0,28	0,22	0,24	0,25	0,23	0,21	0,2	0,24	0,25	0,25	0,28	0,22	0,24	0,25	0,23	0,21	0,2	0,24	0,25	0,24					
	Seleccionar diseño de banda	1,24	1,17	1,17	1,17	1,2	1,18	1,23	1,16	1,18	1,16	1,24	1,17	1,17	1,2	1,18	1,23	1,16	1,18	1,23	1,16	1,19					
	Ir a área de embandado	0,22	0,28	0,23	0,25	0,25	0,23	0,24	0,28	0,24	0,25	0,22	0,28	0,23	0,25	0,25	0,23	0,24	0,28	0,24	0,25	0,25					
	Medir banda de rodamiento	3,02	3,1	3,1	3,12	3,09	3	2,97	3,13	3,11	3,09	3,02	3,1	3,1	3,12	3,09	3	2,97	3,13	3,11	3,09	3,07					
	Cortar banda de rodamiento	1,36	1,41	1,39	1,35	1,29	1,35	1,37	1,36	1,41	1,31	1,36	1,41	1,39	1,35	1,29	1,35	1,37	1,36	1,41	1,31	1,36					
	Cementar banda de rodamiento	1,05	1,1	1,09	1,07	1,09	1,12	1,09	1,14	1,09	1,09	1,05	1,1	1,09	1,07	1,09	1,12	1,09	1,14	1,09	1,09	1,09					
	Secado	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40,00					
	Total / Promedio	47,48	47,62	47,44	47,56	47,41	47,36	47,47	47,57	47,55	47,46	47,48	47,62	47,44	47,56	47,41	47,36	47,47	47,57	47,55	47,46	47,492					
	Embandado y aplicar parche	Envolver neumático con cojín laminado	1,15	1,16	1,19	1,22	1,17	1,24	1,21	1,13	1,1	1,19	1,15	1,16	1,19	1,22	1,17	1,24	1,21	1,13	1,1	1,19			1,18	2	6,98
		Aplicar banda de rodamiento	6,35	6,33	6,35	6,38	6,3	6,32	6,38	6,32	6,33	6,36	6,35	6,33	6,35	6,38	6,3	6,32	6,38	6,32	6,33	6,36			6,34		
Mover neumático a máquina rodilladora		0,48	0,44	0,45	0,39	0,37	0,47	0,42	0,41	0,42	0,35	0,48	0,44	0,45	0,39	0,37	0,47	0,42	0,41	0,42	0,35	0,42					
Rodillar neumático		1,85	1,89	1,8	1,87	1,88	1,91	1,89	1,85	1,88	1,92	1,85	1,89	1,8	1,87	1,88	1,91	1,89	1,85	1,88	1,92	1,87					
Verificar hoja de ruta		0,15	0,16	0,25	0,22	0,19	0,19	0,14	0,12	0,15	0,11	0,15	0,16	0,25	0,22	0,19	0,14	0,12	0,15	0,11	0,17	0,17					
Seleccionar parches		0,32	0,29	0,33	0,35	0,34	0,33	0,36	0,37	0,3	0,28	0,32	0,29	0,33	0,35	0,34	0,33	0,36	0,37	0,3	0,28	0,33					
Aplicar y cortar goma cojín a los parches		1,16	1,2	1,13	1,12	1,15	1,19	1,26	1,19	1,11	1,16	1,16	1,2	1,13	1,12	1,15	1,19	1,26	1,19	1,11	1,16	1,17					
Aplicar parche en neumático		1,57	1,49	1,48	1,5	1,54	1,59	1,57	1,56	1,38	1,52	1,57	1,49	1,48	1,5	1,54	1,59	1,57	1,56	1,38	1,52	1,52					
Transportar neumático a área de vulcanizado		0,99	0,91	0,94	0,98	1,01	0,9	0,94	0,96	1,1	0,96	0,99	0,91	0,94	0,98	1,01	0,9	0,94	0,96	1,1	0,96	0,97					
Total / Promedio		14,02	13,87	13,92	14,03	13,95	14,14	14,17	13,91	13,77	13,85	14,02	13,87	13,92	14,03	13,95	14,14	14,17	13,91	13,77	13,85	13,963					
Armado y vulcanizado		Seleccionar envoltorio e inlerlo a medida del neumático	0,94	0,94	0,92	1,02	0,95	0,87	0,95	0,93	0,91	0,95	0,94	0,94	0,92	1,02	0,95	0,87	0,95	0,93	0,91	0,95	0,94	1	247,80		
	Colocar envoltorio en neumático	1,38	1,29	1,28	1,41	1,37	1,31	1,43	1,37	1,34	1,39	1,38	1,29	1,28	1,41	1,37	1,31	1,43	1,37	1,34	1,39	1,36					
	Colocar inlerlo en neumático	1,49	1,54	1,52	1,56	1,57	1,54	1,52	1,56	1,58	1,57	1,49	1,54	1,52	1,56	1,57	1,54	1,52	1,56	1,58	1,57	1,55					
	Colocar neumático en monorriel	0,57	0,59	0,54	0,62	0,53	0,52	0,51	0,55	0,58	0,44	0,57	0,59	0,54	0,62	0,53	0,52	0,51	0,55	0,58	0,44	0,55					
	Programar autoclave	0,42	0,44	0,41	0,45	0,35	0,35	0,39	0,51	0,42	0,45	0,42	0,44	0,41	0,45	0,35	0,35	0,39	0,51	0,42	0,45	0,42					
	Introducir neumático en autoclave	0,62	0,58	0,6	0,67	0,54	0,56	0,53	0,57	0,59	0,62	0,62	0,58	0,6	0,67	0,54	0,56	0,53	0,57	0,59	0,62	0,59					
	Vulcanizado	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240,00					
	Retirar neumáticos	2,25	2,24	2,21	2,27	2,17	2,25	2,26	2,25	2,22	2,25	2,24	2,21	2,27	2,17	2,25	2,26	2,25	2,22	2,25	2,22	2,24					
	Transportar neumático a área de pintado	0,17	0,18	0,16	0,17	0,19	0,16	0,15	0,17	0,19	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,19	0,16	0,15	0,17	0,19	0,17	0,17					
	Total / Promedio	247,84	247,8	247,64	248,17	247,77	247,48	247,73	247,92	247,86	247,81	247,84	247,8	247,64	248,17	247,77	247,48	247,73	247,92	247,86	247,81	247,802					
	Pintado e inspección final	Sujetar envase de pintura	0,57	0,56	0,5	0,5	0,63	0,47	0,62	0,6	0,52	0,56	0,57	0,56	0,5	0,5	0,63	0,47	0,62	0,6	0,52	0,56	0,55			1	3,31
Pintar neumáticos		1,57	1,5	1,44	1,54	1,48	1,54	1,58	1,48	1,49	1,56	1,57	1,5	1,44	1,54</												

**Tabla 44***Tiempos mejorados después de la redistribución*

Procesos	Tiempo actual (min)	Tiempo mejorado (min)	Operarios / Maquinas	Unidades	Tiempo unitario (min)
Inspección inicial	4,01	3,38	1	1	3,38
Raspado	8,18	8,08	1	1	8,08
Escareado	27,13	26,93	2	1	13,465
Cementado	2,06	2,02	1	1	2,02
Relleno	4,31	4,03	1	1	4,03
Corte de bandas	8,57	7,49	1	1	7,49
Embandado	9,86	9,81	1	1	9,81
Parchado	6,87	4,15	1	1	4,15
Armado	5,42	5,39	1	1	5,39
Carga de proceso de vulcanizado	1,80	0,59	1	1	0,59
<b>Vulcanizado</b>	<b>240,00</b>	<b>240,00</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
Descarga de proceso de vulcanizado	3,35	2,41	1	1	2,41
Pintado	1,82	0,55	1	1	0,55
Inspección final	3,34	2,75	1	1	2,75
Total	326,70	317,58			76,12

Fuente: Elaboración propia

Con los nuevos tiempos promedio por operación los cuales muestran una reducción no tan significativa de 85,14 a 76,12. determinando el tiempo necesario para reencauchar los 20 neumáticos.

$$P = T_b / T_c$$

Donde:

P: es producción

T<sub>b</sub>: tiempo base o tiempo requerido para la producciónT<sub>c</sub>: tiempo de ciclo o velocidad de producción

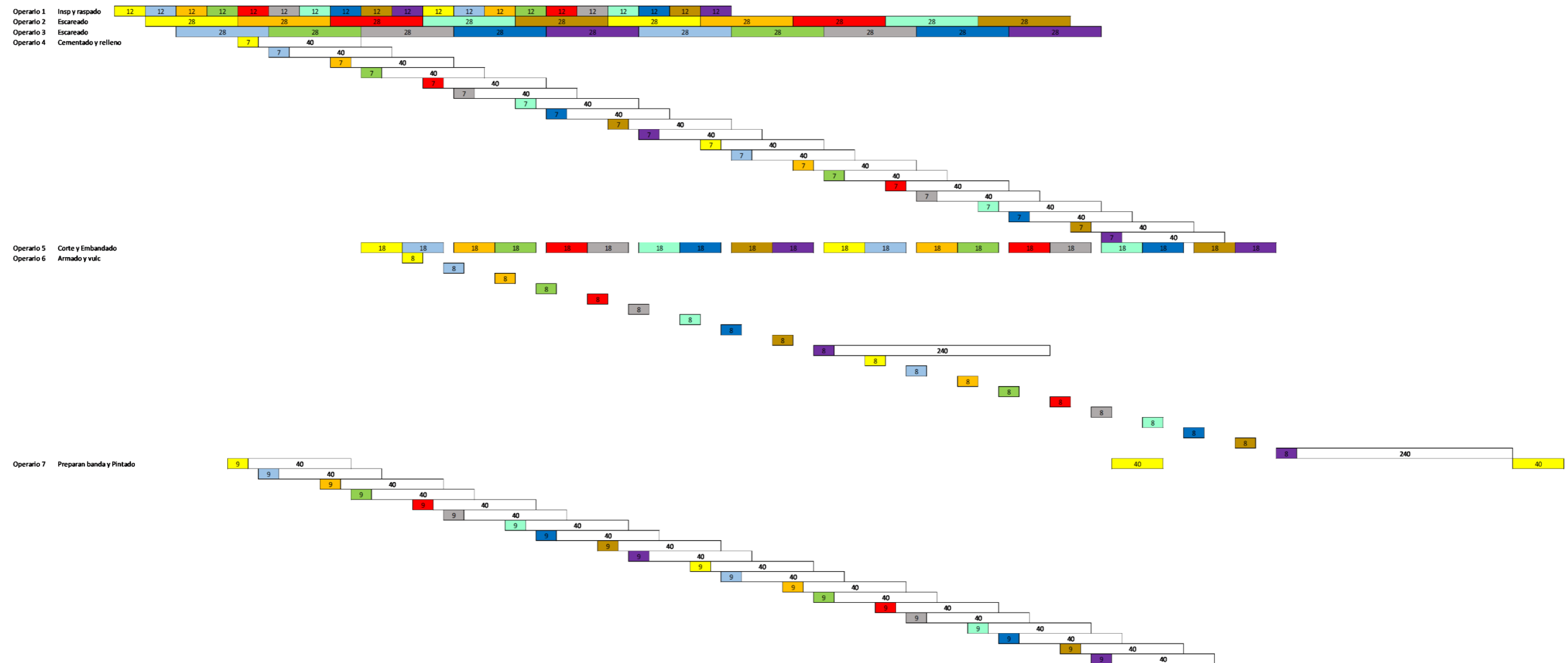
Remplazado los datos:

$$T_b = P \times T_c$$

$$T_b = ((19 * 13.46) + 326,70) / 60$$

$$T_b = 9,70 \text{ horas / día}$$

En la siguiente figura se observa el diagrama OT, en el cual se aprecian las actividades que realizan los operarios durante la jornada laboral, teniendo en cuenta también las unidades a producir que en la actualidad son 20 neumáticos diarios, por lo que el análisis se realiza en base a esto, las celdas en blanco representan tiempos de espera en el proceso, teniendo así que la primera unidad se realiza en 326,70 min y las siguientes en 13,46 min cada una.



**Figura 40, Diagrama OT – Producción actual – 20 neumáticos**  
 Fuente: Elaboración propia



Además, es importante proyectar la demanda, para estimar la capacidad y las ventas propuestas, con el fin de mejorar los ingresos de la empresa y reducir los tiempos muertos de los operarios y la maquinaria, en la siguiente tabla se muestra la demanda actual.

**Tabla 45**  
*Demanda actual y capacidad diaria*

Meses	Producción mensual (und)	Demanda actual (und)	Capacidad diaria (und)
Junio	637	886	20
Julio	620	876	20
Agosto	616	878	20

Fuente: Elaboración propia

Es por esto que se pronostica utilizando los tres métodos: pronóstico lineal, promedio móvil de dos periodos, y promedios ponderados, los cuales se muestran a continuación con el respectivo error de pronóstico.

**Tabla 46**  
*Errores de pronostico*

Periodo	Demanda actual (und)	Pronostico					
		Promedio móvil n=2	Error	Promedio ponderado	Error	Pronostico lineal	Error
1	886	881	5,0	880	6,0	883	3,0
2	876	877	1,0	877	1,0	874	2,0
3	878	880	1,5	879	1,0	876	2,0

Fuente: Elaboración propia

Para la selección del método de error, se determinó mediante el método que presente el menor error (MAD) siendo el método de pronostico lineal, con 7,0 de error.

**Tabla 47**  
*Selección de método de pronostico*

Pronóstico	MAD	MASE	SMAPE	MAE	RMSE
Promedio móvil n=2	7,5	0,4	0,0	2,2	3,2
Promedio móvil ponderado	8,0	0,4	0,0	1,3	1,9
Pronostico lineal	7,0	0,4	0,0	1,0	1,5

Fuente: Elaboración propia

Para la proyección se utilizó el método lineal, debido a la cantidad de datos históricos, y a la naturaleza de estos, por lo que en la siguiente tabla se mostraría una proyección de los siguientes meses.

**Tabla 48***Proyección de la demanda y capacidad diaria propuesta*

Meses	Demanda proyectada (und)	Capacidad diaria propuesta (und)
Setiembre	872	30
Octubre	871	29
Noviembre	867	29
Diciembre	865	29
Enero	862	29
Febrero	859	29
Marzo	856	29
Abril	854	28
Mayo	851	28
Junio	848	28
Julio	845	28
Agosto	842	28

Fuente: Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que la capacidad propuesta estaría entre las 28 y 30 unidades diarias, siendo un horizonte corto el de proyección, es necesario realizar un seguimiento constante a la proyección para acercarse mejor a los valores futuros, por lo que la capacidad propuesta sería de 30 und diarias.

Respecto al resultado obtenido en la mejora no es muy significativo en relación con la situación actual, la reducción en los tiempos no ha generado mucho impacto en cuanto al tiempo requerido para la producción por lo que es necesario realizar un balance de la línea para aumentar la capacidad productiva y reducir costos.

Para calcular el número de operarios requeridos para cada operación es necesario tener en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de producción (IP)} = \frac{\text{Unidades por producir}}{\text{Tiempo base}} = \frac{30 \text{ und}}{8 \text{ h} \times 60 \text{ min}}$$

$$\text{Índice de producción (IP)} = \frac{30 \text{ und}}{480 \text{ min}} = 0,0625 \text{ und/min}$$

$$\text{Número de operarios requeridos (NO)} = [(IP \times Tp) + 1] \times \text{Operarios actuales}$$

De acuerdo con la fórmula anterior, se obtienen los siguientes resultados basados en la restricción de capacidad y teniendo en cuenta al número de operarios

**Tabla 49**

*Número de operarios necesarios*

Procesos	Tiempo promedio (min)	Tiempo base (min)	Operarios actuales	Operarios requeridos
Inspección inicial	3,38	480	1	2
Raspado	8,08	480	1	2
Escareado	26,93	480	2	3
Cementado	2,02	480	1	1
Relleno	4,03	480	1	1
Corte de bandas	7,49	480	1	1
Embandado	9,81	480	1	1
Parchado	4,15	480	1	1
Armado	5,39	480	1	1
Carga de proceso de vulcanizado	0,59	480	1	1
<b>Vulcanizado</b>	<b>240,00</b>	<b>480</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Descarga de proceso de vulcanizado	2,41	480	1	2
Pintado	0,55	480	1	2
Inspección final	2,75	480	1	1
Total	317,58	8 horas	7 op	10 op

Fuente: Elaboración propia

Indicando que para la etapa de inspección inicial y raspado, se requieren dos operarios, para el escareado se requieren 3 operarios, desde relleno y vulcanizado es sólo necesario un

operario por cada operación, para la descarga del vulcanizado se requieren dos operarios, al igual que el pintado, y por último para la inspección final, sólo requiere un operario.

Para el balance de línea teniendo en cuenta los operarios requeridos, se obtienen nuevos indicadores de tiempo unitario, los cuales se muestran en la siguiente tabla

**Tabla 50**

*Tiempos unitarios propuestos*

Procesos	Tiempo mejorado (min)	Operarios	Operarios / Maquinas	Capacidad (unidades)	Tiempo unitario (min)
Inspección inicial	3,38	Op. 1 y 2	2	1	1,69
Raspado	8,08	Op. 1 y 2	2	1	4,04
Escareado	26,93	Op. 3, 4, 5	3	1	8,98
Cementado	2,02	Op. 6	1	1	2,02
Relleno	4,03	Op. 6	1	1	4,03
Corte de bandas	7,49	Op. 6	1	1	7,49
Embandado	9,81	Op. 6	1	1	9,81
Parchado	4,15	Op. 7	1	1	4,15
Armado	5,39	Op. 7	1	1	5,39
Carga de proceso de vulcanizado	0,59	Op. 7	1	1	0,59
<b>Vulcanizado</b>	<b>240,00</b>	<b>Op. 7</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>12,00</b>
Descarga de proceso de vulcanizado	2,41	Op. 8 y 9	2	1	1,21
Pintado	0,55	Op. 8 y 9	2	1	0,28
Inspección final	2,75	Op. 10	1	1	2,75
Total	317,58				64,42

Fuente: Elaboración propia

Para que la línea este más balanceada es necesario la colocación de tres trabajadores más distribuidos según la tabla anterior, también es importante indicar que la operación preparado de bandas, pintado e inspección final lo realiza el mismo operario con lo que suma en la línea un total de 10 operarios.

En este caso si es significativo la reducción del tiempo requerido para el reencauche de los 20 neumáticos quedando tiempo disponible para reencauchar otro lote de 10 llantas y de esa forma aumentaría nuestra capacidad de planta.



A continuación, mostramos la comparación de las tres alternativas:

**Tabla 51**

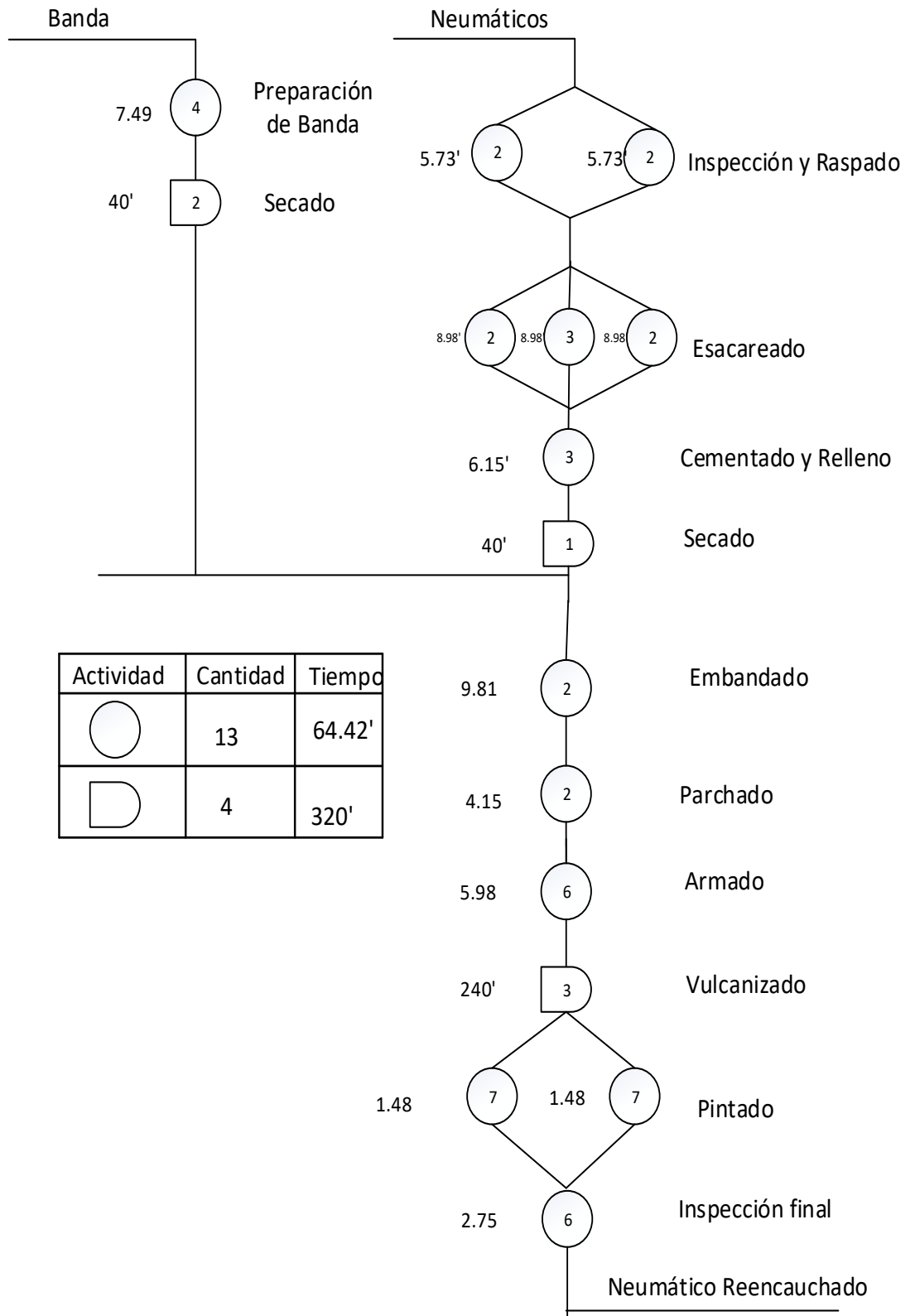
*Comparación de alternativas*

Alternativa	Descripción	N° operarios	Ciclo (min)	Tiempo unitario total (min)	Tiempo total (min)	Producción diaria (und)	Costo MOD (S/)	Productividad mano de obra (und/op)
Situación actual	Condiciones de trabajo actuales	7	13,56	85,14	326,70	20	10 814,00	2,85
Propuesta 1	Mejora en distribución y reducción de tiempo	7	13,46	76,12	317,58	20	10 814,00	2,85
Propuesta 2	Balance de línea	10	9,81	64,42	317,58	30	13 814,00	3,00

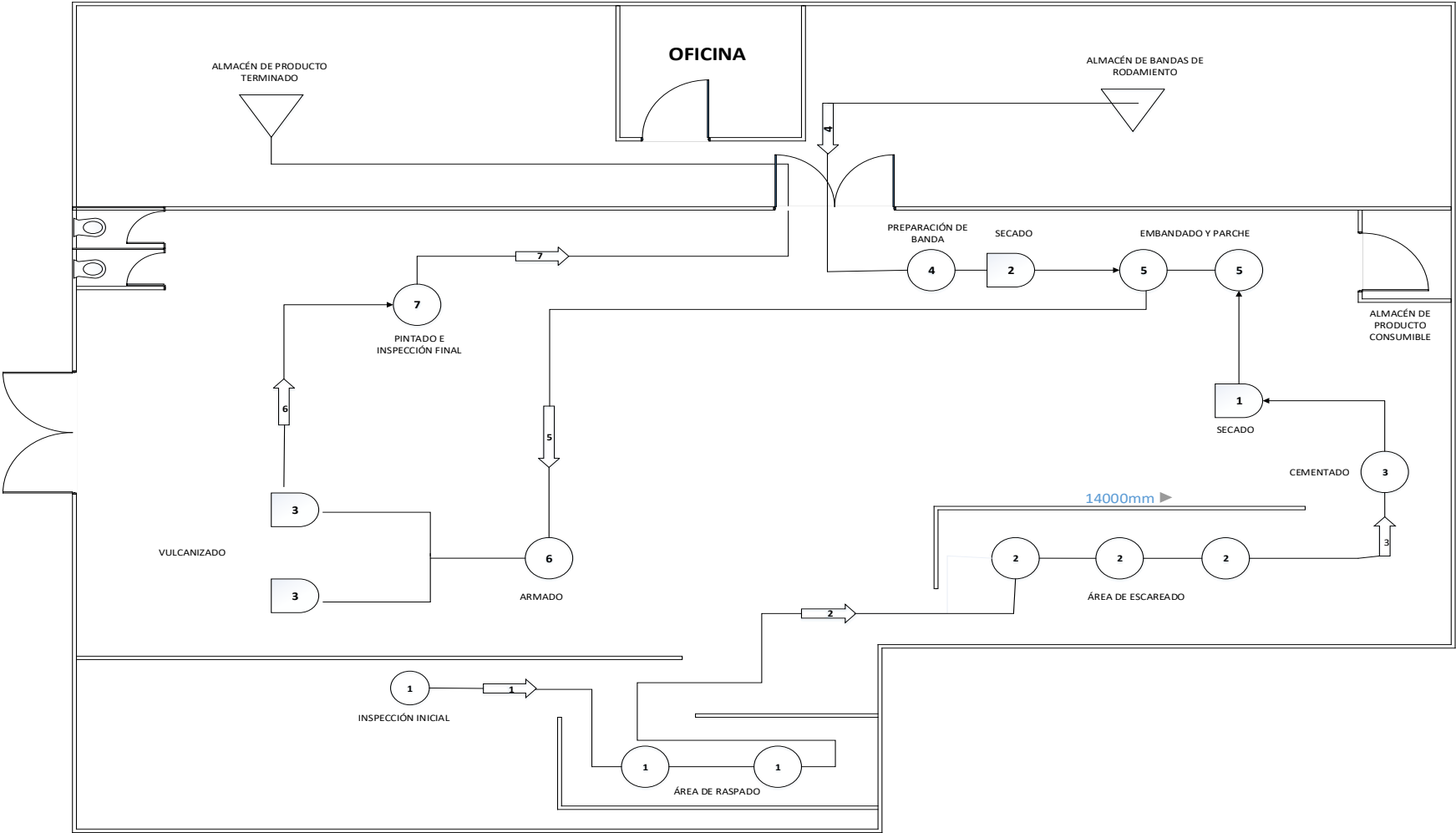
Fuente Elaboración propia

Como podemos observar la segunda alternativa generar un costo total de mano de obra igual al primer caso, el problema con esta alternativa es que solo estaría procesando los 20 neumáticos, con un tiempo de ciclo de 13,46 por unidad, sin embargo en la tercera alternativa si bien es cierto el costo de la mano de obra se ha incrementado porque aumentamos el número de trabajadores pero logramos reencauchar la cantidad de 30 neumáticos diarios con lo que estaríamos aumentado nuestra capacidad productiva, mejorando la atención a los clientes y reduciendo los niveles de inventarios y mejorado nuestro indicador de productividad de mano de obra a 3,0 und/operario por lo que la tercer alternativa es la más indicada.

Diagrama de operaciones de proceso mejorado



Plano definitivo con balance de línea





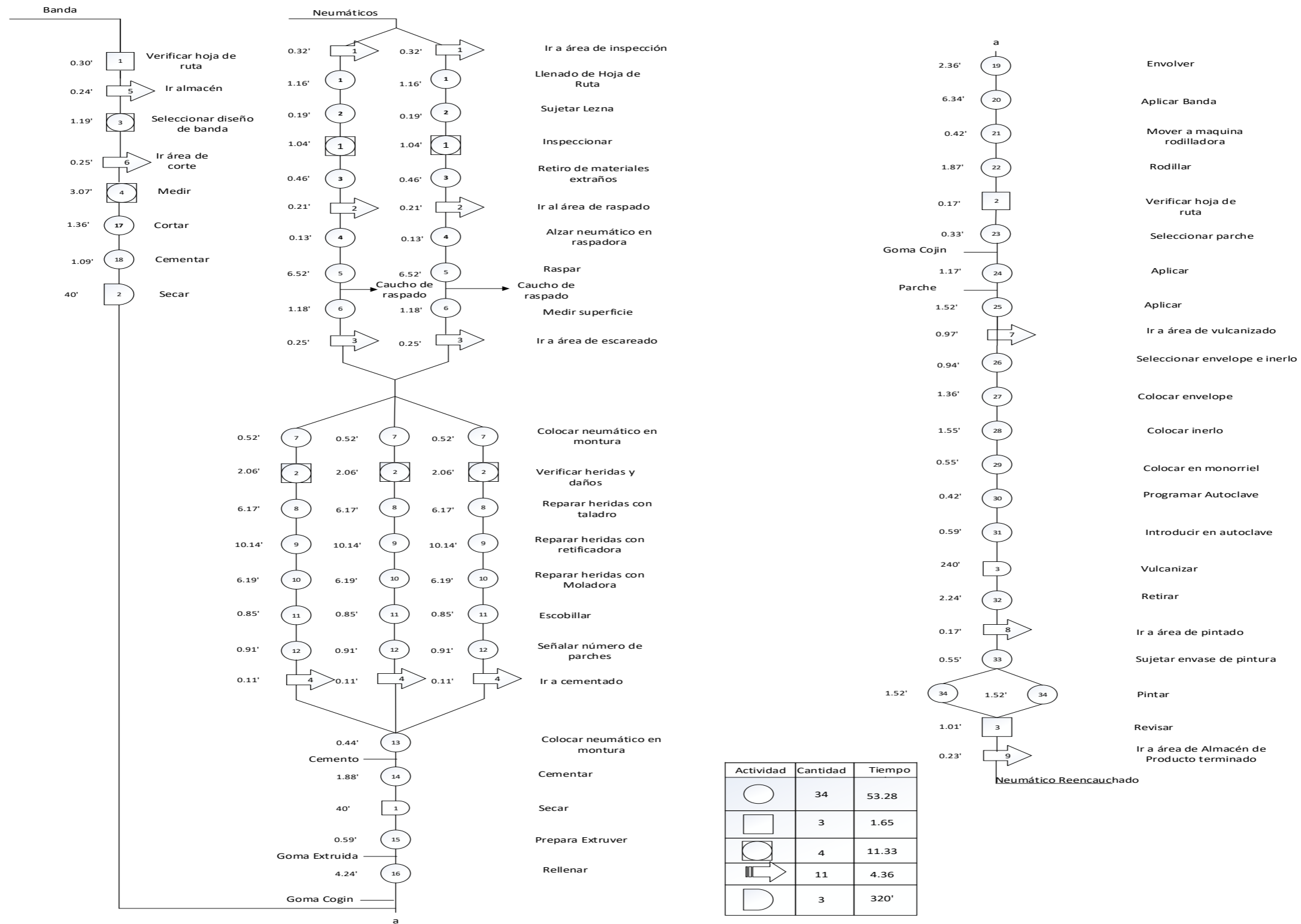
### Paso 3: subordinar todo a la restricción anterior

Este paso consiste en que todo el sistema de producción funcione para esto se alinee a la capacidad de producción respecto de los niveles de inventarios. Tomando en cuenta la información de reporte de producción realizaremos una simulación y determinaremos si con la nueva capacidad de producción es suficiente para atender los servicios de los clientes

Proceso	Descripción de la tarea	Tiempo promedio (TP)	Nro de Ope	TC	Valoración	Tiempo básico	Suplemento %	Tiempo estandar
Inspeccion inicial y raspado	Tralado de neumático al área de inspección inicial	0.32	2	5.73	0.80	4.59	0.14	5.23
	Llenado de hoja de ruta	1.16						
	Sujetar lezna	0.19						
	Inspección total de neumáticos	1.04						
	Retiro de materiales extraños	0.46						
	Transporte del área de inspección a raspado	0.21						
	Alzar neumático en raspadora	0.13						
	Raspar neumático en raspadora	6.52						
	Medir superficie del neumático	1.18						
	Transporte a escareado	0.25						
	Total/Promedio	11.463						
Escareado	Colocar neumático en montura	0.52	3	8.98	0.85	7.63	0.14	8.70
	Verificar heridas y daños	2.06						
	Usar taladro para reparar heridas	6.17						
	Usar rectificadora para reparar heridas	10.14						
	Usar moladora para reparar heridas	6.19						
	Escobillar neumático	0.85						
	Señalar el número de parches necesarios	0.91						
	Transportar a cementado	0.11						
	Total / Promedio	26.934						
	Cementado y relleno	Colocar neumático en montura						
Cementar neumático		1.88						
Secado		40.00						
Preparar extruerver		0.59						
Rellenar neumático con extruerver		4.24						
Total / Promedio		47.153						
Preparado de bandas	Verificación de hoja ruta	0.30	1	47.49	0.90	6.74	0.14	47.69
	Ir a almacen de bandas	0.24						
	Seleccionar diseño de banda	1.19						
	Ir a área de embandado	0.25						
	Medir banda de rodamiento	3.07						
	Cortar banda de rodamiento	1.36						
	Cementar banda de rodamiento	1.09						
	Secado	40.00						
	Total / Promedio	47.492						
	Embandado y aplicar parche	Envolver neumático con cojín laminado						
Aplicar banda de rodamiento		6.34						
Mover neumático a máquina rodilladora		0.42						
Rodillar neumático		1.87						
Verificar hoja de ruta		0.17						
Seleccionar parches		0.33						
Aplicar y cortar goma cojin a los parches		1.17						
Aplicar parche en neumático		1.52						
Transportar neumático a área de vulcanizado		0.97						
Total / Promedio		13.963						
Armado y vulcanizado	Seleccionar envelope e inerlo a medida del neumático	0.94	1	247.80	0.85	6.63	0.14	247.56
	Colocar envelope en neumático	1.36						
	Colocar inerlo en neumático	1.55						
	Colocar neumático en monorriel	0.55						
	Programar autoclave	0.42						
	Introducir neumático en autoclave	0.59						
	Vulcanizado	240.00						
	Retirar neumáticos	2.24						
	Transportar neumático a área de pintado	0.17						
	Total / Promedio	247.802						
Pintado e inspeccion final	Sujetar envase de pintura	0.55	1	3.31	0.90	2.98	0.14	3.39
	Pintar neumáticos	1.52						
	Revisar neumático	1.01						
	Transportar a almacen de producto terminado	0.23						
	Total / Promedio	3.307						

Lo tiempos estándares determinados son muy similares a los tiempos promedios utilizados para determinar la capacidad de la línea por lo que se mantendrán los cálculos realizados.

# Diagrama de análisis de proceso mejorado



#### Paso 4: elevar las restricciones del sistema

Consiste en estandarizar y documentar todo el sistema y para esto como primer punto se estableció los tiempos estándares de producción tomando en cuenta la valoración y las tolerancias en el trabajo, el segundo paso será elaborar el DAP del proceso, así como la descripción del proceso para ser cumplido. Adicional a estos puntos se plantea un programa de capacitación.

##### A. Programa de capacitación

###### Objetivo.

Fortalecer el desarrollo de las competencias de los colaboradores en cuanto a conocimientos, capacidades, habilidades y destrezas mediante la capacitación; que permitan contar con un recurso humano calificado y competente para el cumplimiento de sus funciones y que contribuya al logro de la misión institucional.

###### Alcance.

El proceso está dirigido a todo el personal de planta de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.

**Tabla 52**

*Cuadro de capacitaciones*

ITENS	TEMAS	RESPONSABLE	DURACIÓN	PÚBLICO OBJETIVO	2018		
					Dic.	Ene.	Feb.
1	Normas técnicas del reencauche	Ing. Cesar Valladares	2h	Personal de planta			
2	Procedimientos del proceso de reencauche	Ing. Cesar Valladares	3h	Personal de planta			
3	Estándares de calidad de reencauche	Ing. Cesar Valladares	3h	Personal de planta			
4	Nuevas técnicas de reencauche	Ing. Cesar Valladares	1h	Personal de planta			

Fuente: Elaboración propia.

## B. Incremento de la producción

**Tabla 53**

*Cuadro de producción con incremento de la producción.*

ACTIVIDADES	Tiempo estándar (min/uni)	Lote	Tiempo de trabajo en horas	Tiempo de trabajo/ope.	Tiempo muerto	N° de trab/área	Nro trab	Sueldo/ope.	Sueldo mes
<b>Inspección inicial</b>	4.01	30	3	8	0	2		1584	1584
<b>Raspado</b>	8.19	30	5						
<b>Escareado</b>	27.13	30	9	8	0	3		1798.5	2248.125
<b>Escareado</b>	27.13	30	9	8	0			1199	1498.75
<b>Cementado</b>	2.06	30	1	4	1	1		2038.3	2038.3
<b>Relleno</b>	4.32	30	3						
<b>Corte de bandas</b>	7.25	30	5	5				1308	1308
<b>Embandado</b>	6.90	30	5		2	2	3		
<b>Aplicación de parche.</b>	5.40	30	4	9				1678.6	1678.6
<b>Armado</b>	4.96	30	3						
<b>Carga</b>	1.80	30	1	7	1	1		2158.2	2158.2
<b>Vulcanizado</b>	240	30							
<b>Descarga</b>	3.35	30	2						
<b>Pintado</b>	1.83	30	1	3					
<b>Inspección final</b>	2.38	30	2						
			54	54	2	10		13814,00	13814,00

Fuente:

Elaboración propia.

- Al incrementar la producción se logró reducir los tiempos muertos en las distintas áreas del proceso del reencauche.
- En el área de inspección inicial y raspado se logró disminuir el tiempo muerto a 0 hrs.
- En el área de escareado se incrementó una hora extra por operario.
- En el área de cementado, relleno, pintado e inspección inicial el trabajo será realizado por un operario.
- En el área de corte de bandas, embandado y aplicación de parche se realizó por 2 operarios repartiéndose equitativamente las labores.
- Las tareas de armado, carga y descarga son realizadas por una persona; para que pueda cumplir con su horario de trabajo; el día anterior dejará una carga lista para el día siguiente.

### Productividad Horas - Hombre

$$\text{Hrs. Hombre} = 10 \text{ ope.} * 8 \text{ Hrs.}$$

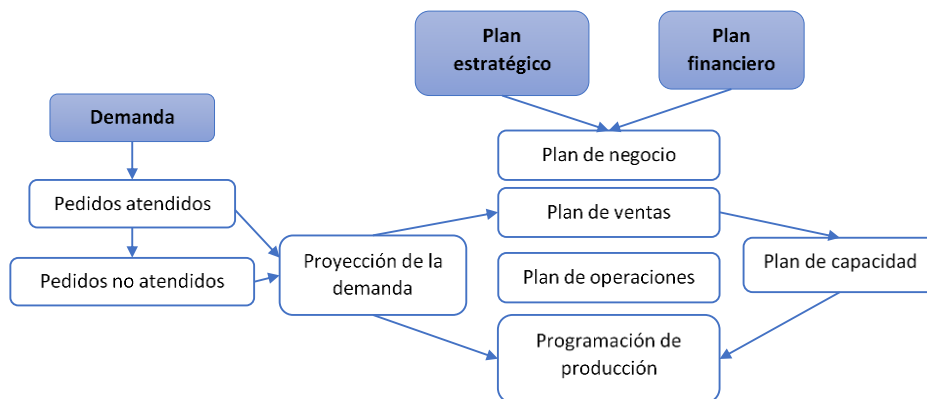
$$\text{Hrs. Hombre} = 80 \text{ hrs}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Hrs. Hombre}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{30 \text{ neumáticos}}{80 \text{ hrs.}}$$

$$\text{Productividad} = 0,375 \text{ und /h-h}$$

Además para mejorar el control de la producción, se debe proponer basar la programación de la producción en base a los pedidos solicitados, y realizar las compras en base al pronóstico de demanda, donde conforme pasen los meses, se pueda obtener una mejor información



**Figura 42.** Plan de negocio propuesto

Fuente: Elaboración propia

El mejorar nuestra capacidad de producción implicó la contratación de más personal, la compra de más materia prima y otros materiales; así como la compra de algunos equipos y herramientas; todas estas compras va a generar un impacto en los costos sin embargo así como los costos incrementan los niveles de ingresos también van incrementar pero en una mayor proporción por el aumento de la capacidad productiva y el costo como la subcontratación y de almacenamiento se reducirán; a continuación se muestra el análisis realizado de los costos respecto de los ingresos.

**Tabla 54**

*Estimación de costos para setiembre, octubre, noviembre*

Costos	Setiembre (S/)	Octubre (S/)	Noviembre (S/)	Clasificación	
Goma extruida	3 565,68	3 565,68	3 565,68	Variable	MI
Goma Cojin laminado	8 578,98	6 249,88	8 763,59	Variable	MI
Banda precurada	222 549,69	222 549,69	222 549,69	Variable	MP
Cemento	4 172,10	2 833,28	4 172,10	Variable	MI
Parches	1 868,96	2 054,68	2 262,98	Variable	MI
Gas	1 600,65	1 563,75	1 600,65	Variable	MI
Electricidad	2 401,78	2 401,78	2 401,78	Fijo	MI
Piedra rosada	59,32	59,32	59,32	Fijo	MI
Tizas	25,41	7,50	12,71	Variable	MI
Utensilios de escareador	57,18	24,09	28,59	Variable	MI
Utensilios de Embandado	8,00	-	8,00	Fijo	MI
Bemcina	27,11	27,11	27,11	Fijo	MI
Implementos de seguridad	1 590,15	1 737,56	2 841,78	Variable	GO
Mantenimiento	6 387,88	6 387,88	6 387,88	Variable	GO
Combustible	3 678,76	3 678,76	3 678,76	Fijo	GO
Transporte	4 175,75	4 175,75	4 175,75	Fijo	GO
Mantenimiento de vehículos	432,56	432,56	432,56	Variable	GO
Útiles de oficina	349,89	349,89	349,89	Variable	GA
Servicios	1 071,49	1 071,49	1 071,49	Variable	GA
Implementación de oficina	150,00	150,00	150,00	Variable	GA
Indumentaria	1 220,33	-	1 220,33	Fijo	GA
Subcontrato	-	-	-	Variable	GO
Personal administrativo	5 116,80	5 116,80	5 116,80	Fijo	GA
Personal de ventas	5 734,08	5 734,08	5 734,08	Fijo	GO
Mano de obra directa	13 814,00	13 814,00	13 814,00	Fijo	MOD
Mano de obra indirecta	2 793,60	2 793,60	2 793,60	Fijo	MOI
Otro personal	2 146,00	2 146,00	2 146,00	Fijo	MOI
Maquinaria	899,78	899,78	899,78	Fijo	GO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se observa la estimación de los costos para una producción de 30 neumáticos por día, siendo así el costo variable proporcional a la producción y teniendo en cuenta la misma clasificación para el análisis de costos para calcular el costo de producción, se debe tener en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Costo de producción (CP)} = \text{MP} + \text{MOD} + \text{CIF}$$

MP: Materia prima

MOD: Mano de obra directa

CIF: Costos indirectos de fabricación (MI + MOI + Otros)

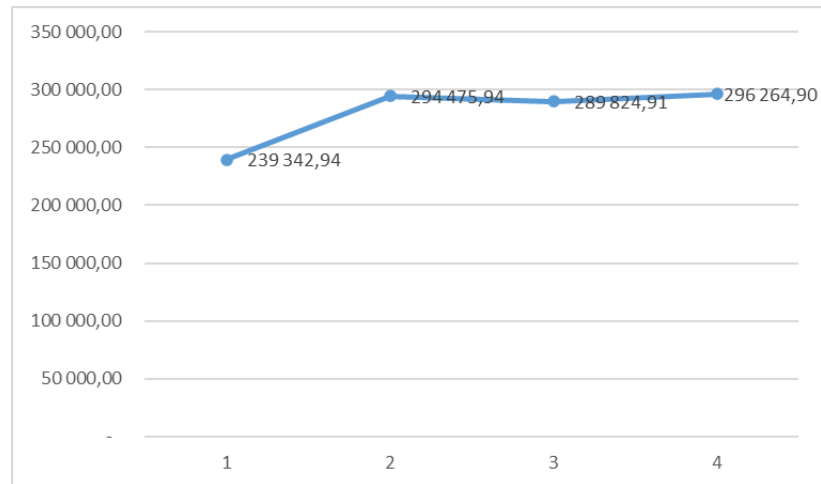
**Tabla 55**

*Costo de producción para setiembre, octubre y noviembre*

Costos	Setiembre (S/)	Octubre (S/)	Noviembre (S/)
MP	222 549,69	222 549,69	222 549,69
MOD	13 814,00	13 814,00	13 814,00
CIF	28 204,56	24 626,45	28 741,88
Costo de producción	264 568,25	260 990,14	265 105,58

Fuente: Elaboración propia

Teniendo que el costo de producción del mes de setiembre es de 264 568,25 soles, 260 990,14 soles para el mes de octubre y 265 105,58 para el mes de noviembre, donde se observa un aumento a consecuencia del incremento de la producción.



**Figura 43:** Costo de producción para setiembre, octubre y noviembre

Fuente: Elaboración propia

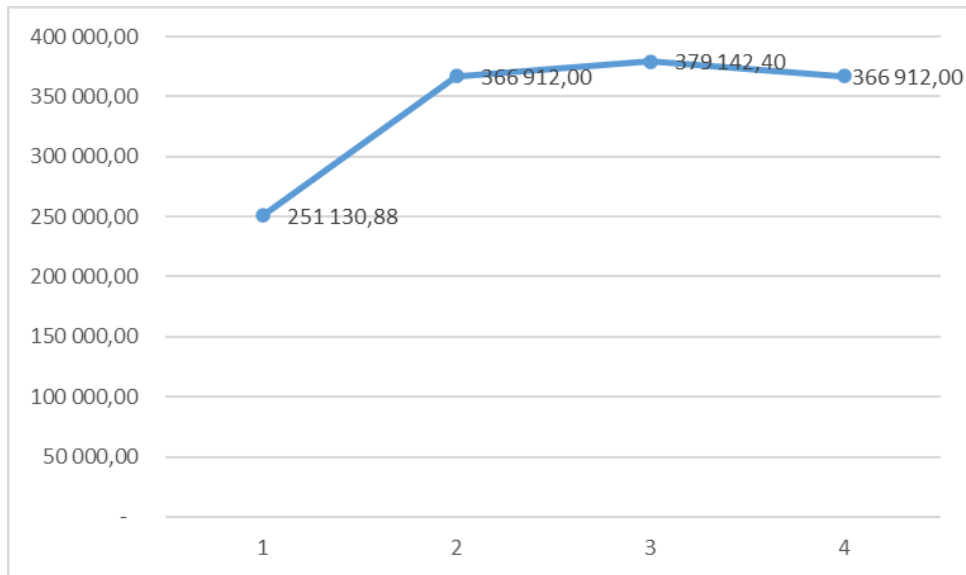
Además se tiene en cuenta la producción mensual y el precio de venta siendo este de 407,68 soles por unidad

**Tabla 56***Indicadores de producción y ventas para setiembre octubre y noviembre*

Costos	Setiembre (S/)	Octubre (S/)	Noviembre (S/)
Producción	900,00	930,00	900,00
Precio de venta	407,68	407,68	407,68
Ventas totales	366 912,00	379 142,40	366 912,00

Fuente: Elaboración propia

El total de ventas totales para el mes de setiembre es de 366 912,00 soles, y para el mes de octubre es de 379 142,40 soles y para noviembre es de 366 912,00 soles,

**Figura 44:** Ventas totales para setiembre, Octubre y noviembre

Fuente: Elaboración propia

Los costos de acuerdo con la estructura de costos nos permiten clasificar según si son fijos o variables.

**Tabla 57***Costos variables y costos fijos para setiembre, octubre y noviembre*

Indicador	Setiembre (S/)	Octubre (S/)	Noviembre (S/)
Costo variable	252 400,64	248 977,93	254 189,59
Costo fijo	42 075,31	40 846,98	42 075,31
Costo Total	294 475,94	289 824,91	296 264,90
Costo unitario	327,20	311,64	329,18

Fuente: Elaboración propia



Para calcular indicador de throughput se tiene en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Throughput} = \text{Precio de venta} - \text{Costo total variable}$$

**Tabla 58**

*Indicadores de Throughput para para setiembre, octubre y noviembre*

Indicador	Setiembre (S/)	Octubre (S/)	Noviembre (S/)
Throughput	114 511,36	130 164,47	112 722,41
Utilidad neta	72 436,06	89 317,49	70 647,10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 59**

*Costo total y costo unitario para para setiembre, octubre y noviembre*

Costos	Setiembre (S/)	Octubre (S/)	Noviembre (S/)
Costo de producción	264 568,25	260 990,14	265 105,58
Gastos operacionales	21 999,18	22 146,59	23 250,81
Gastos administrativos	7 908,51	6 688,18	7 908,51
Costo Total	294 475,94	289 824,91	296 264,90
Costo unitario	327,20	311,64	329,18

Fuente: Elaboración propia

Todos los cálculos realizados como depreciación con la adquisición de los nuevos equipos, gastos en planilla con la contratación del nuevo personal y la estimación en gastos como materia prima, materiales indirectos y otros gastos

### Comparación de indicadores

La siguiente tabla muestra la mejora en cuanto al resultado en los indicadores:

**Tabla 60**

*Comparación de indicadores*

Indicador	Situación actual	Situación propuesta	% Variación
Producción (und)	616	900	31,6%
Ventas (S/)	251 130,88	366 912,00	31,6%
Costo de producción (S/)	200 603,34	264 568,25	24,2%
Costo de producción %	79,88%	72,11%	-10,8%
Costo Total (S/)	239 342,94	296 981,94	19,4%
Costo Unitario (S/)	388,54	329,98	-17,7%
Throughput (S/)	50 863,24	114 511,36	55,6%
Utilidad promedio (S/)	30 031,56	76 631,55	60,8%

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar todos los indicadores son favorables y se ha logrado reducir el costo de 388,54 a 329,98 soles en promedio por neumático es decir el 17,7 %

## Tabla de implementación

En la siguiente tabla se propone las actividades y responsables, donde se tiene un tiempo de implementación de 14 semanas, es decir 4 meses y 2 semanas, se detallan también los costos de materiales, y los de contratación de nuevo personal y capacitación.

**Tabla 61**

*Cronograma de implementación de la propuesta de mejora*

Actividades	Responsable	Indicador / Entregable	Costo (S/)	Tiempo															
				Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Identificar la restricción</b>																			
Recopilación de datos históricos	Tesista	Registros																	
Verificación inicial	Tesista	Registros																	
Aplicación de instrumentos	Tesista / Operarios	Base de datos																	
Toma de tiempos	Tesista	Tiempo promedio																	
Análisis de la información	Tesista	Informe																	
Identificar la restricción	Tesista / Jefe de producción	Propuesta TOC																	
<b>Explotar la restricción</b>																			
Realizar propuesta de redistribución	Jefe de producción	Plano de propuesta	856																
Contratar personal nuevo	Jefe de recursos humanos	Contratos	3000																
Capacitar personal nuevo	Jefe de recursos humanos	% Capacitaciones																	
Realizar compra de materiales	Jefe de logística	Órdenes de compra	19 447,16																
<b>Subordinar la restricción</b>																			
Realizar balance de línea	Jefe de producción	Informe																	
Seguimiento a la propuesta	Jefe de producción / Gerente	% Cumplimiento																	
<b>Elevar la restricción</b>																			
Capacitar al personal de producción	Jefe de producción	% Capacitaciones	1200																
Capacitar al personal de ventas	Jefe de ventas	% Capacitaciones	450																
Establecer nuevos procedimientos	Jefe de producción	Informe																	

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4 Análisis beneficio costo de la propuesta.

El costo beneficio consta de determinar la inversión necesaria para realizar la implementación de la mejora la cual trata de realizar capacitaciones en base a los siguientes temas: normas técnicas del reencauche, procedimientos del proceso de reencauche, estándares de calidad del reencaucha y técnicas de reencauche, la cual tendrían un costo de 1 200 soles. Además de esto se debe tener en cuenta también una capacitación en procedimientos de ventas, la cual tiene un costo de 450 soles.

**Tabla 62**

*Cuadro de capacitación a personal de planta y ventas.*

Ítems	Área	Temas	Costo
1	Producción	Normas técnicas del reencauche	300
2	Producción	Procedimientos del proceso de reencauche	300
3	Producción	Estándares de calidad de reencauche	300
4	Producción	Nuevas técnicas de reencauche	300
5	Ventas	Procedimiento de ventas	450
<b>Total</b>			<b>1650</b>

Fuente: Elaboración propia.

Además, los costos para la redistribución incluyen materiales para la modificación y reubicación de una puerta, para facilitar el acceso a los almacenes, es decir reducir las distancias recorridas, y también materiales para la redistribución, donde se realizaron divisiones de madera contraplacada para el almacén de productos consumibles.

**Tabla 63**

*Costo de redistribución*

Ítems	Temas	Costo
1	Materiales para modificación y reubicación de puerta	300
	Ladrillos (100 und)	50
	Cemento (4 bolsas)	100
	Pintura (1 balde)	100
	Otros materiales (lijas, brochas etc)	50
2	Compra de materiales para redistribución	256
	Plancha de contraplacado (4 und)	216
	Otros (Clavos, ángulos)	40
3	Mano de obra (2 operarios)	300
<b>Total</b>		<b>856</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la estructura de costos con la propuesta es de la siguiente manera, teniendo un costo de inversión total 4000 soles por el incremento de la mano de obra de 3 operarios con 1 000 soles cada uno, y el costo de capacitaciones de 1 650 en total.

**Tabla 64**

*Cuadro estructura de costos con propuesta.*

Costos	Estimación (S/)	Inversión (S/)	Total (S/)
MP	222 549,69		222 549,69
MOD	10 814,00	3 000	13 814,00
CIF	28 204,56		28 204,56
Costo de producción	264 568,25		264 568,25
Gastos de operación	21 999,18		21 999,18
Gastos administrativos	7 908,51	1 650 + 856	10 414,51
Costo total	294 475,94	5 506	296 981,94

Fuente: Elaboración propia.

El costo unitario actual de agosto es de S/. 294 475,94 y de setiembre es de S/. 296 981,94., por lo que diferencia sería el costo de la propuesta de 57 639,00 soles.

**Tabla 65**

*Cuadro resumen de costo.*

Costo	
Costo total setiembre	S/. 296 981,94
Costo total agosto	S/. 294 475,94
Costo total propuesta	S/. 57 639,00

Fuente: Elaboración propia.

En tanto a los beneficios, el incremento si se aplicara la propuesta a diferencia de la utilidad promedio, esta sería de 58 142,12 soles.

**Tabla 66**

*Cuadro resumen de beneficio.*

Beneficio	
Utilidad actual	S/. 11 787,94
Incremento utilidad	S/. 58 142,12
Utilidad propuesta	S/. 69 930,06

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 67***Cuadro relación de costo - beneficio.*

Costo - beneficio		
Costo	S/.	57 639,00
Beneficio	S/.	69 930,06
Relación B/C	S/.	1,21

Fuente: Elaboración propia.

En el beneficio – costo de la propuesta de investigación obtenemos que por cada sol invertido genera una ganancia de 0,21 soles. Demostrando que la propuesta si es viable. El incremento de utilidad que genera esta propuesta es de 58 142,12 soles.

### 3.3 Discusión de resultados

Con la investigación se ha comprobado que la aplicación de la Teoría de restricciones ayudó a analizar el proceso actual del reencauche de la empresa RUEDAMAX donde se detectó tiempos muertos en el proceso de reencauche y personal no calificado, incrementando la utilidad en S/ 58 142,12, en relación con meses anteriores. Así como Almeida (2015) quien analizó el proceso de producción actual logrando incrementar la capacidad en un 50,3 % y reducir los costos en un 27,9% por unidad. Lo mismo utilizaron Barreto y Guerrero (2013) quienes identificaron las principales restricciones que afectaban a dicha empresa obteniendo resultados favorables utilizando esta metodología.

Por otro lado, con la investigación se pudo comprobar que al utilizar teoría de restricciones logramos un beneficio - costo de 1,21 soles, generando beneficios para la empresa. Así mismo en la investigación de León (2013) al utilizar esta metodología lograron un beneficio – costo de 1.59 soles. Con esto afirmamos que el uso de TOC es una metodología muy importante ya que ayuda a una organización a identificar los principales problemas que afectan su interés.

Finalmente, con la investigación realizada se redujo tiempos muertos en el área de producción; aumentando la producción diaria en 10 neumáticos, con lo que se obtuvo un incremento del 60.8% en la utilidad con respecto al último mes. Este resultado corrobora con los resultados de la tesis de Hernández (2015); quien manifiesta que la aplicación de la teoría de restricciones ayudó a mejorar el ritmo de productividad de los trabajadores, logrando la reducción de los costos de producción; su propuesta logró también aumentar la producción de los postes de baja en 28 postes/día y media tensión en 15 postes/día.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

En el diagnóstico se evidenció que las principales causas que afectan económicamente a la empresa son: no cumplen con una producción adecuada según la capacidad de planta que debería tener ya que actualmente su producción es de 20 neumáticos/día, asimismo la empresa se ve perjudicada debido al personal poco capacitado según el puesto de trabajo que ocupa; generando rechazos de productos dentro de la cadena de producción, pérdida de tiempo para los colaboradores y también afectando la calidad del proceso, teniendo un costo de producción promedio unitario de 359,91 soles.

El principal componente que involucra el costo de producción es el costo de materia prima, el cual representa el 82,5% de este, seguido de los costos indirectos de fabricación con un 11,9% y por último los costos de mano con un 5,6%. En referencia a los costos totales, la materia prima representa el 70,8%, los costos indirectos de fabricación y los gastos administrativos, representan el 10,2% y 10,6%, los costos de mano de obra 4,8%

Del trabajo de investigación podemos determinar que se estima un aumento de producción en un 31,6% por lo que la utilidad de la empresa aumentó en S/. 58 142,12, generando liquidez para la empresa, además se muestra un aumento en la utilidad en un 60,8 %. Mediante la propuesta de mejora en el área de producción se determinó aumentar la producción diaria a 30 neumáticos, para aprovechar mejor la restricción, la cual por capacidad se encuentra en el vulcanizado, los costos de producción se redujeron de 388,54 a 329,98 soles es decir en un 17,7% soles por unidad y además se realizó un plan de capacitación con lo que se mejoraran los indicadores de la empresa.

En tanto al costo beneficio, se obtuvo que un indicador de 1,21, es decir por cada sol invertido se recuperarían 0,21 céntimos, señalando que es una propuesta técnica y económica viable, además se incrementa la utilidad en 58 142,12 soles.

## **4.2 Recomendaciones.**

- Se recomienda a la empresa seguir mejorando continuamente, en base a los diagnósticos situacionales que puede aplicar con el fin de ver el progreso de sus acciones para mejorar su competitividad en el mercado, también se sugiere que se realice un plan mantenimiento a la maquinaria, así como también se realice una inspección de los sensores con los que trabajan las máquinas para asegurarse de que estos funcionen en óptimas condiciones, y así evitar imprevistos que afecten la producción
  
- Se recomienda realizar estudios constantes sobre el uso de recursos para optimizar el proceso y reducir los costos de producción y sus componentes que puede incurrir no gestionarlos bien, además de buscar siempre propuestas de solución.
  
- Se recomienda aplicar la propuesta de mejora utilizando la teoría de restricciones, teniendo como principal incentivo la reducción de costos producción y aumento de la productividad, la cual se sustenta hallando la variación del incremento de las utilidades, así como también mejorar la utilización de la materia prima y de la mano de obra, de tal manera que se logre identificar las nuevas restricciones que limitan y así lograr la rentabilidad esperada por la empresa.
  
- Se recomienda a la empresa analizar la situación económica para identificar los costos que lleva el proceso productivo, además de realizar una correcta gestión tributaria y financiera



## V. REFERENCIAS.

- Santana, N. (2013). Mejora en los costos operativos de una empresa manufacturera a través del rediseño del sistema de control y manejo de inventario. *UCE Ciencia. Revista de postgrado*. 1(3). Recuperado de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/17-61-1-PB%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/17-61-1-PB%20(5).pdf).
- Barreto, J y Ramírez, A. (2015). Sistema de analisis de costos para el mejoramiento del proceso de reencauche de llantas de camion para la empresa SOMECO LTDA. (Tesis de pregrado). Universidad Javeriana, Colombia. Recuperado de [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/8442/Sistema\\_analisis\\_costos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/8442/Sistema_analisis_costos.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Rojas, M; Valencia, M y Cuartas, D. (2017). Optimización racional de costos. *Revistaespacio.com*.38(39). Recuerdo de <http://www.revistaespacios.com/a17v38n39/a17v38n39p34.pdf>.
- Vargas, J. (2015). ¿Cómo hizo Cementos Pacasmayo para ganar más si vendió menos? *El comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/negocios/hizo-cementos-pacasmayo-ganar-vendio-236465>.
- Gavelán, J. (2014). Sistema de costos en MYPES industriales y de servicios en condiciones de desorganización. *Quipukamayoc*. 22(41) pp. 121-134. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/viewFile/10077/8818>.
- Mariluz, O. (2017). El 62% de empresas planea reducir costos, ¿cómo impactará en el empleo? *RPP Noticias*. Recuperado de <http://rpp.pe/economia/economia/el-62-de-empresas-planea-reducir-costos-como-impactara-en-el-empleo-noticia-1056719>.

- Solis, A. (2016). Propuesta de un sistema de costos por procesos para la toma de decisiones en la Empresa Pesquera Artesanal José Manuel. *Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*. Recuperado de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/893>.
- Almeida, C. (2015). *Aplicación de la Teoría de las Restricciones a una Empresa de Caucho*. Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador., Ecuador.
- Asociación Nacional de Empresas de Aguas de Bebida Envasada. (21 de Enero de 2015). *Bebe Agua Mineral*. Recuperado el 6 de Mayo de 2018, de <http://www.bebeaguamineral.com/lo-sabias-espana-es-el-septimo-pais-productor-de-agua-mineral-en-europa/>
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros* (duodécima ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Cuevas, C. (2010). *Contabilidad de Costos: Enfoque Gerencial y de gestión* (Tercera ed.). Colombia: PEARSON EDUCACIÓN.
- Díaz Cubas, C. J., & Santa Cruz Pérez, C. M. (2017). *Diseño de un plan de mejora basado en la teoría de restricciones para aumentar la productividad en el área de producción de la Embotelladora WARA*. Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Lambayeque.
- El País. (5 de Mayo de 2015). *El agua que cuesta mil millones*. Recuperado el 3 de Mayo de 2018, de [https://elpais.com/economia/2015/04/30/actualidad/1430406588\\_383836.html](https://elpais.com/economia/2015/04/30/actualidad/1430406588_383836.html)
- Gálvez Suárez, M. D. (2017). *Propuesta de implementación de la teoría de restricciones en el diseño de la cadena de suministro en almacenes para reducir los costos en una empresa de alimentos balanceados para mercado acuícola*. Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Trujillo, La Libertad, Perú.
- Hernández Vásquez, N. (2015). *Propuesta de mejora de la Producción para la Empresa Tubos y Postes Chiclayo S.R.L. aplicando la Teoría de Restricciones*. Chiclayo, Lambayeque.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor* (8 ava. ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.

- La República. (6 de Febrero de 2016). *Venta de agua en botella mueve US\$10.237 millones*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de <https://www.larepublica.co/globoeconomia/venta-de-agua-en-botella-mueve-us10237-millones-2347431>
- León Caballero, M. d. (2013). *Propuesta de implementación de la teoría de restricciones para incrementar la eficiencia del sistema logístico del área de procura e importaciones de la Empresa GYM S.A.* Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Trujillo, La Libertad, Perú.
- Penagos, J. A. (2012). *Teoría de Restricciones Aplicada a Empresas Manufactureras y de Servicios*. Tesis de Pregrado, Universidad Libre de Barranquilla., Colombia.
- PerúRetail. (27 de Setiembre de 2017). *Para el 2020, el 50 % del portafolio de Arca Continental Lindley van a ser bebidas 'zero' y bajas calorías en Perú*. Recuperado el 26 de Abril de 2018, de <https://www.peru-retail.com/portafolio-arca-continental-lindley-bebidas-zero-y-bajas-calorias-peru/>
- Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, A., & Kole, M. (1997). *Contabilidad de Costos: Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales* (Tercera ed.). Colombia: McGraw Hill.
- Yan Huang, S. (2013). The application of the theory of constraints and activity-based costing to business excellence: the case of automotive electronics manufacture firms. *Total Quality Management & Business Excellence*, 25, 5-6.

## ANEXOS.

### Anexo 1. Entrevista.

**ENTREVISTA**

Nombre: Cesar Michel Valladares Garcia Cargo: JEFE DE PIATA  
Tiempo en el cargo: \_\_\_\_\_ Fecha : 17 / 09 / 2018

**Objetivo:** Conocer y analizar los factores estratégicos que afectan planificación y control de la producción.  
**Instrucciones:** responda con la mayor veracidad y objetividad posible, cada una de las respuestas.

1. ¿En el proceso de rencauche se dispone de todos los recursos necesarios o hay algún recurso que no se dispone tan fácilmente?  
- EN INSPECCION INICIAL Y O INSPECCION FINAL SE REQUIERE UNA INSPECCIONADORA.
2. ¿Qué proceso cree usted que consume más recursos?  
- ESCAREADO  
- Por la cantidad de accesorios y ~~herramientas~~ que se utilizan
3. ¿Qué proceso considera Usted que es el más crítico, por qué?  
- ESCAREADO  
- MUCHO DEPENDE DEL ESTADO DE LA LLANTA PORQUE CUANDO LA LLANTA ESTA MUY DAÑADA REQUIERE MAS TIEMPO.
4. ¿Qué proceso es el que requiere más tiempo?  
- ESCAREADO
5. ¿Considera que el actual proceso de rencauche de llantas es eficiente o productivo?  
- NO LO CONSIDERO EFICIENTE NI PRODUCTIVO
6. ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan en el rencauche de llantas y que estarían afectando a la productividad de la empresa?  
- FALTA DE ORDEN Y ORGANIZACION EN EL PROCESO.

**Figura 45:** Entrevista.

Fuente: Elaboración propia.

7. ¿El proceso de rencauche es planificado y estandarizado?

SI

8. ¿Cuál es el tiempo promedio de rencauche por llanta?

\* SI SOLO CONTAMOS DESDE QUE ENTRA LA LLANTA DE INSPECCION FINAL ESTA ENBUNDADO ES UN PROMEDIO DE 2 HORAS Y CONTANDOLE 4 HORAS DE VULCANISADO EN TOTAL SON 6 HORAS

9. ¿Qué tipo, modelo o marca de llanta es la más difícil de rencauchar y por qué?

\* SIEMPRE LAS LLANTAS QUE TRABAJAN EN TROCHA SON LAS MAS DIFICILES Y SI SON ETINAS A UN PEOR

10. ¿Considera que el ambiente de trabajo como infraestructura, orden y limpieza es el ideal?

\* NO

11. ¿Existen paros debido a fallas de la maquinaria? ¿cada cuánto tiempo ocurre?

\* SEMANAL

12. ¿Qué tipo, modelo o marca de llanta es la que más se rencaucha?

\* GOOD YEAR

13. ¿Conoce la Capacidad de Producción de la planta? ¿Cuál es?

\* 30 LLANTAS DIARIAS

14. ¿En cuanto a los costos de producción que cree que esta generando el mayor costo y que se podría mejorar?

\* EN CUANTO A COSTOS SE PODRIA REDUSIR EN EL EXTRUÍDO. SE PODRIA SOLO APLICAR LO NECESARIO EN DIFERENTES DAÑOS, TIENE MUCHA IMPORTANCIA LA MAQUINA CON QUE SE TRABAJA.

¡Gracias por su colaboración!

Figura 46: Entrevista

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2. Encuesta.

**ENCUESTA:**

**Objetivo:** Conocer y analizar los factores estratégicos que afectan planificación y control de la producción.

1. ¿Cree usted que la falta o la poca disponibilidad de recursos está afectando a la eficiencia del proceso de rencauche de llantas?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Indiferente
  - d. De acuerdo
  - e. Muy de acuerdo
  
2. ¿El uso de materiales por producto es eficiente?
  - a. Nunca
  - b. A veces
  - c. A menudo
  - d. Casi siempre
  - e. Siempre
  
3. ¿Está de acuerdo en decir que el actual proceso de rencauche de llantas es ineficiente?
  - a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Indiferente
  - d. De acuerdo
  - e. Muy de acuerdo

**Figura 47:** Encuesta.

Fuente: Elaboración propia



4. ¿Está de acuerdo en decir que el actual proceso de rencaucho se realiza de manera desordenada sin una planificación?
- a. Totalmente en desacuerdo
  - b. En desacuerdo
  - c. Indiferente
  - d. De acuerdo
  - e. Muy de acuerdo
5. ¿Qué cree usted que podría estar afectando a la eficiencia en el proceso de rencauche de llantas?
- a. Falla de maquinas
  - b. Falta de algunos materiales
  - c. Mala distribución de las áreas de trabajo
  - d. Falta organización en el trabajo
  - e. Accidentes frecuentes
  - f. Herramientas en mal estado
6. ¿Tienen un control en el proceso de producción?
- a. Nunca
  - b. A veces
  - c. A menudo
  - d. Casi siempre
  - e. Siempre
7. ¿Se presentan paradas en el proceso de producción?
- a. Nunca
  - b. A veces
  - c. A menudo
  - d. Casi siempre
  - e. Siempre

**Figura 48:** Encuesta

Fuente: Elaboración propia

8. ¿Utilizan toda la capacidad de sus máquinas y equipos?

SI  NO

9. ¿Cuentan con un programa de mantenimiento?

SI  NO

10. ¿Cree usted que las actividades asignadas están bien distribuidas?

- a. Totalmente en desacuerdo
- b. En desacuerdo
- c. Indiferente
- d. De acuerdo
- e. Muy de acuerdo

¡Gracias p

**Figura 49:** Encuesta

.Fuente: Elaboración propia



Anexo 3. Guía de observación.

**GUIA DE OBSEVACIÓN**


**Objetivo:** Observar si el proceso es el adecuado en relación a los costos de producción.

Documento	Existe		Se Actualiza		Observación
	Si	No	Si	No	
1. Diagrama de operaciones de procesos		X			
2. Plan de producción mensual		X			
3. Programa de producción semanal		X			
4. ¿Utilizan adecuadamente los recursos?		X			
5. Plan de requerimiento de materiales mensual	X				
6. ¿Los pedidos son atendidos justo en el momento en el que el cliente lo solicita?		X			
7. ¿El personal está capacitado?		X			
8. ¿Existen tiempos ociosos?	X				
9. ¿Las funciones de los operarios están distribuidas adecuadamente?		X			
10. ¿Tienen un adecuado control de inventarios?		X			

**Figura 50:** Guía de observación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Validación de los instrumentos.


**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Quiroz Orejo Carlos Orejo

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente - Universidad Señor de Sipán

Nombre del instrumento a validar: Encuesta

Autor del instrumento: Cubas Herrera Keydel - Tamillo Castro Karen

Título del Proyecto de Tesis: Aplicación de la Teoría de Restricciones para reducir los costos de producción en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L - Chiclayo

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				
Viabilidad	Es viable su aplicación				

**Valoración**  
Puntaje: (De 0 a 20) .....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Bueno.....

**Observaciones**  
.....  
.....

Fecha: .....  
Firma: .....  
No. Colegiatura 32013

**Figura 51:** Validación de los instrumentos

Fuente: Elaboración propia

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Quiros Orrego Carlos Alberto  
 Grado Académico: Magister  
 Cargo e Institución: Docente - Universidad Señor de Sipán  
 Nombre del instrumento a validar: Entrevista  
 Autor del instrumento: Cubas Herrera Krystel - Tarrillo Castro Karen  
 Título del Proyecto de Tesis: Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de producción en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L. - Chidayo

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				
Viabilidad	Es viable su aplicación				

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) .....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Bueno.....

Observaciones

.....

Fecha:

Firma: 

No. Colegiatura 32013

Figura 52: Validación de los instrumentos

Fuente: Elaboración propia



**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Vargas Sagastegui Joel David  
 Grado Académico: Magister  
 Cargo e Institución: Docente - Universidad Señor de Sipán  
 Nombre del instrumento a validar: Cuestionario  
 Autor del instrumento: Cubas Horacio, Jusica Krystal - Tawello Santos Karim H.  
 Título del Proyecto de Tesis: Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de producción en la imprenta RUEDAMAX S.I.R.L - Chiclayo

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				17
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				17
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) .....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Bueno.....

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha: .....

Firma: .....

No. Colegiatura

*Joel D. Vargas Sagastegui*  
**Joel D. Vargas Sagastegui**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 48252

**Figura 53:** Validación de los instrumentos

Fuente: Elaboración propia

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Vargas Sagastegui, Joel David  
 Grado Académico: Magister  
 Cargo e Institución: Docente - Universidad Señor de Sipán  
 Nombre del instrumento a validar: Encuesta  
 Autor del instrumento: Cuba Herrera, Jessyca K. - Taxillo Castro, Karim M.  
 Título del Proyecto de Tesis: Aplicación de la Teoría de restricciones para reducir costo de producción en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L.- Chiclayo

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			15	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				16
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) .....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Bueno.....

Observaciones

.....  
 .....

Fecha:

Firma: 

No. Colegiatura

Joel D. Vargas Sagastegui  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 CIP. 48252

Figura 54: Validación de los instrumentos

Fuente: Elaboración propia

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Arascue Becerra Manuel Alberto  
 Grado Académico: Magister  
 Cargo e Institución: Docente - Universidad Señor de Sipán  
 Nombre del instrumento a validar: Entrevista  
 Autor del instrumento: Cubas Herrera Krystal - Tarrillo Castro Karen  
 Título del Proyecto de Tesis: Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de Producción en la empresa RUEDAMAX EIRL - Chilayo

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				
Viabilidad	Es viable su aplicación				

Valoración  
 Puntaje: (De 0 a 20) ..... 15  
 Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Bueno..... 15

Observaciones  
 .....

Fecha: [Firma]  
 Firma: [Firma]  
 No. Colegiatura CIP 41882

Figura 55: Validación de los instrumentos

Fuente: Elaboración propia



**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Arasque Baccera Manuel Alberto  
 Grado Académico: Magister  
 Cargo e Institución: Docente - Universidad Señor de Sipán  
 Nombre del instrumento a validar: Questionario  
 Autor del instrumento: Cubas Herrera Krystel - Tarrillo Castro Karen  
 Título del Proyecto de Tesis: Aplicación de la teoría de restricciones para reducir los costos de producción en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L - Chiclayo

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				
Viabilidad	Es viable su aplicación				

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) ..... 15  
 Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) ..... Bueno ..... 15

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha: 11/02/19  
 Firma: [Firma]  
 No. Colegiatura CSP 41882

**Figura 56:** Validación de los instrumentos

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 5. Cuadro de incidencias.

Cuadro de incidencias								
Fecha	Tipo de Aro	Incidente	Área	Tiempo perdido	COSTOS			
					Material	MOD	OTROS	TOTAL
03-ago	20	Rechazo de neumático a causa de que esta fuera de límite de reparación	Escareado	1.33 hr	S/. 2.69	S/. 7.31		S/. 10.00
03-ago	20	Casco soplado	Raspado	0.25 hr	S/. 0.17	S/. 1.80		S/. 1.97
10-ago	22.5	Hombro soplado	Escareado	0.67 hr	S/. 2.07	S/. 3.92		S/. 5.99
13-ago	22.5	Exceso de parches	Escareado	0.84 hr	S/. 2.47	S/. 5.21		S/. 7.68
20-ago	20	Corona Soplado	Escareado	1 hr	S/. 2.07	S/. 7.88		S/. 9.94
20-ago	22.5	Cortes con cables expuestos	Escareado	1.42 hr	S/. 2.69	S/. 10.29		S/. 12.98
26-ago	20	Casco agrietado	Escareado	0.75 hr	S/. 2.07	S/. 5.89		S/. 7.96
09-sep	22.5	Casco soplado	Escareado	0.58 hr	S/. 2.07			S/. 2.07
09-sep	22.5	Daño grande	Escareado	0.67 hr	S/. 2.07	S/. 3.92		S/. 5.99
15-sep		Falla mecánica del extruwer	Embandado	0.33		S/. 2.22		S/. 2.22
06-oct	20	Rechazo de neumático a causa de exceso de heridas	Escareado	1 hr	S/. 2.07	S/. 7.88		S/. 9.94
16-oct		Descarga eléctrica al momento de manipular switch	Escareado	0.25 hr		S/. 1.80		S/. 1.80
26-oct		Falla mecánica del extruwer	Embandado	0.33		S/. 2.22		S/. 2.22
05-nov		Inasistencia de 2 colaboradores, afectando la cantidad de producción diaria.					S/. 674.91	S/. 674.91
06-nov		Inasistencia de 1 colaborador, afectando la cantidad de producción diaria.					S/. 337.45	S/. 337.45
07-nov		Inasistencia de 1 colaborador, afectando la cantidad de producción diaria.					S/. 337.45	S/. 337.45
08-nov		Inasistencia de 1 colaborador, afectando la cantidad de producción diaria.					S/. 337.45	S/. 337.45
09-nov		Inasistencia de 2 colaboradores, afectando la cantidad de producción diaria.					S/. 674.91	S/. 674.91
10-nov		Falla del sistema eléctrico de extruwer	Embandado	0.5 hr	S/. 3.37			S/. 3.37
10-nov	22.5	Devolución de 4 neumáticos, a causa de no vulcanizar el neumático a tiempo.	Vulcanizado	0.2	S/. 1,360.76			S/. 1,360.76
TOTAL								S/. 3,807.07

**Figura 57:** Cuadro de incidencias.

Fuente: Elaboración en base a datos obtenidos de la empresa



## Anexo 5. Estudio de tiempos.

INSPECCIÓN INICIAL																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Traslado de neumático al área de inspección inicial	0,33	0,41	0,4	0,49	0,25	0,3	0,26	0,32	0,35	0,2	0,33	0,41	0,4	0,49	0,25	0,3	0,26	0,32	0,35	0,2	3,64	0,33
Llenado de hoja de ruta	1,1	1,08	1,09	1,1	1,35	1,21	1,2	1,23	1,21	1,36	1,1	1,08	1,09	1,1	1,35	1,21	1,2	1,23	1,21	1,36	13,0	1,18
Sujetar lezna	0,3	0,17	0,15	0,16	0,16	0,25	0,23	0,12	0,15	0,17	0,3	0,17	0,15	0,16	0,16	0,25	0,23	0,12	0,15	0,17	2,16	0,20
Inspección total de neumáticos	1,01	1,05	1,07	1,08	1,03	1,04	1,05	1,02	1,06	1,07	1,01	1,05	1,07	1,08	1,03	1,04	1,05	1,02	1,06	1,07	11,49	1,04
Retiro de materiales extraños	0,5	0,49	0,46	0,44	0,49	0,45	0,5	0,49	0,48	0,49	0,5	0,49	0,46	0,44	0,49	0,45	0,5	0,49	0,48	0,49	5,3	0,48
Total / Promedio	3,24	3,2	3,17	3,27	3,28	3,25	3,24	3,18	3,25	3,29	3,24	3,2	3,17	3,27	3,28	3,25	3,24	3,18	3,25	3,29	35,61	3,24

Figura 58: Estudio de tiempos de inspección inicial.

Fuente: Elaboración propia.

RASPADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Transporte del área de inspección a raspado	0,33	0,16	0,25	0,23	0,16	0,13	0,16	0,25	0,34	0,16	0,15	0,33	0,16	0,25	0,23	0,16	0,13	0,16	0,25	0,34	0,16	0,15
Alzar neumático en raspadora	0,17	0,15	0,15	0,12	0,16	0,1	0,15	0,14	0,16	0,14	0,19	0,17	0,15	0,15	0,12	0,16	0,1	0,15	0,14	0,16	0,14	0,19
Raspar neumático en raspadora	6,45	7,06	6,48	6,15	6,69	6,99	6,46	6,1	6,4	6,34	6,51	6,45	7,06	6,48	6,15	6,69	6,99	6,46	6,1	6,4	6,34	6,51
Medir superficie del neumático	0,93	1,02	1,28	1,59	1,06	1,05	1,21	1,35	1,23	1,15	1,22	0,93	1,02	1,28	1,59	1,06	1,05	1,21	1,35	1,23	1,15	1,22
Transporte a escareado	0,66	0,38	0,42	0,46	0,42	0,35	0,4	0,52	0,28	0,66	0,59	0,66	0,38	0,42	0,46	0,42	0,35	0,4	0,52	0,28	0,66	0,59
Total/promedio	8,54	8,77	8,58	8,55	8,49	8,62	8,38	8,36	8,41	8,45	8,66	8,54	8,77	8,58	8,55	8,49	8,62	8,38	8,36	8,41	8,45	8,66

Figura 59: Estudio de tiempos de raspado.

Fuente: Elaboración propia.

ESCAREADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Colocar neumático en montura	0,5	0,53	0,52	0,54	0,5	0,53	0,54	0,51	0,5	0,54	0,5	0,53	0,52	0,54	0,5	0,53	0,54	0,51	0,5	0,54	5,7	0,52
Verificar heridas y daños	2,01	2,04	2,05	1,99	2,09	2,05	2,1	2,04	2,03	2,1	2,01	2,04	2,05	1,99	2,09	2,05	2,1	2,04	2,03	2,1	22,51	2,05
Usar taladro para reparar heridas	6,25	6,2	6,15	6,1	6,18	6,2	6,19	6,16	6,13	6,07	6,25	6,2	6,15	6,1	6,18	6,2	6,19	6,16	6,13	6,07	67,88	6,17
Usar retificadora para reparar heridas	10,49	10,36	10,26	9,36	10,05	10,3	10,09	10,24	10,18	10,15	10,49	10,36	10,26	9,36	10,05	10,3	10,09	10,24	10,18	10,15	112,0	10,18
Usar moladora para reparar heridas	6,1	6,11	6,12	6,7	6,15	6,3	6,16	6,1	6,14	6,16	6,1	6,11	6,12	6,7	6,15	6,3	6,16	6,1	6,14	6,16	68,1	6,19
Escobillar neumático	0,89	0,9	0,49	0,99	0,97	0,79	0,94	0,89	0,97	0,86	0,89	0,9	0,49	0,99	0,97	0,79	0,94	0,89	0,97	0,86	9,58	0,87
Señalar el número de parches necesarios	1,03	0,98	0,87	0,98	0,95	0,69	0,97	0,89	0,9	0,97	1,03	0,98	0,87	0,98	0,95	0,69	0,97	0,89	0,9	0,97	10,3	0,93
Transportar a cementado	0,22	0,26	0,25	0,29	0,32	0,36	0,28	0,27	0,32	0,3	0,22	0,26	0,25	0,29	0,32	0,36	0,28	0,27	0,32	0,3	3,1	0,28
Total / Promedio	27,49	27,38	26,71	26,95	27,21	27,22	27,27	27,1	27,17	27,15	27,49	27,38	26,71	26,95	27,21	27,22	27,27	27,1	27,17	27,15	299,14	27,19

**Figura 60:** Estudio de tiempos de escareado.

Fuente: Elaboración propia.

CEMENTEDO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Colocar neumático en montura	0,4	0,45	0,53	0,42	0,49	0,47	0,36	0,6	0,46	0,39	0,4	0,45	0,53	0,42	0,49	0,47	0,36	0,6	0,46	0,39	9,14	0,65
Cementar neumático	1,98	1,89	1,81	1,89	1,89	1,87	2,01	1,74	1,81	1,99	1,98	1,89	1,81	1,89	1,89	1,87	2,01	1,74	1,81	1,99	37,76	2,70
Total / Promedio	2,38	2,34	2,34	2,31	2,38	2,34	2,37	2,34	2,27	2,38	2,38	2,34	2,34	2,31	2,38	2,34	2,37	2,34	2,27	2,38	46,90	3,35

**Figura 61:** Estudio de tiempos de cementado.

Fuente: Elaboración propia.

RELLENADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum Xi (min)$	Tiempo promedio (TP)
Preparar extruwer	0,59	0,48	0,49	0,72	0,6	0,72	0,69	0,72	0,59	0,4	0,59	0,48	0,49	0,72	0,6	0,72	0,69	0,72	0,59	0,4	6,59	0,60
Rellenar neumático con extruwer	4,21	4,39	4,48	4,06	4,15	3,99	4,25	4,09	4,2	4,49	4,21	4,39	4,48	4,06	4,15	3,99	4,25	4,09	4,2	4,49	46,52	4,23
Total / Promedio	4,8	4,87	4,97	4,78	4,75	4,71	4,94	4,81	4,79	4,89	4,8	4,87	4,97	4,78	4,75	4,71	4,94	4,81	4,79	4,89	53,11	4,83

**Figura 62:** Estudio de tiempos de relleno.

Fuente: Elaboración propia.

CORTE DE BANDAS																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum Xi (min)$	Tiempo promedio (TP)
Verificación de hoja ruta	0,31	0,32	0,19	0,36	0,24	0,23	0,28	0,31	0,34	0,29	0,31	0,32	0,19	0,36	0,24	0,23	0,28	0,31	0,34	0,29	3,18	0,24
Ir a almacén de bandas	0,98	0,85	0,93	0,89	0,82	0,91	0,95	0,93	0,92	0,84	0,98	0,85	0,93	0,89	0,82	0,91	0,95	0,93	0,92	0,84	9,89	0,76
Seleccionar diseño de banda	1,11	1,23	1,03	1,06	1,23	1,3	1,29	1,34	1,25	0,98	1,11	1,23	1,03	1,06	1,23	1,3	1,29	1,34	1,25	0,98	12,85	0,99
Ir a área de embandado	0,95	0,98	0,87	0,86	0,91	0,96	0,95	0,92	0,98	0,81	0,95	0,98	0,87	0,86	0,91	0,96	0,95	0,92	0,98	0,81	10,11	0,78
Medir banda de rodamiento	3,08	3,03	3,33	3,19	3,1	2,95	2,67	2,89	3,08	3,32	3,08	3,03	3,33	3,19	3,1	2,95	2,67	2,89	3,08	3,32	33,97	2,61
Cortar banda de rodamiento	1,41	1,5	1,19	1,23	1,6	1,6	1,42	1,23	1,098	1,2	1,41	1,5	1,19	1,23	1,6	1,6	1,42	1,23	1,098	1,2	14,59	1,12
Cementar banda de rodamiento	0,98	0,97	1,2	1,29	0,97	0,96	0,98	1,06	1,08	1,31	0,98	0,97	1,2	1,29	0,97	0,96	0,98	1,06	1,08	1,31	12,12	0,93
Total / Promedio	8,82	8,88	8,74	8,88	8,87	8,91	8,54	8,68	8,75	8,75	8,82	8,88	8,74	8,88	8,87	8,91	8,54	8,68	8,75	8,75	96,71	7,44

**Figura 63:** Estudio de tiempos de corte de bandas.

Fuente: Elaboración propia.

EMBANDADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum Xi (min)$	Tiempo promedio (TP)
Envolver neumático con cojín laminado	1,03	1,5	1,06	1,09	1,28	1,19	1,09	1,2	1,03	1,28	1,03	1,5	1,06	1,09	1,28	1,19	1,09	1,2	1,03	1,03	1,28	0,103
Aplicar banda de rodamiento	6,31	6,32	6,5	6,23	6,32	6,43	6,25	6,44	6,55	6,19	6,31	6,32	6,5	6,23	6,32	6,43	6,25	6,44	6,55	6,55	6,19	0,631
Mover neumático a máquina rodilladora	0,39	0,3	0,42	0,36	0,32	0,4	0,42	0,45	0,36	0,56	0,39	0,3	0,42	0,36	0,32	0,4	0,42	0,45	0,36	0,36	0,56	0,039
Rodillar neumático	1,99	1,85	1,88	1,98	1,99	1,85	1,93	1,87	1,69	1,69	1,99	1,85	1,88	1,98	1,99	1,85	1,93	1,87	1,69	1,69	1,69	0,199
Total / Promedio	9,72	9,97	9,86	9,66	9,91	9,87	9,69	9,96	9,63	9,72	9,72	9,97	9,86	9,66	9,91	9,87	9,69	9,96	9,63	9,63	9,72	0,97

**Figura 64:** Estudio de tiempos de embandado.

Fuente: Elaboración propia.

APLICAR PARCHES																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Verificar hoja de ruta	0,2	0,15	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,2	0,18	0,17	0,2	0,15	0,18	0,19	0,18	0,18	0,19	0,2	0,18	0,17	2,02	0,18
Ir a almacén por los parches	0,86	0,89	0,88	0,87	0,9	0,9	0,94	0,91	0,9	0,92	0,86	0,89	0,88	0,87	0,9	0,94	0,91	0,9	0,92	9,83	0,89	
Seleccionar parches	0,3	0,33	0,31	0,35	0,32	0,31	0,3	0,34	0,35	0,33	0,3	0,33	0,31	0,35	0,32	0,31	0,3	0,34	0,35	0,33	3,54	0,32
Ir a área de parches	0,91	0,87	0,97	0,99	0,98	0,94	0,95	0,89	0,87	0,9	0,91	0,87	0,97	0,99	0,98	0,94	0,95	0,89	0,87	0,9	10,18	0,93
Aplicar y cortar goma cojín a los parches	1,15	1,16	1,19	1,15	1,18	1,19	1,16	1,19	1,18	1,15	1,15	1,16	1,19	1,15	1,18	1,19	1,16	1,19	1,18	1,15	12,85	1,17
Aplicar parche en neumático	1,5	1,58	1,52	1,55	1,52	1,51	1,51	1,58	1,54	1,58	1,5	1,58	1,52	1,55	1,52	1,51	1,51	1,58	1,54	1,58	16,89	1,54
Transportar neumático a área de vulcanizado	0,96	0,95	0,92	0,89	0,89	0,92	0,9	0,88	0,94	0,9	0,96	0,95	0,92	0,89	0,89	0,92	0,9	0,88	0,94	0,9	10,11	0,92
Total / Promedio	5,88	5,93	5,97	5,99	5,97	5,95	5,95	5,99	5,96	5,95	5,88	5,93	5,97	5,99	5,97	5,95	5,95	5,99	5,96	5,95	65,42	5,95

**Figura 65:** Estudio de tiempos de aplicación de parche.

Fuente: Elaboración propia.

ARMADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Seleccionar envolvere e inlerlo a medida del neumático	0,99	0,96	0,97	0,93	0,91	0,93	0,93	1	0,91	0,92	0,99	0,96	0,97	0,93	0,91	0,93	0,93	1	0,91	0,92	18,9	1,575
Colocar envolvere en neumático	1,34	1,38	1,32	1,37	1,36	1,37	1,37	1,34	1,39	1,34	1,32	1,38	1,32	1,37	1,36	1,37	1,37	1,34	1,39	1,34	27,16	2,263
Colocar inlerlo en neumático	1,51	1,54	1,53	1,52	1,56	1,55	1,53	1,55	1,52	1,54	1,51	1,54	1,53	1,52	1,56	1,55	1,53	1,55	1,52	1,54	30,7	2,558
Total / Promedio	3,84	3,88	3,82	3,82	3,83	3,85	3,83	3,89	3,82	3,8	3,84	3,88	3,82	3,82	3,83	3,85	3,83	3,89	3,82	3,8	76,76	6,40

**Figura 66:** Estudio de tiempos de armado.

Fuente: Elaboración propia.

CARGA PARA PROCESO DE VULCANIZADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Colocar neumático en monorriel	0,5	0,56	0,53	0,54	0,51	0,5	0,56	0,51	0,58	0,51	0,5	0,56	0,53	0,54	0,51	0,5	0,56	0,51	0,58	0,51	5,3	0,53
Programar autoclave	0,39	0,35	0,42	0,46	0,45	0,41	0,44	0,44	0,37	0,47	0,39	0,35	0,42	0,46	0,45	0,41	0,44	0,44	0,37	0,47	4,2	0,42
Introducir neumático en autoclave	0,65	0,59	0,56	0,56	0,58	0,59	0,57	0,6	0,62	0,55	0,65	0,59	0,56	0,56	0,58	0,59	0,57	0,6	0,62	0,55	5,87	0,587
Total / Promedio	1,54	1,5	1,51	1,56	1,54	1,5	1,57	1,55	1,57	1,53	1,54	1,5	1,51	1,56	1,54	1,5	1,57	1,55	1,57	1,53	15,37	1,54

**Figura 67:** Estudio de tiempos de carga para el proceso de vulcanizado

Fuente: Elaboración propia.

VULCANIZADO																							
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)	
Vulcanizado	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	2400	240
Total / Promedio	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	2400	240,00

**Figura 68:** Estudio de tiempos de vulcanizado.

Fuente: Elaboración propia.

DESCARGA DEL PROCESO DE VULCANIZADO																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Retirar neumáticos	2,17	2,18	2,18	2,22	2,21	2,19	2,25	2,24	2,18	2,23	2,17	2,18	2,18	2,22	2,21	2,19	2,25	2,24	2,18	2,23	22,05	2,205
Transportar neumático a área de pintado	0,65	0,63	0,64	0,67	0,68	0,68	0,7	0,66	0,62	0,64	0,65	0,63	0,64	0,67	0,68	0,68	0,7	0,66	0,62	0,64	6,57	0,657
Total / Promedio	2,82	2,81	2,82	2,89	2,89	2,87	2,95	2,9	2,8	2,87	2,82	2,81	2,82	2,89	2,89	2,87	2,95	2,9	2,8	2,87	28,62	2,86

**Figura 69:** Estudio de tiempos de descarga del proceso de vulcanizado.

Fuente: Elaboración propia.

PINTADO																							
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Sujetar envase de pintura	0,5	0,55	0,56	0,55	0,54	0,53	0,57	0,53	0,58	0,54	0,5	0,55	0,56	0,55	0,54	0,53	0,57	0,53	0,58	0,54	5,95	0,5	
Pintar neumáticos	1,5	1,54	1,53	1,56	1,54	1,54	1,57	1,53	1,52	1,51	1,5	1,54	1,53	1,56	1,54	1,54	1,57	1,53	1,52	1,51	16,840	1,5	
Total / Promedio	2	2,09	2,09	2,11	2,08	2,07	2,14	2,06	2,1	2,05	2	2,09	2,09	2,11	2,08	2,07	2,14	2,06	2,1	2,05	22,790	2,07	

**Figura 70:** Estudio de tiempos de pintado.

Fuente: Elaboración propia.

INSPECCIÓN FINAL																						
Descripción de la tarea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\sum X_i (min)$	Tiempo promedio (TP)
Revisar neumático	0,97	1,02	1	1,09	1,06	1,03	0,98	1,02	0,98	1,01	0,97	1,02	1	1,09	1,06	1,03	0,98	1,02	0,98	1,01	10,16	1,016
Transportar a almacén de producto terminado	0,97	0,88	0,95	0,82	0,89	0,83	0,95	0,89	0,95	0,92	0,97	0,88	0,95	0,82	0,89	0,83	0,95	0,89	0,95	0,92	9,05	0,905
Total / Promedio	1,94	1,9	1,95	1,91	1,95	1,86	1,93	1,91	1,93	1,93	1,94	1,9	1,95	1,91	1,95	1,86	1,93	1,91	1,93	1,93	19,21	1,921

**Figura 71:** Estudio de tiempos de inspección final.

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 7. Autorización de recojo de información



---

**AUTORIZACION PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN**

Chiclayo, 01 de febrero de 2021

Quien suscribe:  
Sr. Julio Cesar Luzón Rivera  
Representante legal – Empresa RUEDAMAX EIRL.

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: **APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA RUEDAMAX E.I.R.L. – CHICLAYO 2020.**

Por el presente, el que suscribe JULIO CESAR LUZÓN RIVERA, representante legal de la empresa RUEDAMAX E.I.R.L., autorizo a las alumnas JESSYCA KRYSTEL CUBAS HERRERA, con DNI N° 71123522 y KAREN MARIANELLA TARRILLO CASTRO, con DNI N° 72918151, estudiantes de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL, y autores de trabajo de investigación denominado: "APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA RUEDAMAX E.I.R.L. – CHICLAYO 2020.", al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis enunciada líneas arriba .

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente

