

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA RIMLESS PARA MEJORA DE
LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE VULCANIZADO, EN
REENCAUCHADORA DE LA SIERRA CAUCHO SIERRA S.A.
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

ING. JUAN PABLO CALDERÓN OROZCO

e-mail: jpcalderon5@hotmail.com

DIRECTOR: ING. CARLOS ALBERTO PALÁN TAMAYO, MBA.

e-mail: carlos.palan@epn.edu.ec

Quito, diciembre 2017

© Escuela Politécnica Nacional (2017)

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Ing. Juan Pablo Calderón Orozco, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por su normativa institucional vigente.

Ing. Juan Pablo Calderón Orozco

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ing. Juan Pablo Calderón Orozco bajo mi supervisión.

Carlos Palán Tamayo, Ing., MBA.

DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A Dios

Por su infinito amor y misericordia al haberme dado salud y fortaleza para lograr mis objetivos.

A mi esposa

Por ser la ayuda idónea y el regalo que Dios me dio en la vida para juntos enfrentar toda adversidad y disfrutar de todas nuestras alegrías y triunfos.

A mis hijos

Fuente motivadora de mi vida, ustedes son la inspiración para lograr todos mis objetivos y metas, son quienes con sus dulces detalles cada día alegran mi corazón, los amo.

A mis padres

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incesante apoyo a través del tiempo, forjadores de mi conducta en la toma de buenas decisiones, su gran esfuerzo ha hecho que jamás me falte nada y porque su amor me ha hecho un hombre de bien.

A mi hermano amado

Que desde el cielo y como lo fue en vida, seguirá iluminando el camino de todos hacia lo mejor que nos espera en nuestro diario vivir, nuestra propia felicidad.

A mi tutor

Ing. Carlos Palán por su gran apoyo incondicional y motivación para la culminación de mi carrera profesional y para la elaboración de esta tesis.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.2 Marco teórico	2
1.2.1 La productividad	2
1.2.2 La calidad	2
1.2.3 Indicadores de la productividad y la calidad	5
1.2.4 Procesos productivos	6
1.2.5 Mejora	7
1.2.6 Reingeniería de procesos	8
1.2.7 Metodología seis sigma	9
1.2.8 Sistema de vulcanizado	12
1.3. Marco conceptual	13
1.3.1 Proceso	13
1.3.2 Sistema	15
1.3.3 Sistema rimless	16
1.3.4 Implementación	17
2. PARTE EXPERIMENTAL	18
2.1 Planificación del proyecto de investigación	20
2.2 Definición del problema	22
2.2.1 Identificar los factores críticos de satisfacción	22
2.2.2 Determinación de las características críticas de calidad	23
2.2.3 Definición del proceso	23
2.2.4 Determinar la capacidad del proceso	26
2.3 Medición de los factores críticos del proceso	26
2.3.1 Determinación de los factores críticos	26

2.3.2 Selección de los factores	26
2.4 Determinación de los factores significativos	27
2.5 Mejoramiento del proceso	27
2.6 Control estadístico del proceso	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1 Análisis de los resultados	29
3.2 Implementación de la metodología dmaic	43
3.2.1 Fase definir	43
3.2.2 Fase medir	48
3.2.3 Fase analizar	51
3.2.4 Fase mejorar	56
3.2.5 Fase controlar	56
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
4.1 Conclusiones	81
4.2 Recomendaciones	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	87

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINAS
Figura 1.1. Etapas de la evolución del enfoque de la calidad	3
Figura 1.2. Parámetros de la calidad	4
Figura 1.3. Ciclo Deming	7
Figura 1.4. Pasos de la reingeniería de procesos	9
Figura 1.5. Ejemplo de la secuencia DMAIC de Seis Sigma	10
Figura 1.6. Prototipo de un sistema de vulcanizado de neumáticos	13
Figura 1.7. Enfoque de proceso	14
Figura 1.8. Sistema	15
Figura 2.9. Organigrama de la empresa Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A.	18
Figura 2.10. Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado con Rin	25
Figura 3.11. Tiempo de los clientes en la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”	29
Figura 3.12. Cantidad de neumáticos que reencauchan los clientes en la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”	30
Figura 3.13. Atención recibida por el personal de ventas	31
Figura 3.14. Grado de conocimiento del vendedor en la identificación de los daños de los neumáticos	32
Figura 3.15. Entrega del producto en la fecha estipulada	32
Figura 3.16. Fecha de entrega del producto	33
Figura 3.17. Calidad del producto	34
Figura 3.18. Elementos que influyen en la calidad del producto	35
Figura 3.19. Precios de los productos recibidos	36
Figura 3.20. Satisfacción del cliente	37
Figura 3.21. Tipo de vehículos que se le realiza el reencaucha de los neumáticos	38
Figura 3.22. Por qué razón reencaucha sus neumáticos	39
Figura 3.23. Diagrama causa – efecto de la demora del tiempo de entrega del producto	42
Figura 3.24. Gráfico de control de media del proceso sin Rin	50

Figura 3.25.	Diagrama causa – efecto de la demora en el proceso de vulcanizado	52
Figura 3.26.	Diagrama Pareto de la demora en el proceso de vulcanizado	54
Figura 3.27.	Soluciones para la demora en el proceso de vulcanizado	55
Figura 3.28.	Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado sin Rin	65
Figura 3.29.	Gráfico de control de media	78
Figura 3.30.	Gráfico de control de media	79

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINAS
Tabla 1.1. Formato del cronograma de implementación	17
Tabla 3.2. Parámetros que alcanza la autoclave en el proceso de vulcanizado	43
Tabla 3.3. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 100/R22.5	44
Tabla 3.3. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1100/R22.5 (continuación...)	45
Tabla 3.3. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1100/R22.5 (continuación...)	46
Tabla 3.4. Cronograma de trabajo	47
Tabla 3.5. Tiempo estándar de producción de los productos más solicitados	48
Tabla 3.6. Datos de las observaciones tomadas para el proceso de vulcanizado de la llanta 1100/R22.5	50
Tabla 3.7. Causas que afectan al proceso de vulcanizado	53
Tabla 3.8. Cronograma de actividades a ejecutar	57
Tabla 3.8. Cronograma de actividades a ejecutar (continuación...)	58
Tabla 3.9. Suministros adquiridos por la empresa	59
Tabla 3.9. Suministros adquiridos por la empresa (continuación...)	60
Tabla 3.10. Suministros adquiridos por la empresa	60
Tabla 3.11. Flujo de efectivo de la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”	61
Tabla 3.12. Recuperación de la inversión	62
Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS	65
Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)	66
Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)	67
Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)	68
Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)	69

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)	70
Tabla 3.14. Parámetros que alcanza la autoclave en el proceso de vulcanizado	72
Tabla 3.15. Tiempos en el vulcanizado de neumáticos	73
Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5	73
Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5 (continuación...)	74
Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5 (continuación...)	75
Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5. (continuación...)	76
Tabla 3.17. Cuadro comparativo de la capacidad de producción de la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”	77
Tabla 3.18. Datos de las observaciones tomadas	77
Tabla 3.19. Datos de las observaciones tomadas	78
Tabla 3.20. Cálculo de Seis Sigma	79
Tabla 3.21. Tabla estandarizada de Seis Sigma	80
Tabla 3.22. Tabla de sobres/envelopes para sistema sin RIN/RIMLESS	93
Tabla 3.22. Tabla de sobres/envelopes para sistema sin RIN/RIMLESS. (continuacion)	94

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINAS
ANEXO A	
Procedimiento del sistema RIMLESS para realizar la vulcanización de las llantas	88
ANEXO B	
Cronograma de la planificación del trabajo de investigación	95
ANEXO C	
Encuesta para los clientes de la Reencauchado de la Sierra	96
ANEXO D	
Encuesta a los empleados del área de vulcanizado de la Reencauchado de la Sierra	99
ANEXO E	
Entrevista con el Gerente General	101
ANEXO F	
Fichas de procesos	102
ANEXO G	
Ejemplo de cómo se obtuvieron los tiempos de las operaciones del proceso de reencauchado	106
ANEXO H	
Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1200/R22.5 y 295/R80/22.5	107
ANEXO I	
Gastos incurridos en la implementación del Sistema RIMLESS	114
ANEXO J	
Fichas de procesos después de la implementación del Sistema RIMLESS	115
ANEXO K	
Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas después de la implementación del sistema RIMLESS 1200/R22.5 y 295/R80/22.5	119

RESUMEN

Este proyecto de investigación presenta una implementación del sistema RIMLESS en el proceso de vulcanizado de la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”, para la mejora de la producción en dicho proceso, además el desarrollo de este trabajo toma en consideración la metodología Seis Sigma, para el mejoramiento de la calidad del producto. El análisis consistió en la definición de la situación actual de la empresa en estudio, a partir de dicha información, se usó la herramienta de Seis Sigmas, DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) para encontrar la causa raíz de los problemas que afectaban la calidad del producto terminado, la propuesta presenta mejoras en la producción (diaria, semanal y anual), aumento de la capacidad de producción y mejora de los parámetros de presión y temperatura con las que se trabaja en el vulcanizado.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las tecnologías y el cambio constante del mercado hace que las empresas tengan que trazar estrategias para aumentar la calidad de los productos y/o servicios que brinda para satisfacer las necesidades de sus clientes y poder tener un alto nivel de productividad que les permita incrementar los ingresos, crecimiento y posicionamiento de la misma. De ahí que este proyecto de investigación nace de la necesidad de mejorar la producción del proceso de vulcanizado en la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”, el cual tiene una serie de problemas que afectan la calidad y productividad del proceso ya que existen demoras en los tiempos de vulcanizado de los neumáticos y defectos en las bandas de rodamiento por reprocesos. La empresa tiene la necesidad de buscar sistemas más productivos que le permitan aumentar la calidad y disminuir el tiempo de vulcanizado de los neumáticos, y en la industria renovadora existe actualmente el sistema Sin Rin (RIMLESS) que permite una mayor producción a un menor costo de fabricación, por los insumos que son requeridos. Por lo que el objetivo de esta investigación es: “Implementar el sistema RIMLESS para mejora de la productividad en el proceso de vulcanizado en Caucho Sierra S.A. utilizando la metodología Seis Sigma”. Para la implementación del proyecto de investigación se utiliza la metodología Seis Sigma que permite definir, medir, analizar y controlar la calidad durante el proceso del sistema RIMLESS, procurando así aumentar la satisfacción del cliente, mediante la oferta de productos con un mejor acabado en los neumáticos, acorde a las normativas vigentes, en un menor tiempo. Con el fin de mejorar la rentabilidad, competitividad, calidad, productividad es necesario realizar una reingeniería de proceso, la misma que permite rediseñar cada uno de los procesos existentes involucrados en el proceso de reencauche de llantas, y, además el nuevo proceso presente al implementar el sistema RIMLESS, el mismo que contiene, equipos nuevos, método de trabajo sofisticado, tecnología de punta. Cada uno de estos factores mencionados anteriormente ayudará a aumentar la productividad, disminuir tiempo de producción, posicionamiento en el mercado, satisfacción de los clientes. Para lograr los objetivos propuestos, la investigación se estructura en tres capítulos que describen los siguientes aspectos: Capítulo I: Revisión

bibliográfica donde se hace un estudio de los antecedentes investigativos, el marco teórico y el marco conceptual, en los que se analizan los conceptos de diversos autores partiendo del concepto de productividad, hasta las tendencias actuales para el mejoramiento de la productividad de los procesos; Capítulo II: Parte experimental donde se realiza la descripción de la empresa, se define el problema de la investigación, el proceso a mejorar, así como se realiza un diagnóstico del mismo para poder determinar las posibles soluciones a implementar y Capítulo III: Resultados y discusión, donde se hace el análisis de los resultados obtenidos en el proceso de vulcanizado a través de las acciones de mejora propuestas.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo se aborda todos los antecedentes investigativos, el marco teórico y conceptual relacionado con la productividad y calidad de los procesos, así como todo lo relacionado con el sistema RIMLESS.

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Con la búsqueda bibliográfica realizada en la biblioteca virtual de la Escuela Politécnica Nacional de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria y en la biblioteca virtual del Ecuador, se pudo determinar que no existe ningún trabajo investigativo que se haya realizado anteriormente con el mismo tema de tesis. Pero si existen trabajos investigativos relacionados, como son:

La investigación “Estudio para el mejoramiento de la productividad en el proceso de vulcanización en la compañía ecuatoriana del Caucho S.A.” llevada a cabo por Guillen (2010), donde expone y argumenta que la implantación de métodos y/o técnicas que permitan mejorar e incrementar la productividad y la competitividad de los procesos son factores importantes para el desarrollo de cualquier organización. Expone además que los factores que influyen y mejoran la productividad son: la maquinaria, materiales, mano de obra, métodos y mantenimiento.

De igual forma en la tesis “Desarrollo de un sistema de planeación avanzado para la optimización de procesos de una planta reencauchadora de llantas utilizando el algoritmo Tabú Search” por Velez y Suarez (2010) concluye que con el uso de técnicas meta heurísticas a problemas particulares para las industrias ecuatorianas, como la aplicada en este proyecto dan como resultado que si es posible obtener un mejor aprovechamiento y distribución de todos los insumos que intervienen en los procesos críticos del modelo de negocio de la empresa.

A los trabajos mencionados anteriormente se podría añadir que aplicando la reingeniería de procesos se ayuda a mejorar los procesos productivos dando como resultado mejora en la productividad cumpliendo los requerimientos/parámetros establecidos.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 LA PRODUCTIVIDAD

La productividad nos proporciona una medida de la eficiencia de las operaciones, pues relaciona la producción con el consumo de insumos en los que la empresa ha incurrido para ser capaz de llevar a cabo su actividad. Dependiendo del tipo de unidades usadas para calcular la productividad, se medirá la eficiencia económica (unidades físicas) o (unidades monetarias) (Espinosa, 2013, p. 1).

La productividad de un factor muestra el número de unidades producidas por un factor de producción específico. Si empleamos una valoración monetaria de las entradas y salidas se obtiene la fórmula de la productividad global, mostrada en la ecuación 1 (Espinosa, 2013, p. 1).

$$\text{Productividad Global} = \frac{\text{Valor de la producción obtenida}}{\text{Valor de los factores empleados}} \quad [1.1]$$

1.2.2 LA CALIDAD

La calidad, es un concepto, que ha experimentado a lo largo de la historia diferentes enfoques y cambios dentro de las organizaciones, comenzando con la organización taylorista del trabajo, con el fin de mejorar no solo los procesos productivos sino también el producto en sí, pasando por los controles estadísticos propagados por Deming y Juran, y, por último, culminando en sistemas integrados de calidad total (León, 2014, p. 12).

En la figura 1.1 se muestra la evolución de la calidad, lo que nos permite conocer de dónde procede la necesidad de ofrecer una mayor calidad de los productos y/o servicios que se ofrecen al cliente.

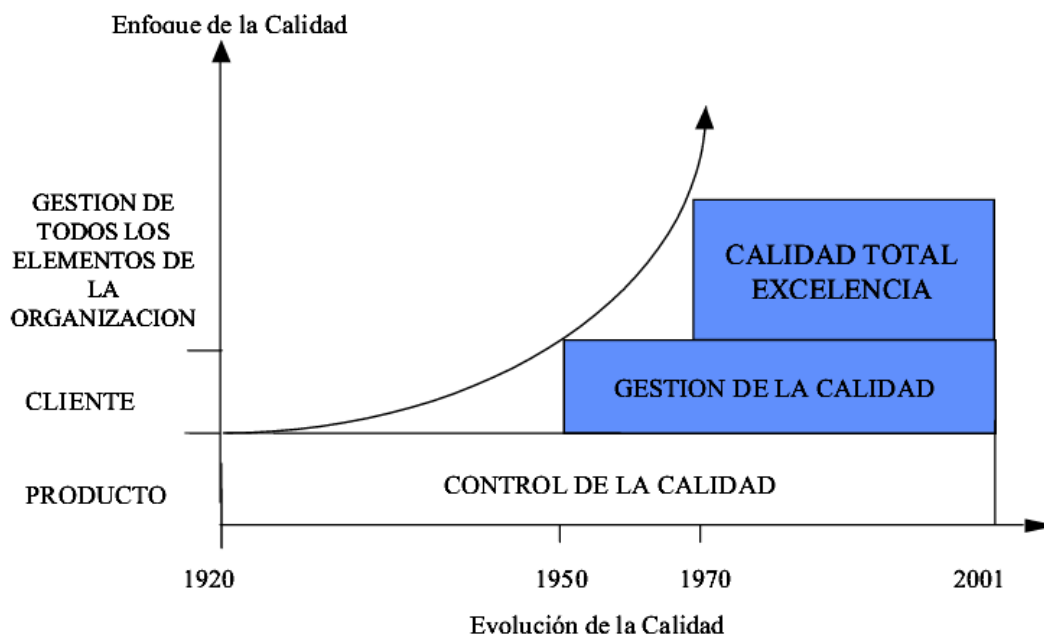


Figura 1.1. Etapas de la evolución del enfoque de la calidad

Fuente:(Díaz, 2010, p. 1)

Muchos autores han definido qué es la calidad; para Deming (1989) es “traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente” (p. 131). La define además como un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, la cual es adecuada a las necesidades del mercado (Velez y Suarez, 2010, p. 18).

Joseph M. Juran plantea que es la "aptitud para el uso" y fue quien acuñó esta frase con la adición de que la calidad son las características de un producto que el usuario reconoce como beneficio (Velez y Suarez, 2010, p. 19). En la figura 1.2 se resumen los parámetros que determinan la idoneidad para el uso.

Por su parte Ishikawa(1986), atribuye gran importancia al control de la calidad al plantear que con su aplicación se logra un producto de calidad más económico y satisfactorio para los clientes.

La definición más actual y la que más se utiliza es la que plantea la norma ISO 9001:2008, que la calidad es “el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos” (p. 19).

De acuerdo a los conceptos anteriores, la calidad, se basa en tener en cuenta las necesidades y/o expectativas de los clientes, para producir productos o servicios que consigan satisfacerlos (ver figura 1.2).

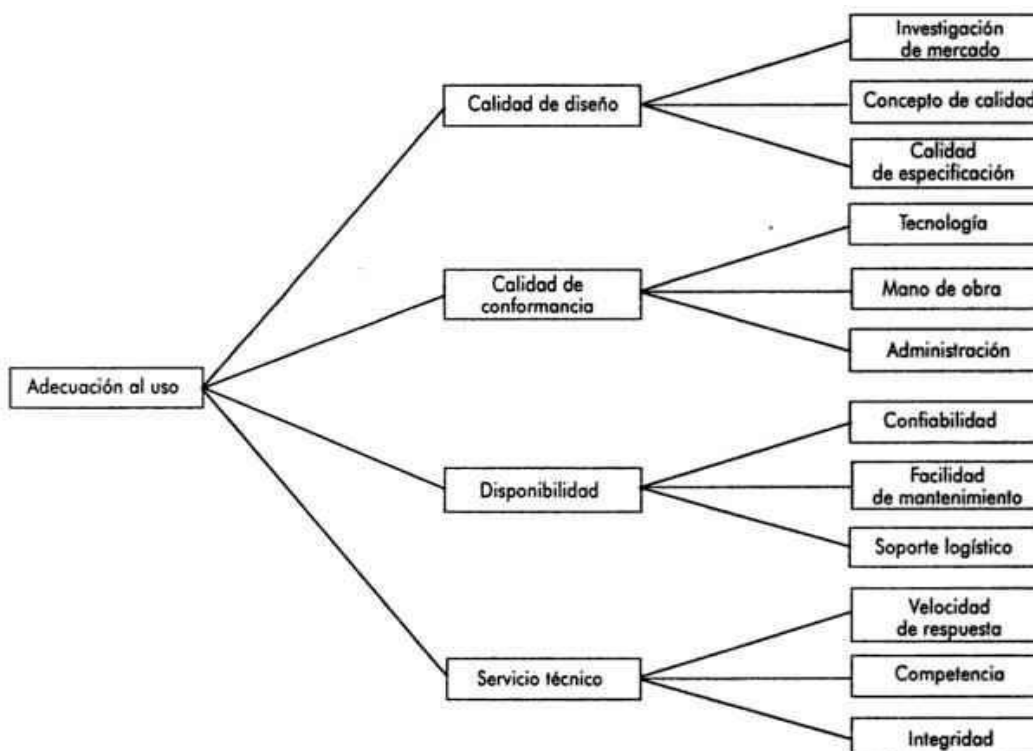


Figura 1.2. Parámetros de la calidad

Fuente: (Velez y Suarez, 2010)

Calidad y productividad están estrechamente relacionadas y una buena relación garantiza que incrementando la calidad de un producto y/o servicios, disminuye los costos ya que se reducen los fallos, los defectos y los reprocesos y por ende aumenta la productividad. Una buena gestión de un proceso de calidad-productividad garantiza que se utilice los materiales necesarios que lleva el

producto y/o servicio al máximo, empleando solo el tiempo necesario en aquellos que añadan valor (Alvárez, Ibarra, y Istúriz, 2011, p. 8).

1.2.3 INDICADORES DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD

Beltrán Sanz y Carmona Calvo (2006) exponen que los indicadores son “un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia de los mismos, así como la eficiencia” (p. 53).

Los indicadores de calidad proporcionan datos que permiten conocer:

- ✓ El rendimiento de un proceso.
- ✓ Características de los servicios.
- ✓ Las posibles inquietudes en relación con la calidad.
- ✓ Las áreas que requieren un mayor estudio y la investigación.
- ✓ Transformaciones y evolución del objetivo a medir con el paso del tiempo, lo que permite ejercer un mayor control (Posso y Buenaño, 2014, p. 16).

Mientras que los indicadores de productividad permiten:

- ✓ Identificar los defectos que puedan tener los productos y/o servicios que se realizan.
- ✓ Medir el nivel real de productividad de la organización, para saber qué tan lejos está del planificado.
- ✓ Medir el nivel de productividad de los equipos y las personas (Posso y Buenaño, 2014, p. 16).

Por lo que es importante identificar, seleccionar y enunciar adecuadamente los indicadores que se van a utilizar en la organización, los cuales deben tener nombre, una forma de cálculo y unidades (Beltrán, 1998, p. 33); así como deben ser:

- ✓ Viables: Se obtienen de una manera factible, con un coste proporcional y el uso adecuado de los recursos.
- ✓ Válidos: Adecuados para medir un aspecto de la calidad.
- ✓ Cuantificables: Medible.
- ✓ Entendibles.
- ✓ Controlables (Posso y Buenaño, 2014, p. 16).

1.2.4 PROCESOS PRODUCTIVOS

El proceso de producción es aquel que, mediante la aplicación de procedimientos tecnológicos y factores de producción, transforman la materia prima en producto terminado, con esto, las empresas crean la utilidad del bien o servicio, es decir, aumentan la capacidad de ciertos productos para satisfacer los deseos y necesidades de los consumidores. Se puede distinguir cuatro tipos de servicios que agregan valor al producto (Espinosa, 2013, p. 1).

- ✓ Utilidad de forma: El producto tiene la forma y las cualidades que desea el consumidor.
- ✓ Utilidad de tiempo: El producto debe estar a disposición del cliente en el momento que lo necesita.
- ✓ Utilidad neta: El producto debe estar disponible para el consumidor en el lugar que le resulte más cómodo.
- ✓ Utilidad de la propiedad: Debe transferir la propiedad del producto, es decir, hacer la venta (Espinosa, 2013, p. 1).

La primera utilidad crea la función de producción, mientras que los otros tres son tarea de la función comercial de la empresa (área de marketing). Dentro del sistema global de la empresa la zona de producción es responsable de la fabricación de los productos y está estrechamente vinculada a la zona de suministro. El proceso de producción requiere de algunos factores de producción (recursos naturales, mano de obra, recursos financieros y bienes de inversión) con todo ello se generan productos (Guillen, 2010, p. 16).

Tal proceso puede implicar, la aplicación de procesos tecnológicos, cambios físicos o químicos en los materiales o consistir en un simple montaje de las diferentes partes, la gran diversidad de empresas implica la existencia de diferentes sistemas o formas de producir (Guillen, 2010, p. 16).

1.2.5 MEJORA

La mejora del proceso se basa en la evaluación continua, a través del ciclo de Deming (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar); todos los pasos de este ciclo se aplican en cada una de las fases del producto: fase de diseño, fase de implementación, fase de control y fase de ajuste, como se muestra en la figura 1.3 (ISOOTools Excellence, 2015, p. 1).

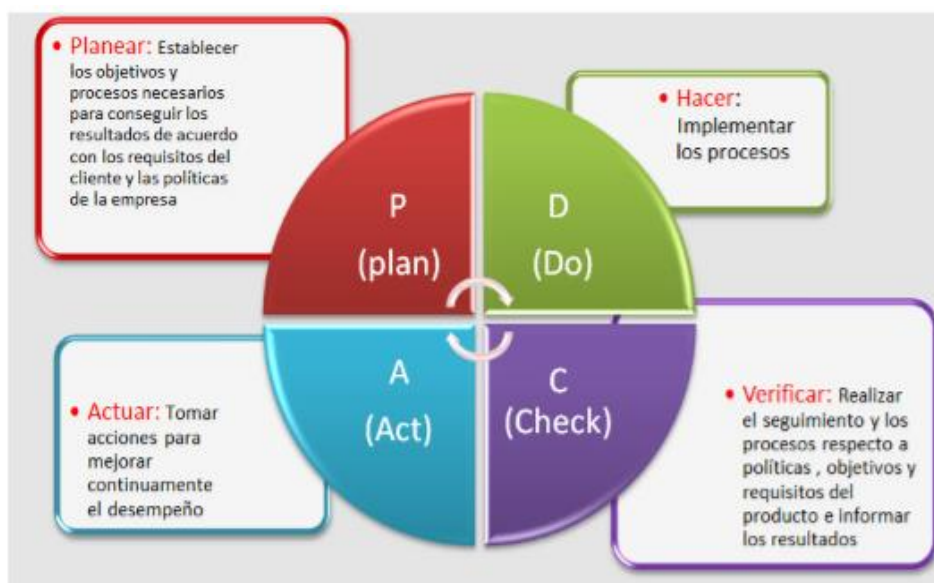


Figura 1.3. Ciclo Deming
Fuente: (ISOOTools Excellence, 2015)

Los ejecutivos de las empresas siempre han buscado soluciones para la mejora en el manejo de la producción y la relación con el cliente, ellos requieren una estrategia, la cual debe contener procesos claros y definidos. El propósito de la estrategia es evitar la contratación de servicios innecesarios o que no tienen estructura interna y procesos para implementar la solución adecuada, dicha

solución debe estar en concordancia con la estrategia corporativa y su éxito depende de la cooperación de todas las áreas involucradas de la empresa, así como la capacidad de integrarse con los sistemas de la tecnología existente (Alzazar, 2014, p. 1).

1.2.6 REINGENIERÍA DE PROCESOS

La reingeniería de procesos, surge a principios del año 1993, como una nueva herramienta de gestión en las organizaciones, que no es más que los resultados de la reacción al cambio que tienen las empresas ante los nuevos retos del entorno en que se desarrolla, proponiendo diferentes soluciones (Johansson, 2008, p. 50).

Hammer y Champy (1993) definen que la reingeniería “es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez” (p. 32).

Para Klein y Manganelli (2004) la reingeniería de procesos “es la actividad que analiza el funcionamiento y el valor de los procesos existentes en el negocio y hace cambios radicales para mejorar espectacularmente sus resultados, a juicio del cliente” (p. 423).

En la figura 1.4 se muestra los pasos o etapas de la reingeniería de procesos, en base a lo cual se puede decir que no es más que volver a diseñar aquellos procesos en la organización que no cumplen con los objetivos y metas trazadas.



Figura 1.4. Pasos de la reingeniería de procesos

Fuente: (García, 2014)

1.2.7 METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Seis Sigma es una estrategia para la mejora continua de los procesos y/o servicios en una organización, la cual se basa en análisis estadísticos para determinar y eliminar totalmente las causas de los errores, defectos y retrasos de los procesos y/o servicios de la organización (Gutiérrez y Vara, 2009, p. xv).

Se basa en una metodología orientada a la calidad del producto o proceso, enmarcándose en tres puntos fundamentales de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos. El objetivo de esta estrategia es lograr procesos y/o servicios de calidad, ella plantea que como máximo los procesos y/o servicios generen 3.4 defectos por millón de oportunidades (Gutiérrez y Vara, 2009, p. xv).

La norma ISO 13053-1:2011 define que el objetivo de esta metodología es darle solución a un problema determinado, para poder ayudar de esta forma con las metas de la organización (p. 8).

1.2.7.1 Metodología DMAIC

Según la ISO 13053-1:2011 un proyecto de Seis Sigma se ejecuta normalmente por un proceso DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), como se muestra en la figura 1.5.

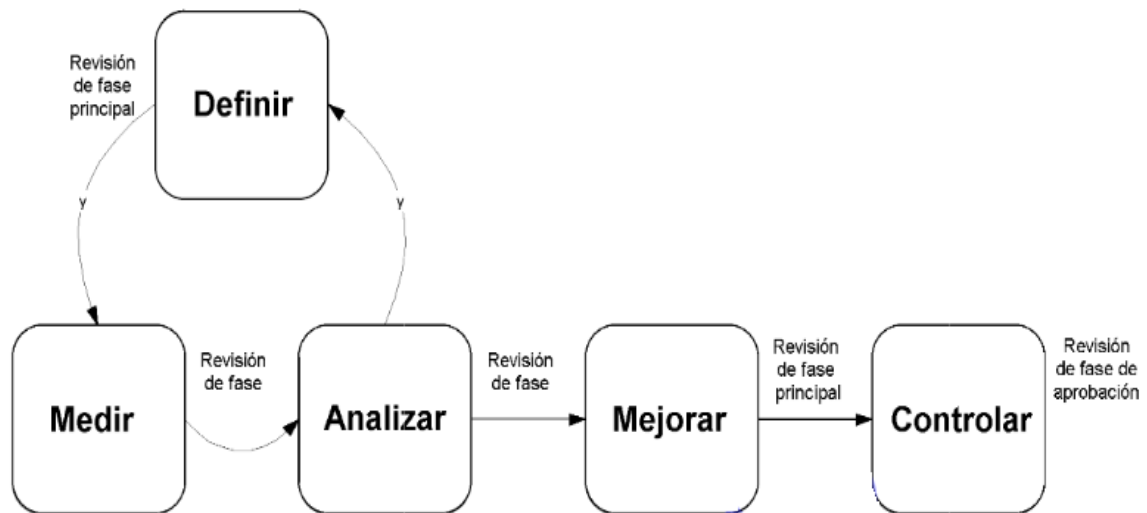


Figura 1.5. Ejemplo de la secuencia DMAIC de Seis Sigma
Fuente: (Norma ISO 13053-1:2011)

La metodología se debe aplicar de acuerdo a la secuencia definir, medir, analizar, mejorar y controlar, pero sin embargo ya una vez que se recopile la información y analizado, se debe volver a revisar el proyecto y si es necesario se vuelve a definir, medir y analizar. Como se observa en la figura 1.5 las tres primeras etapas se deben repetir hasta que la definición del proyecto esté de acuerdo con la información derivada de los datos recopilados (Jiménez, 2012, p. 15).

✓ Fase definir

En esta etapa se identifica el producto o proceso y/o servicio a ser mejorado, asegurando que se cuenten con los recursos para realizar el proyecto de mejora. En esta fase se debe definir el alcance del proyecto, los objetivos que se pretenden con la realización del proyecto manteniendo el enfoque de la estrategia Seis Sigma a los requerimientos del cliente (Norma ISO 13053-1:2011, p. 25).

✓ Fase medir

En esta etapa se analiza cuáles son las variables críticas para la calidad (VCC) en el producto o proceso y/o servicio a analizar y se verifica que se puedan medir de manera consistente, midiendo la situación actual y proponiendo metas para las variables críticas para la calidad. En esta fase se realiza un análisis de capacidad y estabilidad de las variables críticas para la calidad, con el propósito de conocer bien la gravedad del problema y poder crear bases para proponer soluciones (Norma ISO 13053-1:2011, p. 26).

En esta fase se utilizan herramientas y técnicas de calidad como: gráficos de control, gráficos de tendencia, histogramas, entre otros (Norma ISO 13053-1:2011, p. 25).

✓ Fase analizar

En esta fase se determina por qué, cuándo y cómo ocurren los defectos que originan el problema, permitiendo establecer las oportunidades de mejora al conocer todos los datos recopilados anteriormente. Se definen y se elaboran todas las posibles soluciones que se pueden realizar para mejorar el producto o procesos y/o servicios (Manivannan, 2007, p. 52).

En esta etapa puede utilizar diferentes herramientas y técnicas como: generar diagramas causa-efecto, análisis del árbol de fallos, análisis modal de fallos y efectos del proceso (AMFE), el análisis de varianza (ANOVA) (Norma ISO 13053-1:2011, p. 26-27).

✓ Fase mejorar

En esta fase se aplican las soluciones propuestas, para poder confirmar si con las mismas se pueden alcanzar o exceder las metas y objetivos trazados en el proyecto, para saber si se han eliminado o regulado las causas de las variaciones y que las medidas propuestas son las adecuadas.

- ✓ Fase controlar

En esta fase ya se implementa las soluciones propuestas, garantizando que las medidas propuestas sean mantenidas en el proceso, para que no ocurran las desviaciones ni defectos que existían (Norma ISO 13053-1:2011, p. 28).

1.2.7.2 Beneficios de la metodología DMAIC

La aplicación de la metodología Seis Sigma para una organización conlleva a una serie de beneficios como:

- ✓ Disminuir costos de producción y mala calidad.
- ✓ Generar oportunidades.
- ✓ Compromiso de la alta dirección.
- ✓ Satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes internos y externos.
- ✓ Garantizar productos y procesos sin defectos.
- ✓ Aumentar la productividad y calidad de los servicios y/o productos.
- ✓ Analizar y medir los procesos (Chowdhury, 2001, p. 35).

1.2.8 SISTEMA DE VULCANIZADO

El sistema de vulcanizado es el procedimiento que se realiza para sustituir los recubrimientos desgastados y reconstruir el neumático a su estructura original. Consiste en meter la carcasa en cámaras de cocción (autoclave), bajo una temperatura y una presión requerida que vulcaniza las llantas. Está compuesto por un serpentín eléctrico, una entrada de vapor, el deflector y un ventilador como se muestra en la figura 1.6.

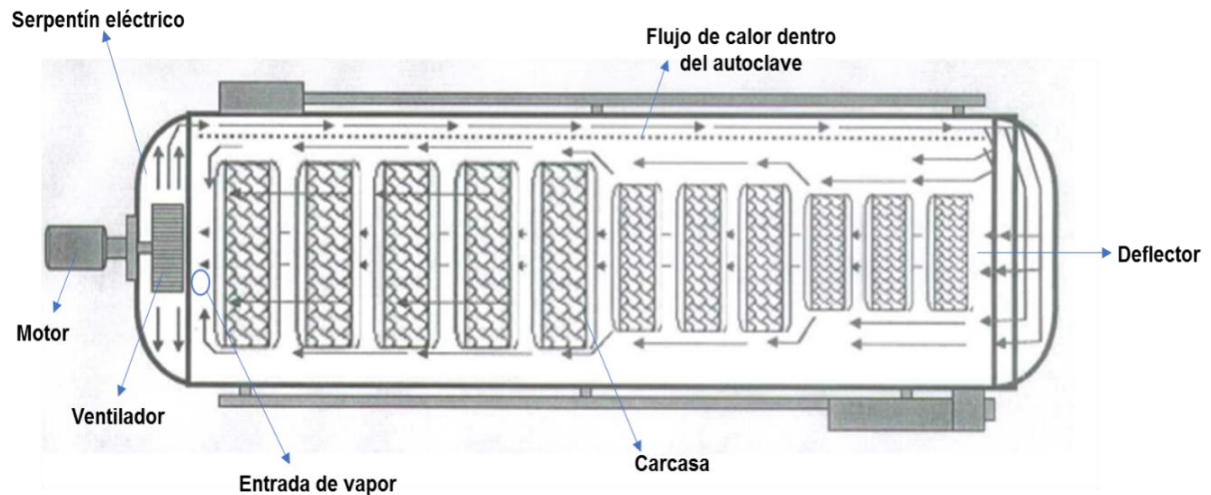


Figura 1.6. Prototipo de un sistema de vulcanizado de neumáticos

Fuente: (Industria de Hule Galgo, S.A. , 2010)

Es un proceso técnicamente muy complejo, pero con un perfecto conocimiento del producto, medios de producción y de control muy exigente, se logra un neumático con características similares a uno nuevo (Eco Caucho, 2014, p. 1).

El caucho usado para vulcanizar los neumáticos contiene una fórmula especial de componentes diseñados para dar un alto rendimiento, manejabilidad y agarre. El vulcanizado de neumáticos en un reencauche se consigue mediante la aplicación de presión y temperatura, la banda de caucho se adhiere al neumático con ayuda de un adhesivo especial, con la cual la unión de la banda con la rodadura queda perfecta, la estructura interna de la carcasa se mantiene intacta en su estado original para dar las mismas ventajas que un neumático nuevo (Eco Caucho, 2014, p. 1).

1.3. MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 PROCESO

Muchos autores han definido y dado su criterio de lo que es un proceso en una organización. La norma ISO 9001:2008 define un proceso como el “conjunto de

Con los procesos definidos, implantados y controlados se logra disminuir el uso de los recursos y utilizarlo de una forma más eficiente y eficaz, permite alcanzar las metas y objetivos de la organización, incrementa la productividad y rentabilidad, se aumenta la calidad del servicio y/producto que se brinda, así como se satisface aún más las necesidades y expectativas de los clientes (Apunte, 2015, p. 16).

Una vez definidos los procesos en una organización hay que estar en constante medición, control y monitoreo de los mismo para poder optimizarlo y alcanzar mejores resultados.

1.3.2 SISTEMA

La norma ISO 9001:2008 define un sistema como el “conjunto de elementos que interactúan entre sí para alcanzar un objetivo” (p. 17).

Segundo (2015) expone que es el “conjunto de elementos dinámicamente relacionados entre sí, que realizan una actividad para alcanzar un objetivo, operando sobre entradas y generando salidas” (p. 1), como se muestra en la figura 1.8.

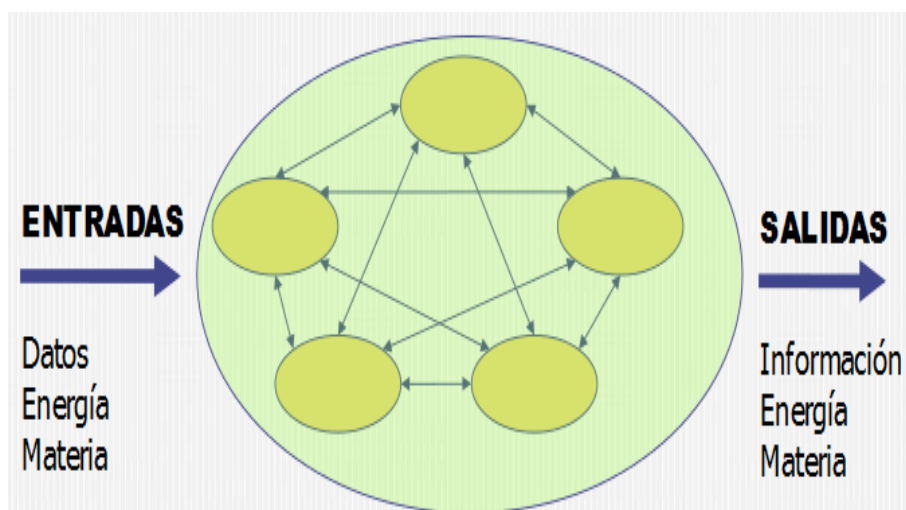


Figura 1.8. Sistema
Fuente: (Segundo, 2015)

1.3.3 SISTEMA RIMLESS

Hoy en día en el mercado existen dos tipos de neumáticos: convencionales y radiales; aunque la tendencia actual es utilizar neumáticos radiales, por lo que se ha ido experimentando en varios países del mundo, un cambio en las plantas y empresas que realizan la renovación de llantas radiales, utilizando el sistema precurado Sin Rin (RIMLESS)(Chávez, 2001, p. 3-6).

El sistema RIMLESS, no es más que la vulcanización de una banda de precurado a una llanta radial de acero en el que no se usa rin, cámara, y corbata de cocimiento. Para obtener una vulcanización excelente a través de un sistema RIMLESS se necesita del uso de un sobre exterior, sellado a la llanta por algún medio, para evitar el paso de aire caliente a la banda que se desea pegar a la llanta (Chávez, 2001, p. 6-8).

El sistema RIMLESS empleado actualmente en diferentes países para el renovado de llantas radiales acero en el sistema de precurado, permite mejorar la productividad en la empresa, debido a que consigue:

- ✓ Menor tiempo de cocimiento.
 - ✓ Mayor productividad.
 - ✓ Mayor durabilidad de los sobres externos.
 - ✓ Mejor terminado de reparaciones de daños de ceja.
 - ✓ Mejor vulcanizado de reparaciones.
 - ✓ Menos tiempo en la preparación de llantas para cocimiento.
 - ✓ Menor esfuerzo para la preparación de llantas para cocimiento.
 - ✓ Previene el desarrollo de ampollas en la capa hermética del neumático
- (Chávez, 2001, p. 9).

En el anexo A se muestra el procedimiento del sistema RIMLESS para realizar la vulcanización de las llantas radial acero.

1.3.4 IMPLEMENTACIÓN

La implementación constituye la realización de determinados procesos y estructuras en un sistema, no es más que poner los planes trazados por la empresa en acción.

Una implementación necesita de un documento escrito en el que se establecen los planes de negocio para alcanzar los objetivos, que nunca serán olvidados y que tengan una implementación estratégica. La aplicación hace que se cumplan los planes de la empresa (Lorette, 2013, p. 1).

Para realizar la implementación del sistema RIMLESS, se realizará a través de un plan de acción con el siguiente formato:

Tabla 1.1. Formato del cronograma de implementación

Actividad	Fecha											
	Marzo				Abril				Mayo			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la implementación del Sistema RIMLESS es necesario contar con un presupuesto por parte de la empresa, que no es más que tener un plan integrador y coordinador que expresa en términos financieros las operaciones, recursos, meses y años requeridos con el fin de lograr los objetivos fijados (González, 2002, p. 1).

2. PARTE EXPERIMENTAL

En este capítulo se desarrolla toda la parte experimental del proyecto de investigación, que permite caracterizar a la empresa Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A. y diagnosticar el proceso de vulcanización, para efectuar las mejoras del mismo.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A., es una empresa pública que se creó en el año 2005, ubicada dentro de los talleres de reparación y reencauchado de neumáticos de Ambato, Tungurahua. Son una gran familia formada por personas que, con talento, compromiso, dedicación y tecnología de punta, cumplen oportunamente los requerimientos de sus clientes (Caucho Sierra S.A., 2015, pág. 1).

En la figura 2.9 se muestra la estructura organizacional de la empresa Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”, en el mismo se detalló el cargo y el nombre de la persona designada.

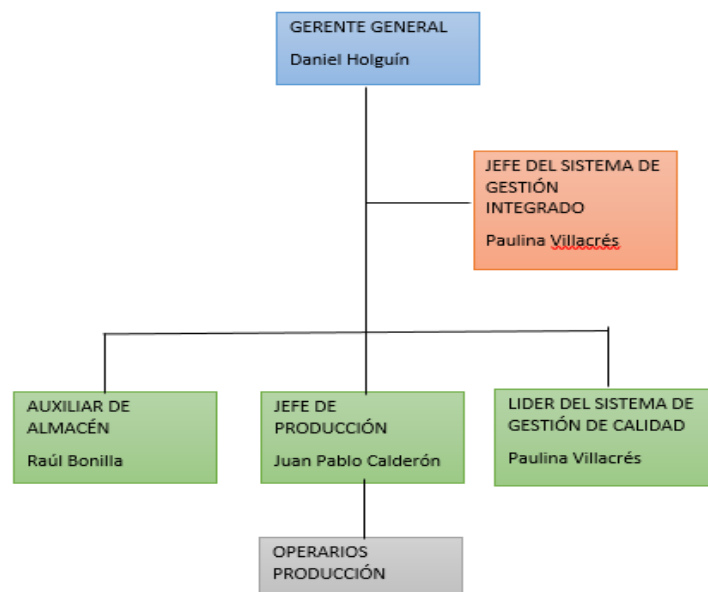


Figura 2.9. Organigrama de la empresa Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A.
Fuente: (Caucho Sierra S.A., 2015)

A continuación, se describen la misión, visión, política de calidad y los servicios que brinda la empresa.

✓ **Misión**

“Producir neumáticos reencauchados, no importando la marca original, y servicios complementarios con altos estándares de eficiencia, oportunidad y calidad, que generen satisfacción a nuestros clientes y rentabilidad a nuestros accionistas, respaldados por un equipo humano, profesional y capacitado”.

✓ **Visión**

“Ser una empresa consolidada, reconocida por sus clientes como la mejor alternativa de servicio de reencauche y otros servicios vinculados al transporte, con amplia participación en el mercado y cobertura nacional”.

✓ **Política de calidad**

“Somos un equipo de trabajo comprometido a satisfacer a sus clientes, mediante la producción y comercialización de servicios de reencauche de neumáticos con altos estándares de calidad, promoviendo la mejora continua de sus procesos y el cumplimiento de requisitos legales y reglamentarios, en base de los siguientes objetivos:

1. Satisfacer los requisitos del cliente externo.
2. Fortalecer al equipo humano.
3. Preservar la calidad en nuestro producto.
4. Mantener procesos eficaces para mejorar la gestión interna”.

✓ **Servicios**

La empresa Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A. brinda una serie de servicios dirigidos a los transportistas, como son:

1. El Sistema de Control de Neumáticos GALGO, "Galgo Electronic Tire System" (GETS), que es un sistema de computación confiable y de alta tecnología que permite la administración de llantas en flotas con conexión vía internet, impidiendo el robo de kilometrajes a las flotas.
2. Reencauche para vehículos ligeros.
3. Inspección de llantas.
4. Rotación de llantas, es una operación simple que prolonga la vida de las mismas (Caucho Sierra S.A., 2015, p. 1).

2.1 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación es importante establecer un cronograma de trabajo para identificar las etapas, actividades y plazos en los que se ejecuta el proyecto, como muestra en el Anexo B.

Para poder desarrollar toda la parte experimental del trabajo de investigación, tal como lo establece la metodología Seis Sigma, se elaboraron encuestas de satisfacción para aplicar a los clientes externos y al personal de área de vulcanizado de la empresa, así como una entrevista al Gerente General que permitieran determinar el problema de la investigación, los factores críticos de satisfacción, las características críticas de calidad, los elementos y capacidades del proceso a mejorar (Anexo C, D y E). Se determinó la población y muestra para poder aplicar las encuestas como se muestra a continuación:

Población y muestra de la encuesta a empleados

En el área de producción de la Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A. operan 14 empleados, por lo que la población es muy pequeña y no es necesario tomar una muestra, aplicándose las encuestas al total de empleados que hay en esa área.

Población y muestra de la encuesta a clientes

Para determinar la población de los clientes externos que tiene la Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A., se consultó el registro de ventas de los últimos años y se determinó aproximadamente que el total de clientes es 623, por lo que se determinó la muestra a través de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{E^2(N-1) + Z^2 PQ} \quad [2.2]$$

Dónde:

N= Población total

n= Tamaño de la muestra

Z= Puntaje Z con un nivel de confianza del 95% = 1,96

P= Probabilidad de éxito = 0,50

Q= Probabilidad de fracaso = 0,50

E= Error estadístico = 5% = 0,05

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$n = \frac{1.96^2 * 623 * 0.50 * 0.50}{0.05^2(623 - 1) + 1.96^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{3.8416 * 623 * 0.25}{1.555 + 0.9604}$$

$$n = \frac{598.3292}{2.5154}$$

n = 238 clientes

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El proceso de vulcanización es realmente la etapa más importante del proceso de reencauche ya que si la vulcanización no es perfecta todos los procesos anteriores no servirán de nada, el cual consiste en meter la carcasa en cámaras de cocedura (autoclaves), las mismas que mediante temperatura y presión durante un tiempo determinado vulcaniza las llantas.

Este proceso se ve afectado debido al tiempo que se demora en llegar a la temperatura adecuada de cocción de temperatura ambiente a 116°C, cada llanta permanece por 180 minutos dentro de la autoclave, e ingresan dependiendo la medida de la llanta y la profundidad del labrado, lo que provoca un tiempo elevado de producción, cuellos de botella, disminuyendo la productividad y la calidad del proceso y por ende los ingresos económicos de la Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A., así como insatisfacción de los clientes.

Lo que da lugar a que el problema de la investigación sea:

¿La implementación del sistema RIMLESS en el proceso de vulcanizado en la Reencauchadora de la Sierra, influirá en la mejora de la productividad del proceso, para elevar el nivel de satisfacción de los clientes y los ingresos económicos?

2.2.1 IDENTIFICAR LOS FACTORES CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN

Para obtener información sobre cuáles son los factores críticos en la atención al cliente de la Reencauchadora de la Sierra, Caucho Sierra S.A. se utilizó como herramienta la encuesta, ya que la información que facilitan los clientes como usuarios directos del servicio, es esencial para determinar los factores críticos de la atención recibida.





































2.2.2 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD

Se utilizó herramientas gráficas de control para determinar la calidad de las llantas reencauchadas que cumplen con las especificaciones técnicas y la satisfacción del cliente.

2.2.3 DEFINICIÓN DEL PROCESO

Para poder definir todos los elementos del proceso de vulcanizado, se realizó una búsqueda de información en la empresa, así como la observación para ver cómo se realiza cada una de las actividades del proceso. En la figura 2.23 se muestra el diagrama de flujo del proceso, que permitió identificar las tareas y los tiempos que se demora, sobre los cuales se realiza el estudio para mejorarlos.

En el anexo E se explican cada una de las actividades que se realiza en el proceso y en el anexo F se muestra el diagrama de proceso para el vulcanizado de las llantas 1200/R22.5, 295/R80/22.5.

Ubicación: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."					Resumen			
Proceso: Vulcanizado de llantas 1100/R22.5					Actividad	Actual	Propuestos	Ahorros
Fecha: 11/10/2015					Operación	13	-	-
Operador:		Analista:			Transporte	9	-	-
Marque el método y el tipo apropiados					Demora	0	-	-
Método: <input checked="" type="radio"/> Actual <input type="radio"/> Propuesto					Inspección	2	-	-
Tipo: <input checked="" type="radio"/> Obrero <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina					Almacenaje	-	-	-
Comentarios:					Tiempo (min)	188,99	-	-
					Distancia (metros)	47,9	-	-
					Costo	-	-	-
Descripción de la actividad		Símbolo			Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta.					0,03	2,7		
Colocar envelopes en la llanta					0,45	-		
Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado					0,05	3,5		
Acoplar la llanta, el tubo, y el rin con la finalidad de impermeabilizar para evitar fuga					4,29	-		
Inspección					0,03	-		
Carga de llantas en el riel					0,64	5,2		
Conexión de acoples de mangueras de los tubos y envelopes					0,08			
Posicionamiento de llantas en la autoclave					0,08	8,2		
Ajuste de brazos y cierre de puerta					0,05			
Cierre de válvulas de envelopes y tubos					0,05			
Vulcanización de llantas					180			
Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado					0,6	8,2		

Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío						0,1		
Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado						0,05	5,2	
Desmontar del rin y del tubo la llanta						1,08		
Acarreo hasta envelopadora posicionamiento						0,05	3,5	
Retiro de envelopes						0,2		
Retirado de llanta de envelopadora						0,03		
Retiro de plástico de protección						0,18		
Control de calidad						0,3		
Acarreado hasta área de terminado						0,05	11,4	

Figura 2.10. Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado con Rin

Fuente: Elaboración propia

El número de trabajadores del proceso de reencauche es 14 y las herramientas y máquinas que ocupan son:

- ✓ Máquina de limpieza.
- ✓ Máquina de inspección inicial y final.
- ✓ Máquina raspadora.
- ✓ Máquina cardeadora.
- ✓ Máquina de reparación.
- ✓ Máquina encementadora / resanadora.
- ✓ Preparación de banda.
- ✓ Máquina embandadora.
- ✓ Envelopadora/mesa de armado/ autoclave.

2.2.4 DETERMINAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO

Para determinar la capacidad de producción del proceso se utilizaron las hojas de registros de tiempo que posee la Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A.", para así poder conocer los tiempos que se demora en realizar el reencauchado de un neumático.

2.3 MEDICIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS DEL PROCESO

2.3.1 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS

Para determinar los factores críticos del proceso de vulcanizado fue necesario determinar cuáles factores son necesarios para el desarrollo del proceso, los cuales están relacionados con las características de calidad (presión, temperatura, tiempo). Para determinar los mismos se realizó una búsqueda de información, concluyendo que hasta que la autoclave no alcance los siguientes parámetros no se puede realizar el vulcanizado del neumático:

- ✓ Temperatura: 116 °C +/- 1°C.
- ✓ Presión del Tubo: 8 Bar +/- 0.8 Bar.
- ✓ Presión del Envelope: 4.5 Bar +/- 0.4 Bar.
- ✓ Presión de la Cámara: 6 Bar +/- 0.8 Bar.

2.3.2 SELECCIÓN DE LOS FACTORES

Para determinar los factores críticos del proceso de vulcanizado fue necesario tener en cuenta las necesidades de los clientes y el comportamiento del propio proceso.

Por tanto, en base al análisis de las encuestas a trabajadores, la entrevista a la gerencia y los datos recopilados, los factores críticos para el proceso de vulcanizado son:

- ✓ Presión de la autoclave.
- ✓ Temperatura de la autoclave.
- ✓ Tiempo de producción.

2.4 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES SIGNIFICATIVOS

Los factores significativos del **proceso de vulcanizado** son todas aquellas variables que influyen en el desarrollo del mismo, no solo desde el punto de vista interno de la empresa sino también desde el comportamiento del entorno donde se desarrolla.

Se determinaron como factores significativos:

- ✓ La calidad y disponibilidad de la materia prima.
- ✓ El estado y disponibilidad de la maquinaria y equipos.
- ✓ Las habilidades y capacidades de los trabajadores.
- ✓ Las condiciones de infraestructura que posee el área dónde se desarrolla todo el proceso.

2.5 MEJORAMIENTO DEL PROCESO

Se identificaron los factores críticos del proceso de vulcanizado. Para estos factores la prueba de hipótesis presenta cierta influencia de la cual se determinó acciones de mejoras inmediatas para atacar las causas especiales de baja productividad, desperdicios, reproceso, tiempo elevado de producción, etc.

2.6 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Una vez identificado los factores críticos que afectan el proceso de vulcanizado se realizó el seguimiento y control de su comportamiento de tal manera que se demuestre la necesidad de implementar las acciones de mejoras propuestas que permitan aumentar la productividad y la calidad del servicio que brinda la empresa.

Para realizar el seguimiento y control estadístico del proceso se utilizó la técnica de los gráficos de control que permiten determinar si el proceso se encuentra bajo control, para ello fue necesario realizar observaciones y poder determinar los tiempos del proceso de vulcanizado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este punto se analiza los resultados obtenidos de las encuestas y entrevistas aplicadas (ver anexo C y D) para poder determinar las causas reales del problema.

Encuesta a los clientes de la Reencauchadora de la Sierra Caucho Sierra S.A.

Al realizar las encuestas a los clientes se obtuvieron los siguientes resultados:

1. ¿Cuánto tiempo ha sido usted cliente de la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”?

En la figura 3.11, se muestran los resultados arrojados del procesamiento de esta pregunta, donde se observa que 44% de los encuestados llevan más de 1 año siendo cliente de la empresa, mientras que el 26% de los encuestados lleva 6 meses y solamente 18% son clientes nuevos, ya que llevan un año con la empresa.

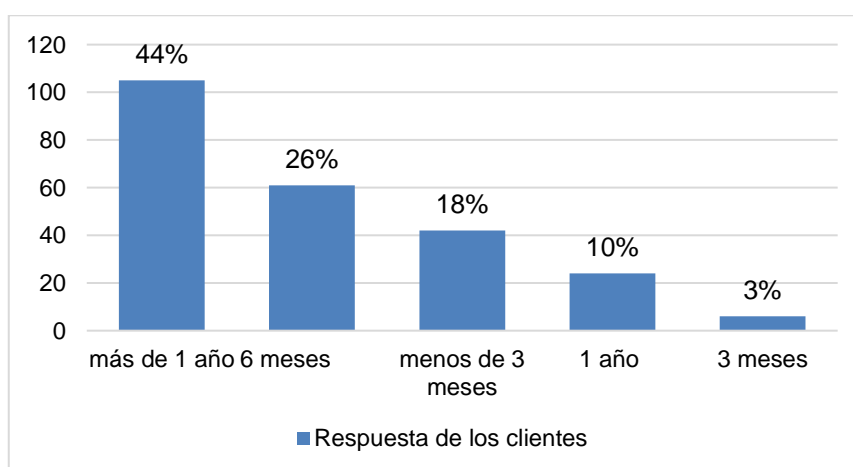


Figura3.11. Tiempo de los clientes en la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que la empresa ha logrado mantener a sus clientes ya que la mayoría lleva más de un año con ella, pero a la vez se observa que no está captando nuevos clientes, lo que es un problema a resolver.

2. ¿Cuántos neumáticos usted reencaucha en cada visita a la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”?

De acuerdo a los datos recogidos en las encuestas como se observa en la figura 3.12, el 52% de los encuestados reencaucha más de 6 neumáticos, mientras que el 18% de los encuestados reencaucha 4 neumáticos, el 16% reencaucha 6 neumáticos, solo el 14% reencaucha 2 neumáticos y nadie reencaucha menos de 2 neumáticos.

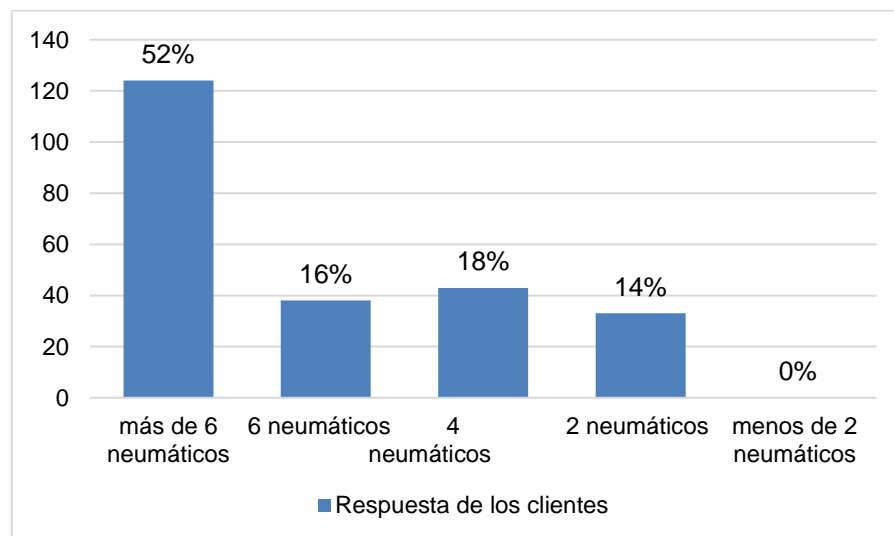


Figura3.12. Cantidad de neumáticos que reencauchan los clientes en la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis realizado se puede concluir que el 80% de los clientes reencaucha 4 neumáticos o 6 neumáticos o más de 6 neumáticos y sola una pequeña minoría reencauchan 2 neumáticos.

3. ¿Cómo considera la atención recibida por parte del personal de ventas (vendedor)?

De acuerdo a los datos recogidos en las encuestas como se observa en la figura 3.13, el 35% de los encuestados consideraron ni bueno ni malo la atención del vendedor, mientras que el 33% lo considera que es una atención excelente, un 24% piensa que es buena y solo el 8% considera que es mala.

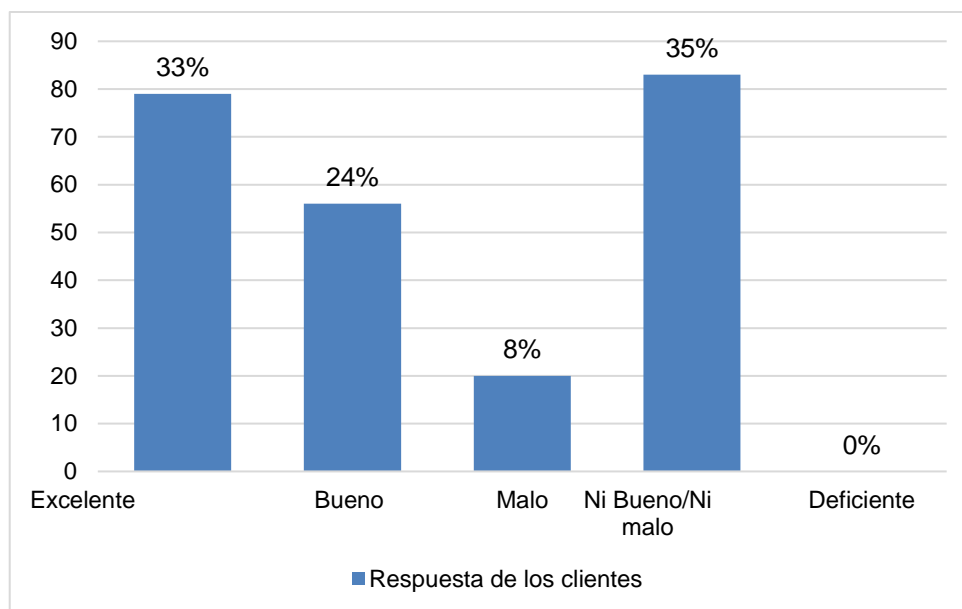


Figura 3.13. Atención recibida por el personal de ventas

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que la atención que recibe los clientes por parte del personal de ventas es buena ya que más del 80% de los clientes consideran que está entre buena y excelente.

4. ¿Cómo considera el grado de conocimiento del vendedor en la identificación de daños del neumático?

En la figura 3.14, se refleja el resultado arrojado por las encuestas aplicadas, observándose que el 34% de los encuestados considera que el grado de conocimiento del vendedor para identificar los daños del neumático es bueno, mientras que el 32% lo considera que su grado de conocimiento no es ni bueno ni malo, un 22% piensa que es un grado de conocimiento excelente, solo el 12% considera que no es malo.

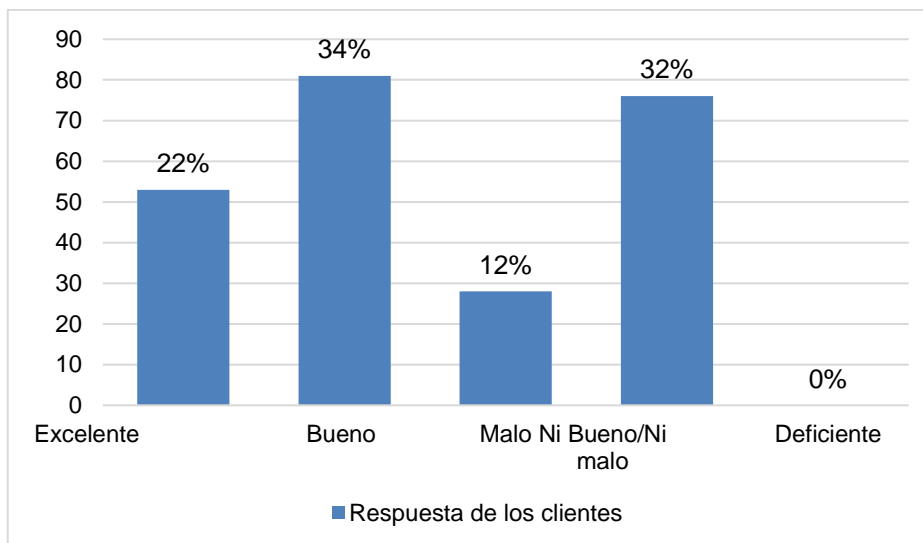


Figura3.14. Grado de conocimiento del vendedor en la identificación de los daños de los neumáticos

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que los clientes consideran que el grado de conocimiento de los vendedores en la identificación de los daños de los neumáticos es buena.

5. ¿Se le entrega el producto en la fecha estipulada en la factura?

Como se observa en la figura 3.15, el total de encuestados (100%) plantean que el producto no se entrega en la fecha estipulada en la factura, por lo que es un problema a resolver ya que la empresa no cumple con lo establecido y puede provocar la pérdida e inconformidad de los clientes.

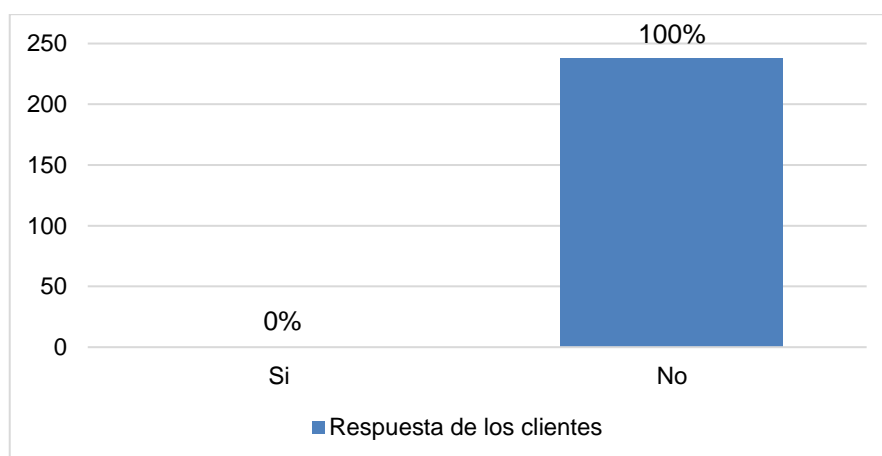


Figura 3.15. Entrega del producto en la fecha estipulada

Fuente: Elaboración propia

6. Con respecto a la fecha de entrega estipulada en la factura. ¿En qué tiempo le entregaron el producto?

De acuerdo a los datos recogidos en las encuestas como se observa en la figura 3.16, el 38% de los encuestados expone que el producto se le entrega por parte de la empresa en un tiempo de más de 72 horas posterior a la fecha prometida, mientras que el 26% plantean que le entregan el producto hasta 72 horas después de la fecha prometida, un 16% de los encuestados exponen que le entrega el producto hasta 48 horas después de la fecha prometida y un 20% de los encuestados dice que le entregan el producto hasta 24 horas después de la fecha prometida.

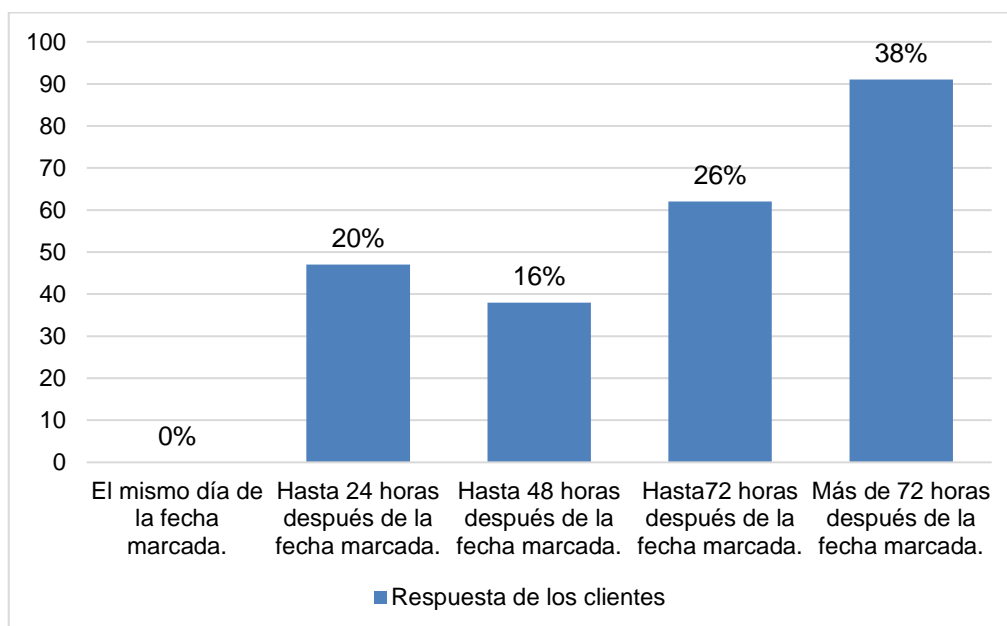


Figura 3.16. Fecha de entrega del producto

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que la mayoría de los clientes recibe el producto con más de 72 horas después de la fecha pactada en la factura y que ninguno recibe el producto el mismo día de la fecha marcada, lo que es un parámetro que hay que mejorar y en el cual la empresa debe enfocarse.

7. ¿Cómo considera la calidad del producto recibido?

De acuerdo a los datos recogidos en las encuestas como se muestra en la figura 3.17, muestra el resultado arrojado de las encuestas aplicadas, observándose que el 38% de los encuestados plantean que la calidad del producto ni es buena ni es mala, mientras que el 35% considera que la calidad del producto es mala, un 17% de los encuestados plantean que la calidad es deficiente, solo al 6% le parece la calidad del producto buena y un 4% de los clientes considera que la calidad es excelente.

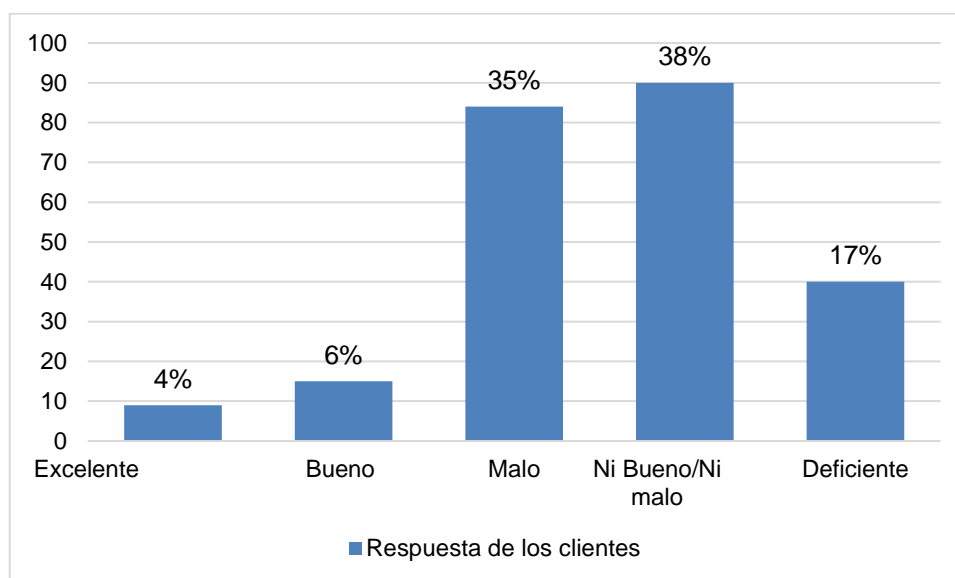


Figura 3.17. Calidad del producto

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que los clientes consideran que la calidad del producto que reciben de la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.” no es buena, por lo que es un factor que hay que analizar y ver cuales elementos están influyendo que la calidad del producto no sea la adecuada.

8. Si considera que la calidad del producto no es buena, diga que elementos influyen para que tenga esa opinión.

De los datos recopilados de la encuesta como se puede observar en la figura 3.18, los elementos que consideran los clientes que influyen la calidad del producto son: el desprendimiento de las bandas, la estética de los neumáticos y el

tiempo de entrega de los neumáticos; siendo este último el que más incide ya que el 63% de los encuestados lo mencionaron.

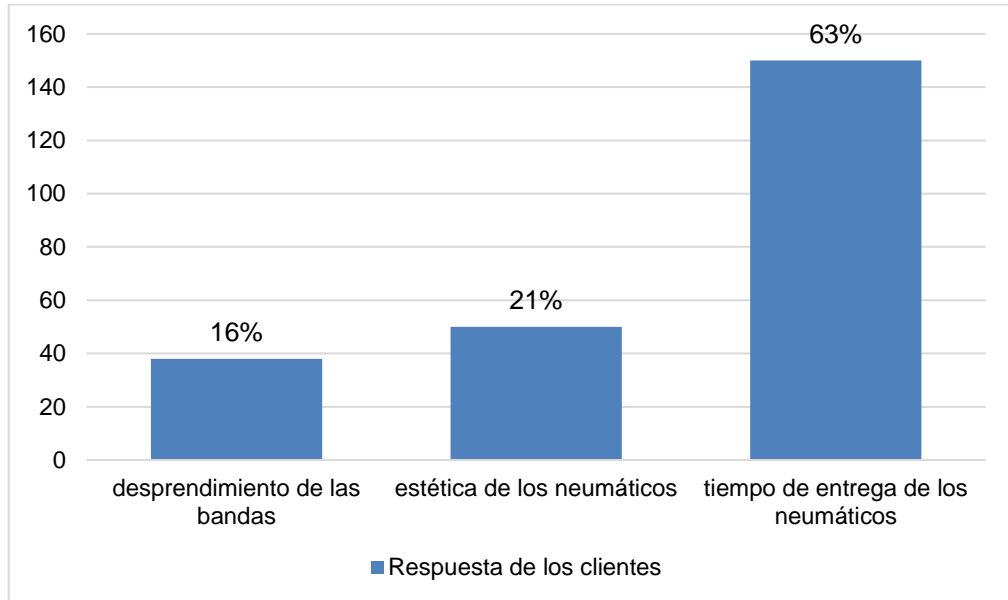


Figura 3.18. Elementos que influyen en la calidad del producto

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que el elemento que más influye en la calidad del producto para los clientes de la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”, es el tiempo de entrega de los neumáticos, por lo que es necesario analizar las causas que están provocando que se demore el tiempo que los productos sean recibidos por los clientes.

9. ¿Cómo considera el precio de los productos de la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”?

De acuerdo a los datos recogidos (figura 3.19), el 34% de los encuestados plantean que el precio de los productos ni es caro ni barato, mientras que el 32% considera que el precio del producto es muy caro, un 18% de los encuestados expone que el precio es barato y el 16% le parece que el precio es muy caro.

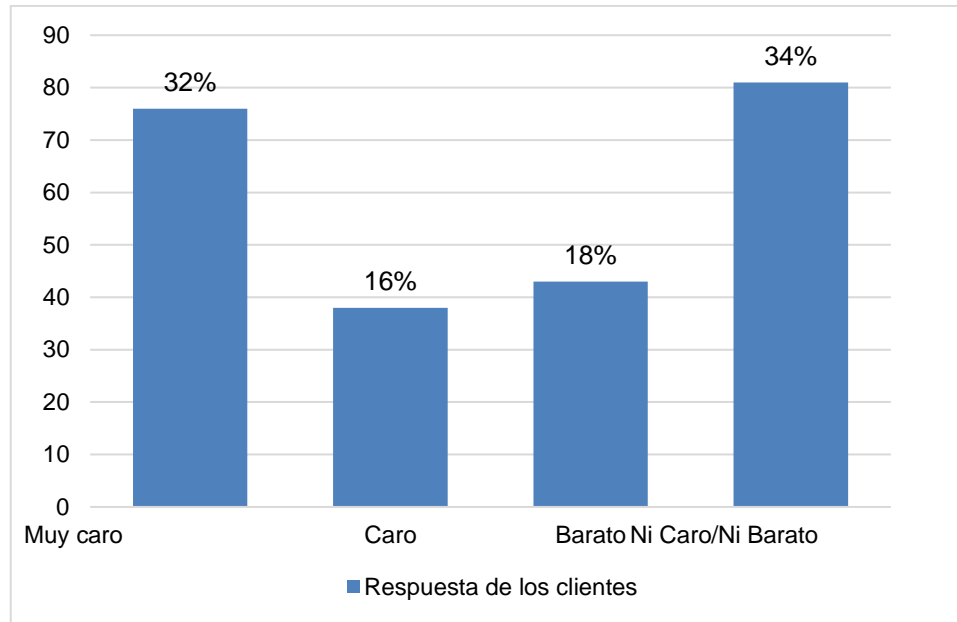


Figura 3.19. Precios de los productos recibidos

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que los precios de los productos que la empresa ofrece no son ni caros ni baratos ya que el mayor por ciento de los clientes lo plantean.

10. ¿Se siente satisfecho con respecto al servicio y producto recibidos por la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”?

De acuerdo a los datos recogidos en las encuestas como se observa en la figura 3.20, el resultado arrojado por las encuestas aplicadas, mostrando que el 38% de los encuestados exponen que no están ni satisfecho ni insatisfecho con el servicio y los productos de la reencauchadora, el 36% se encuentra insatisfecho con el servicio y los productos, un 18% se encuentra muy insatisfecho con el servicio y los productos, solo el 4% se encuentra satisfecho por el servicio y los productos y el 3% se encuentra muy satisfecho por el servicio y los productos.

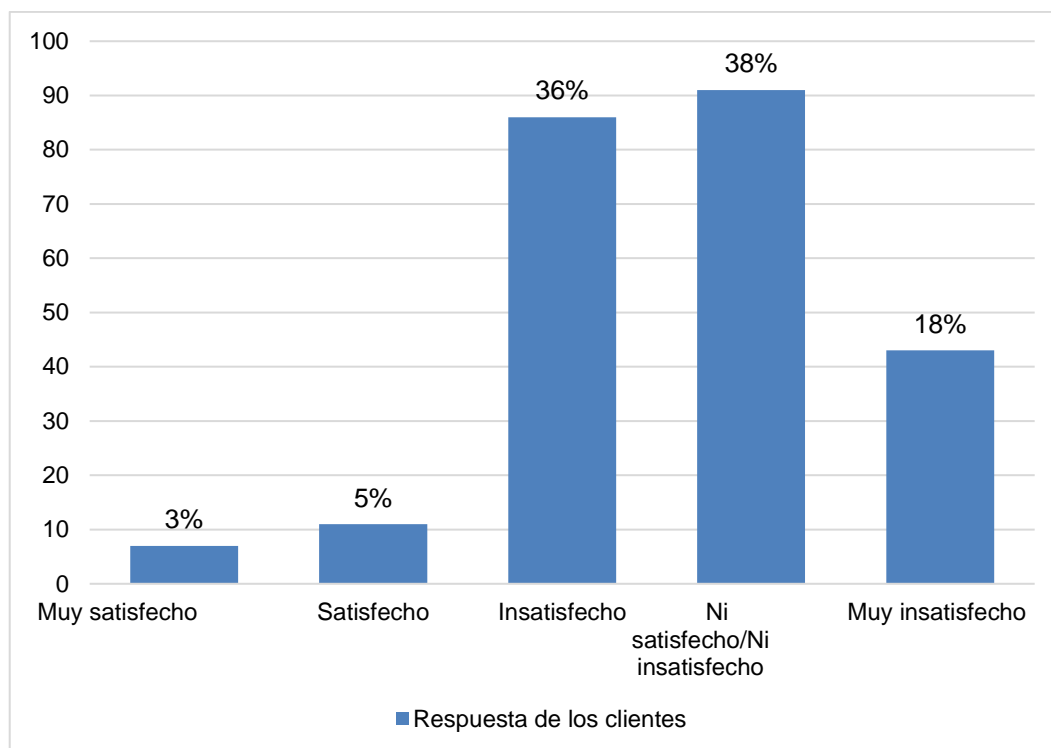


Figura 3.20. Satisfacción del cliente

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que los clientes no se encuentran satisfecho con el servicio y producto que recibe de la empresa, por lo que es un aspecto que hay que tener en cuenta y realizarle mejoras para cambiar la opinión que presentan los clientes de la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”

11. Para qué tipo de vehículos usted reencaucha sus neumáticos.

De acuerdo a los datos recogidos (figura 3.21), el 34% de los encuestados reencaucha los neumáticos para tráiler, mientras que el 26% de los encuestados reencaucha para taxis o carros particulares, un 22% reencaucha para buses, el 14% reencaucha para camiones y solamente un 4% reencaucha para motos.

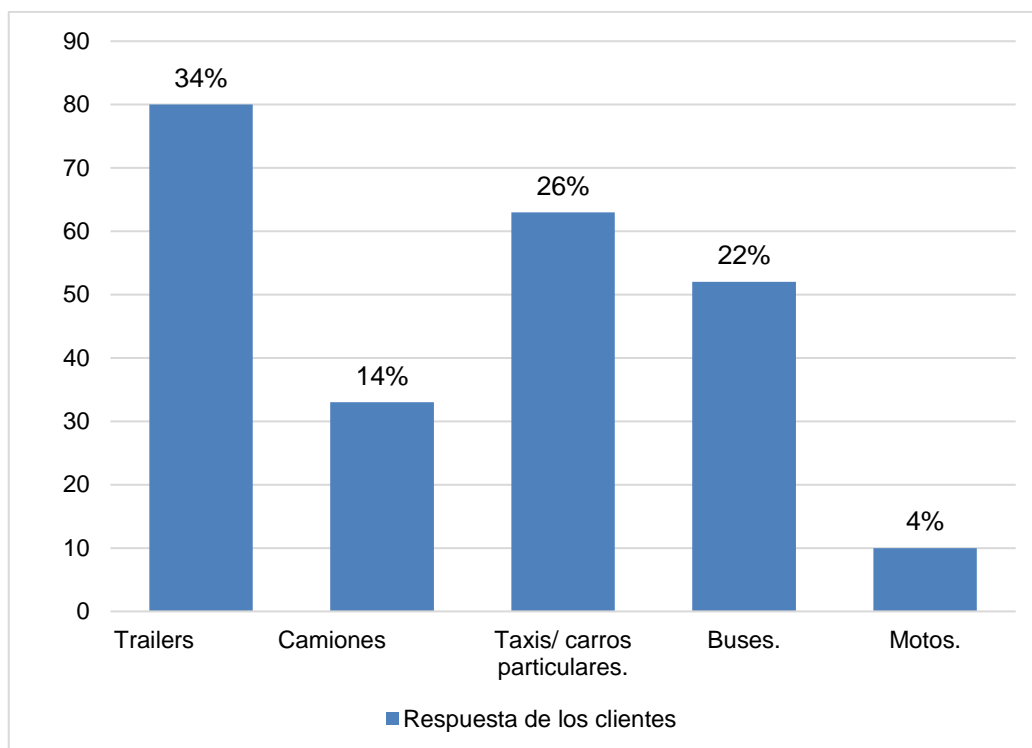


Figura 3.21. Tipo de vehículos que se le realiza el reencaucha de los neumáticos

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que los clientes reencauchan para todo tipo de vehículo por lo que el servicio que brinda la empresa debe estar enfocado a los requerimientos de estos transportes.

12. ¿Por qué razón usted reencaucha sus neumáticos?

De acuerdo a los datos recogidos en las encuestas como se observa en la figura 3.22, los resultados arrojados por las encuestas aplicadas, observándose que el 50% de los encuestados plantean que reencauchan porque el costo es menor comparado con adquirir neumáticos nuevos, mientras que el 17% reencauchan por cuidar el medio ambiente y cumplir la ley de tránsito, solo el 13% por cumplir la ley de tránsito y 4% de los clientes reencauchan por cuidar el medio ambiente.

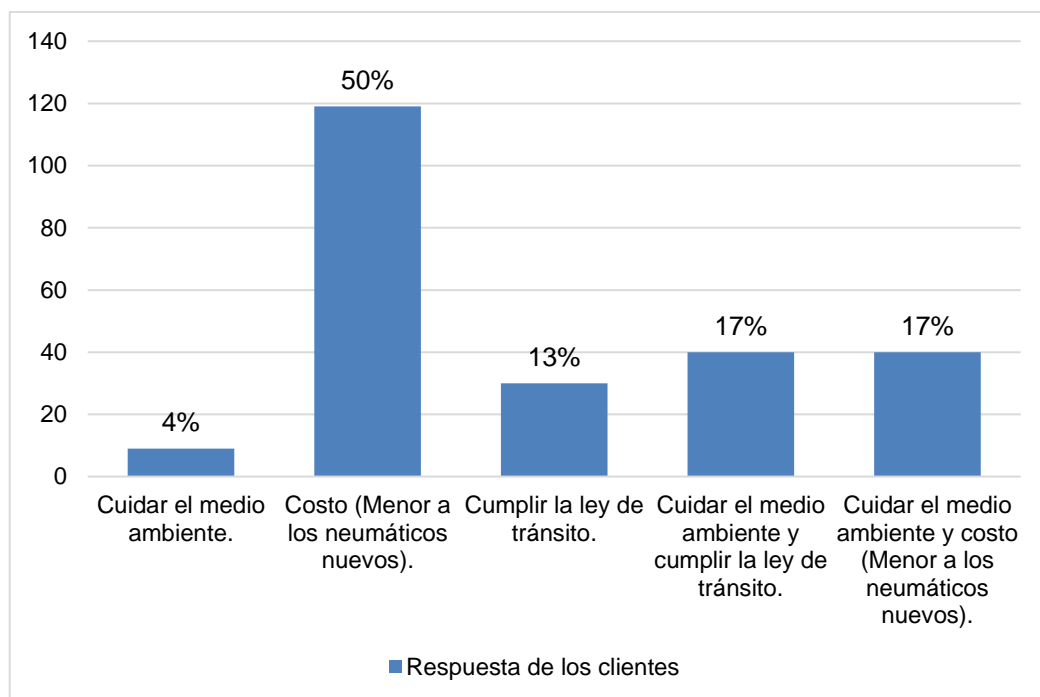


Figura 3.22. Por qué razón reencaucha sus neumáticos

Fuente: Elaboración propia

Entrevista al Gerente General de la Reencauchadora de la Sierra Caucho Sierra S.A.

1. ¿Por qué la reencauchadora no atrae a nuevos clientes?

Porque tenemos un plan para aumentar las promociones en el área comercial, mediante el cual se brindará nuevas ofertas en el renovado de neumático y además se busca dar promociones como garantía total y finalmente se busca realiza convenios estratégicos con otros importadores de neumáticos y concesionarios.

2. ¿Por qué existe una demora en los tiempos de entrega del producto terminado a los clientes?

Existen múltiples problemas en la empresa, entre los que destacan:

- ✓ Falta de recursos o suministros en el área de producción para mejorar la calidad y aumentar la producción.

- ✓ No existe un cambio de tecnología en el área de vulcanizado, cuello de botella.
- ✓ Falta de comunicación entre logística y facturación de los neumáticos ya concluidos o producidos.
- ✓ Falta de banda de rodamiento, cojín y relleno por la generación de un pedido de compras inefectivo.
- ✓ Inadecuada estrategia para desaduanizar los contenedores de materia prima.
- ✓ Falta de cumplimiento en los indicadores de tiempos de entrega por parte de producción y logística.
- ✓ Disponibilidad de camiones y mala coordinación del recurso logístico.
- ✓ Demora en los tiempos de entrega de producción por exceso en los reprocesos.
- ✓ Falta de determinación de tiempos estándar en producción.

3. ¿Por qué la calidad del producto terminado es tan baja?

Se busca identificar formalmente los problemas, pero en estudios realizados se han identificado las siguientes:

- ✓ Fallas en el proceso de renovado de neumáticos.
- ✓ Falta de control de la hermeticidad en el proceso de vulcanizado.
- ✓ Excesiva cantidad de reprocesos en producción.
- ✓ No se provee de los suministros adecuados para el armado de los neumáticos antes del vulcanizado.
- ✓ Falta de compromiso por la entrega del producto, con calidad por parte de los operarios en planta.
- ✓ Falta de capacitación en el manejo de las autoclaves.
- ✓ Falta de mantenimiento periódico de la maquinaria.
- ✓ Falta de capacitación en los métodos o procedimientos designados por el Sistema de Gestión de Calidad en la elaboración del reencauchado o renovado de neumáticos.

- ✓ Falta de supervisión en los procesos productivos, desapego a los procedimientos de producción.
- ✓ Falta de supervisión en el control de calidad de la materia prima.
- ✓ Inadecuado manejo y almacenamiento del producto.
- ✓ Escases o falta de algún insumo o materia prima.
- ✓ Manejo indebido de materiales o productos.

Luego de analizar el resultado de las encuestas y la entrevista, se pudo determinar que la calidad de los neumáticos reencauchados, el tiempo de entrega del producto, son los factores críticos más relevantes percibidos en esta investigación por los clientes, así mismo el cumplimiento de las normas INEN con respecto a los neumáticos. De todas formas, lo importante será que las expectativas con las que van los clientes deben ser satisfechas en su totalidad de tal forma que se logre fidelizarlo.

De los resultados arrojados por las encuestas se pudo ver que el 80% de los clientes, consideran que la calidad de producto no es la adecuada, pero está dado por el tiempo que se demora en la entrega del mismo. Por lo que se puede concluir que la característica crítica de calidad que existe es el tiempo de entrega del producto, que está dado por una serie de problemas que existen en el proceso de vulcanizado, que provocan una excesiva cantidad de reprocesos en producción, dando como resultado la demora en la entrega del producto al cliente.

A continuación, de acuerdo con la metodología Seis Sigma, se muestra el diagrama causa-efecto (figura 3.23) realizado donde se resumen los problemas que existen para que se demore el tiempo de entrega del producto al cliente.

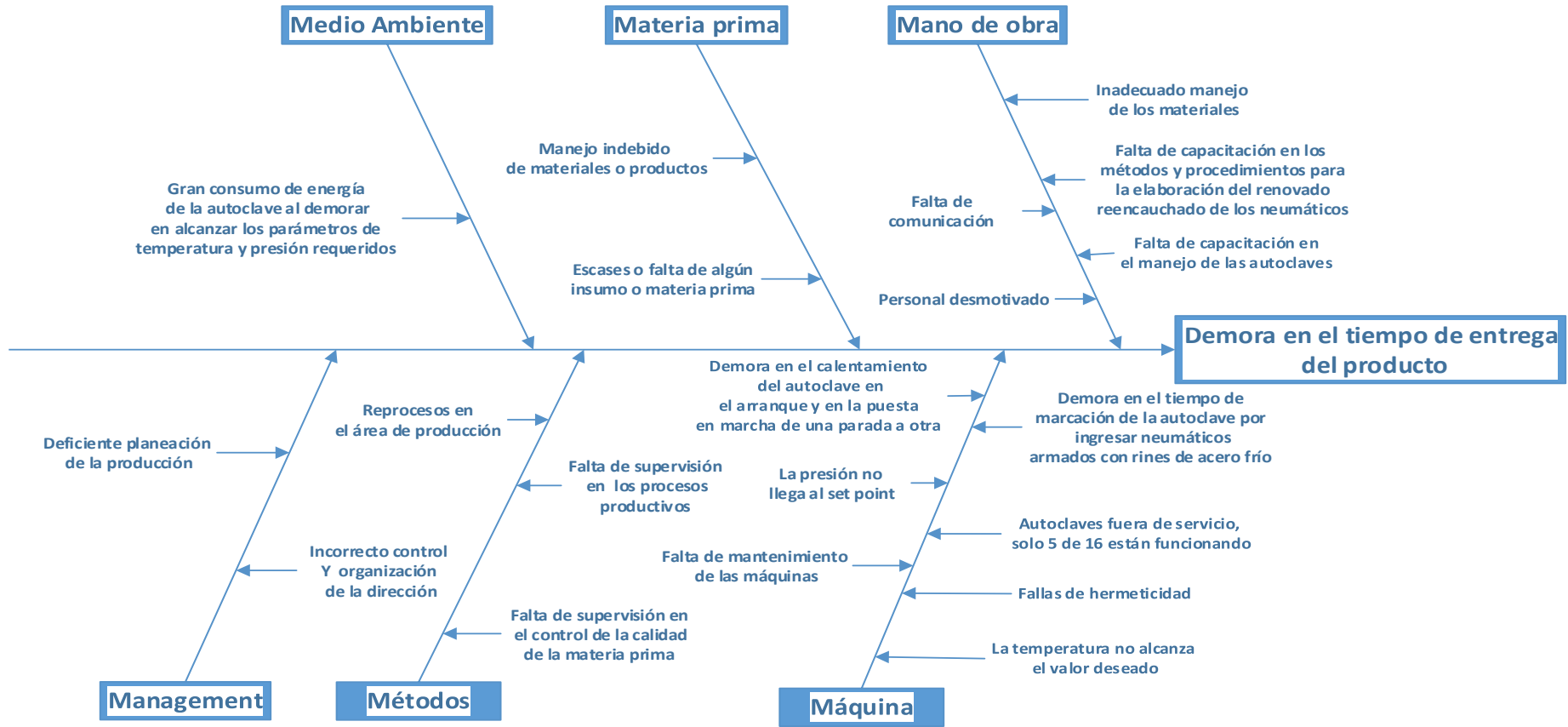


Figura 3.23. Diagrama causa – efecto de la demora del tiempo de entrega del producto

Fuente: Elaboración propia

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC

3.2.1 FASE DEFINIR

Esta etapa tiene como objetivo describir el problema de manera general donde se explique en qué consiste y la importancia de su solución, además de establecer las directrices del proyecto.

- ✓ Definir el problema

De acuerdo al resultado obtenido de las encuestas y entrevistas en el epígrafe anterior se definió que existía una insatisfacción de los clientes, debido a que no se cumplía con el plazo de entrega de los neumáticos recauchados que se acordaba en la factura y que esto estaba provocado por los problemas que existían en el proceso de vulcanizado, ya que como se muestra en la siguiente tabla, los parámetros en la mayoría de las ocasiones no son los adecuados para realizar el correcto vulcanizado de los neumáticos, lo que provoca que los tiempos de producción aumenten y el producto se entregue con retraso a los clientes.

Tabla 3.2. Parámetros que alcanza la autoclave en el proceso de vulcanizado

Parámetros	Neumático 1100/R22.5		Neumático 1200/R22.5		Neumático 295/R80/22.5	
	Presión necesaria	Presión obtenida	Presión necesaria	Presión obtenida	Presión necesaria	Presión obtenida
Presión de tubo	8bar	7,4bar	8bar	7,2bar	8bar	7,1 psi
Presión de carcasa	6 bar	5,8 bar	6 bar	5.9 bar	6 bar	5.9 bar
Presión de envelope	4,5 bar	4,4 bar	4,5 bar	4,2 bar	4,5 bar	4,5 bar
Temperatura	116° C	115,9° C	116° C	115,9° C	116° C	116° C

Fuente: Elaboración propia

Al no cumplirse los parámetros anteriores provoca el retraso del tiempo de vulcanizado de los neumáticos, observándose que el cuello de botella de la

producción de reencauchado de neumáticos se encuentra en esta área ya que es el proceso que más mayor tiempo tiene de todo el proceso de reencaucho de los neumáticos desde que son recibidos por el departamento comercial hasta que son enviados al cliente.

En la tabla se muestra los tiempos estándar del proceso de reencauchado de neumáticos para la llanta 1100/R22.5, los cuales se obtuvieron a través de las hojas de registros de la empresa, como se muestra en el anexo G.

En el anexo H se muestran los tiempos estándares del proceso de reencauchado para las llantas 1200/R22.5 Y 295/R80/22.5.

Tabla 3.3. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1100/R22.5

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
LIMPIEZA	Acarreado hasta máquina de limpieza	0,15
	Colocado en máquina de limpieza y revisión	0,07
	Operación de máquina de limpieza	2,08
	Retirado de máquina de limpieza	0,38
INSPECCIÓN INICIAL	Acarreado hasta máquina de verificación inicial	0,15
	Posicionado de llanta	0,20
	Inspección y señalamiento de fallas	3,03
	Registro en tarjeta de producción	0,15
	Elaboración y pegado de etiquetas en tarjeta y colocado en llantas	0,25
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área raspado	0,07
RASPADÓ	Acarreado hasta máquina de raspado	0,06
	Posicionado de llanta	0,25
	Retiro de tarjeta de producción	0,10
	Operación de raspado	3,32
	Medición de diámetro de llanta	0,20
	Operación de raspado hasta conseguir diámetro requerido	0,50
	Inspección y señalamiento de fallas	0,30
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,15
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área escariado	0,07
CARDEADO	Acarreado hasta máquina de escariado	0,08
	Posicionado de llanta	0,10
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de escariado	12,04
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta	1,00
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10

Tabla 3.3. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1100/R22.5 (continuación...)

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
CARDEADO	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área decisión	0,03
REPARACIÓN	Verificación de daños y toma de decisión para proceso de reparación	0,07
	Acarreado hasta máquina de reparación	0,07
	Posicionado de llanta	0,15
REPARACIÓN	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de reparación (reencauche, rellenar con caucho crudo, y ubicación de parches)	3,16
	Pulir y colocar cemento	1,05
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	0,40
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área cementado	0,05
ENCEMENTADO	Acarreado hasta máquina de cementado	0,07
	Posicionado de llanta	0,02
	Operación de cementado	0,19
	Retirado de máquina	0,05
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,07
	Acarreado hasta área rellenado	0,04
RESANADO	Acarreado hasta máquina de rellenado	0,03
	Posicionado de llanta	0,03
	Verificación de fallas	0,05
	Operación de rellenado	3,29
	Inspección de relleno	0,05
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,02
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área de embandado	0,03
PREPARACION DE BANDA	Revisión y toma de medidas (ancho, perímetro)	0,23
	Verificación de existencia de bandas en área de preparación de bandas	0,15
	Verificación y acarreo de banda requerida de bodega a área de preparación de banda	0,43
	Selección de banda y colocación en mesa de corte	0,38
	Operación de medida, corte, pulido y cementado de banda	1,26
	Posicionamiento de banda cortada en encojinadora ensamble de (cojín y banda)	1,11
	Colocación de medida en banda y registro en hoja de producción	0,15
	Colocación de ensamble en área de embandado	0,10
EMBANDADO	Acarreado hasta máquina de embandado	0,07
	Posicionado de llanta	0,05
	Ubicación de ensamble (banda y cojín) en máquina	0,30
	Inspección de tamaño de ensamble con llanta	0,15
	Proceso de unión	3,14
	Ubicación de grapas y colocación de plástico de protección	0,10
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,05
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área de armado	0,05

Tabla 3.3. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1100/R22.5 (continuación...)

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
ARMADO/ PREPARACIÓN DE LLANTAS	Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta	0,03
	Colocar envelopes en la llanta	0,45
	Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Acoplar la llanta, el tubo, y el rin con la finalidad de impermeabilizar para evitar fuga	4,29
	Inspección	0,03
	Carga de llantas en el riel	0,64
	Conexión de acoples de mangueras de los tubos y envelopes	0,08
	Posicionamiento de llantas en la autoclave	0,08
	Ajuste de brazos y cierre de puerta	0,05
	Cierre de válvulas de envelopes y tubos	0,05
	Vulcanización de llantas	180,00
DESARMADO	Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado	0,60
	Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío	0,10
	Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Desmontar del rin y del tubo la llanta	1,08
	Acarreo hasta envelopadora, posicionamiento	0,05
	Retiro de envelopes	0,20
	Retirado de llanta de envelopadora	0,03
	Retiro de plástico de protección	0,18
	Control de calidad	0,30
	Acarreado hasta área de terminado	0,05
INSPECCIÓN FINAL/ ACABADO	Inspección	0,30
	Retiro y posicionamiento en área de reprocesos llantas para reproceso	0,07
	Acarreo, separación y posicionamiento de llantas pequeñas y grandes aprobadas	0,11
	Registro de máster en la corona de la llanta y registro y retiro de grapas	0,15
	Registro en la hoja de informe diario de producción	0,05
	Identificación de llantas	0,05
	Pulido	1,44
	Pintado (gasolina + cojín)	1,40
	Acarreo a área de decisión	0,07
	Verificación y separación según orden de producción, etiquetado	0,33
	Acarreo a área de despacho	0,18
TOTAL		234,65

Fuente: Elaboración propia

Por lo antes expuesto, se decide analizar el proceso de vulcanizado de neumáticos, para determinar los principales elementos que inciden en el tiempo de vulcanizado.

- ✓ Directriz del proyecto

Alcance del proyecto: Proceso de vulcanizado de la empresa Reencauchadora de la Sierra Caucho Sierra S.A.

Objeto del proyecto: Reducir el tiempo de vulcanizado de los neumáticos para así disminuir el tiempo de entrega del producto de reencauchado para lograr una mayor satisfacción de los clientes y así incrementar la productividad y rentabilidad de la empresa.

Impacto del proyecto: Este proyecto se alinea con tres de las directrices de la organización: desarrollar productos de alto valor agregado, mejorar los niveles de calidad y servicio a los clientes y reducir los costos a la empresa por reprocesos y productos defectuosos, así como insatisfacción de los clientes.

Planificación del proyecto: En la tabla se muestra el cronograma de la ejecución del proyecto teniendo en cuenta cada una de las etapas de la metodología DMAIC, el cual se delimita el tiempo de implementación del mismo siendo este de 5 meses.

Tabla 3.4. Cronograma de trabajo

Actividades	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definir	■	■	■	■																
Medir					■	■	■	■	■	■										
Analizar									■	■	■	■	■	■						
Mejorar									■	■	■	■	■	■	■	■				
Controlar															■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 FASE MEDIR

Esta etapa tiene como objetivo medir el estado actual del problema en cuanto al desempeño o rendimiento del proceso, por lo que se realizó el cálculo de la capacidad del proceso y los gráficos de control, para así poder conocer el comportamiento del mismo.

- ✓ Capacidad del proceso

Según las hojas de tiempo estándar que posee la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”, se determinó el tiempo estándar que demora hacer el vulcanizado de una llanta para los productos más demandados por los clientes como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Tiempo estándar de producción de los productos más solicitados

Código del tipo de reencauchado	Tiempo estándar de producción (min/unidad)
1100/R22.5	6,71
1200/R22.5	6,18
295/R80/22.5	7,22

Fuente: Elaboración propia

Para hacer el cálculo de capacidad, hay que tener en cuenta que una jornada laboral es de 8 horas (480 minutos), pero la mano de obra no trabaja constantemente en una jornada laboral pues toman tiempo para almorzar, lo que ha demostrado científicamente que el trabajo real de la mano de obra en una jornada laboral es del 95% del tiempo total, pues solo se quita el tiempo de almuerzo.

Para hacer el cálculo de la capacidad del proceso se hará a través de una regla de tres.

- ✓ Capacidad de producción para el tipo reencauche 1100/R22.5

6,71 minutos \longrightarrow 1 llanta

480 minutos \longrightarrow X

$$X = \frac{480}{6,71} = 71,54 \text{ llantas}$$

$$C_p = 71,54 \text{ llantas} * 0,95 = 67,96 \text{ llantas}$$

✓ Capacidad de producción para el tipo reencauche 1200/R22.5

6,18 minutos \longrightarrow 1 llanta

480 minutos \longrightarrow X

$$X = \frac{480}{6,18} = 77,67 \text{ llantas}$$

$$C_p = 77,67 \text{ llantas} * 0,95 = 73,79 \text{ llantas}$$

✓ Capacidad de producción para el tipo reencauche 295/R80/22.5

7,22 minutos \longrightarrow 1 llanta

480 minutos \longrightarrow X

$$X = \frac{480}{7,22} = 66,48 \text{ llantas}$$

$$C_p = 66,48 \text{ llantas} * 0,95 = 63,16 \text{ llantas}$$

✓ Gráficos de control

Para poder realizar los gráficos de control fue necesario realizar observaciones, para determinar el tiempo del proceso de vulcanizado como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.6. Datos de las observaciones tomadas para el proceso de vulcanizado de la llanta 1100/R22.5

Número de muestra	Número de observaciones					Promedio de la muestra	Amplitud del rango	Límite de Control inferior	Límite de Control	Límite de Control superior
	1	2	3	4	5					
1	6,83	6,45	7,31	6,02	6,4	6,602	1,29	6,587	6,647	6,706
2	7,22	6,83	6,63	6,18	6,63	6,698	1,04	6,587	6,647	6,706
3	6,8	7,17	6,35	6,18	6,03	6,506	1,14	6,587	6,647	6,706
4	6,67	6,72	6,45	6,32	7,01	6,634	0,69	6,587	6,647	6,706
5	7,17	6,46	6,54	6,89	6,95	6,802	1,04	6,587	6,647	6,706
6	6,63	7,22	6,18	6,34	6,8	6,634	1,04	6,587	6,647	6,706
7	6,72	6,18	6,34	6,36	7,17	6,554	0,99	6,587	6,647	6,706
8	6,35	6,18	6,83	7,22	6,67	6,650	1,04	6,587	6,647	6,706
9	6,18	6,8	6,83	6,63	7,17	6,722	0,99	6,587	6,647	6,706
10	6,47	6,83	7,23	6,2	6,6	6,666	1,03	6,587	6,647	6,706
						6,647	1,029			

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla una vez tenido todas las muestras se realizó el cálculo del promedio de la muestra y la amplitud del rango (resta de la mayor observación menos la menor). Al tener estos datos se calculó el límite de control superior e inferior y se construyó el gráfico de control de la media como se muestra en la siguiente figura.

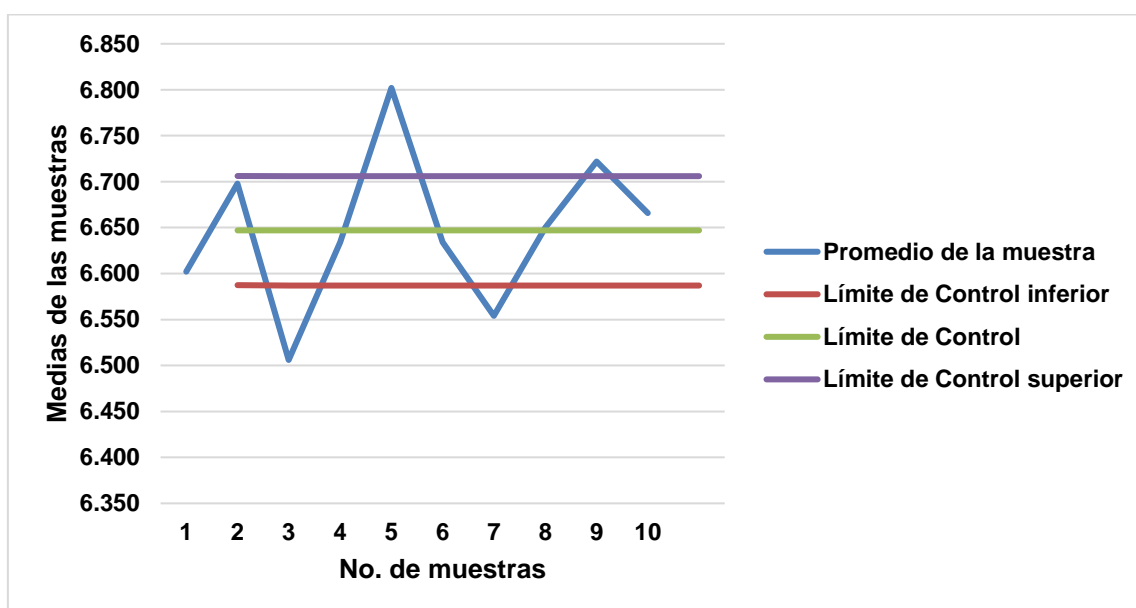


Figura 3.24. Gráfico de control de media del proceso sin Rin

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como el proceso está fuera de control debido a que existen puntos fuera de los límites inferior y superior de control, por lo que hay que aplicar mejoras para garantizar un control del proceso de vulcanizado.

3.2.3 FASE ANALIZAR

Con el objetivo de poder determinar las posibles acciones de mejora para eliminar los factores críticos del proceso de vulcanizado y las causas de baja productividad, desperdicios, reproceso, tiempo elevado de producción, se realizó una lluvia de ideas, la cual arrojó una serie de causas, como se muestran en el siguiente diagrama causa-efecto (figura 3.25).

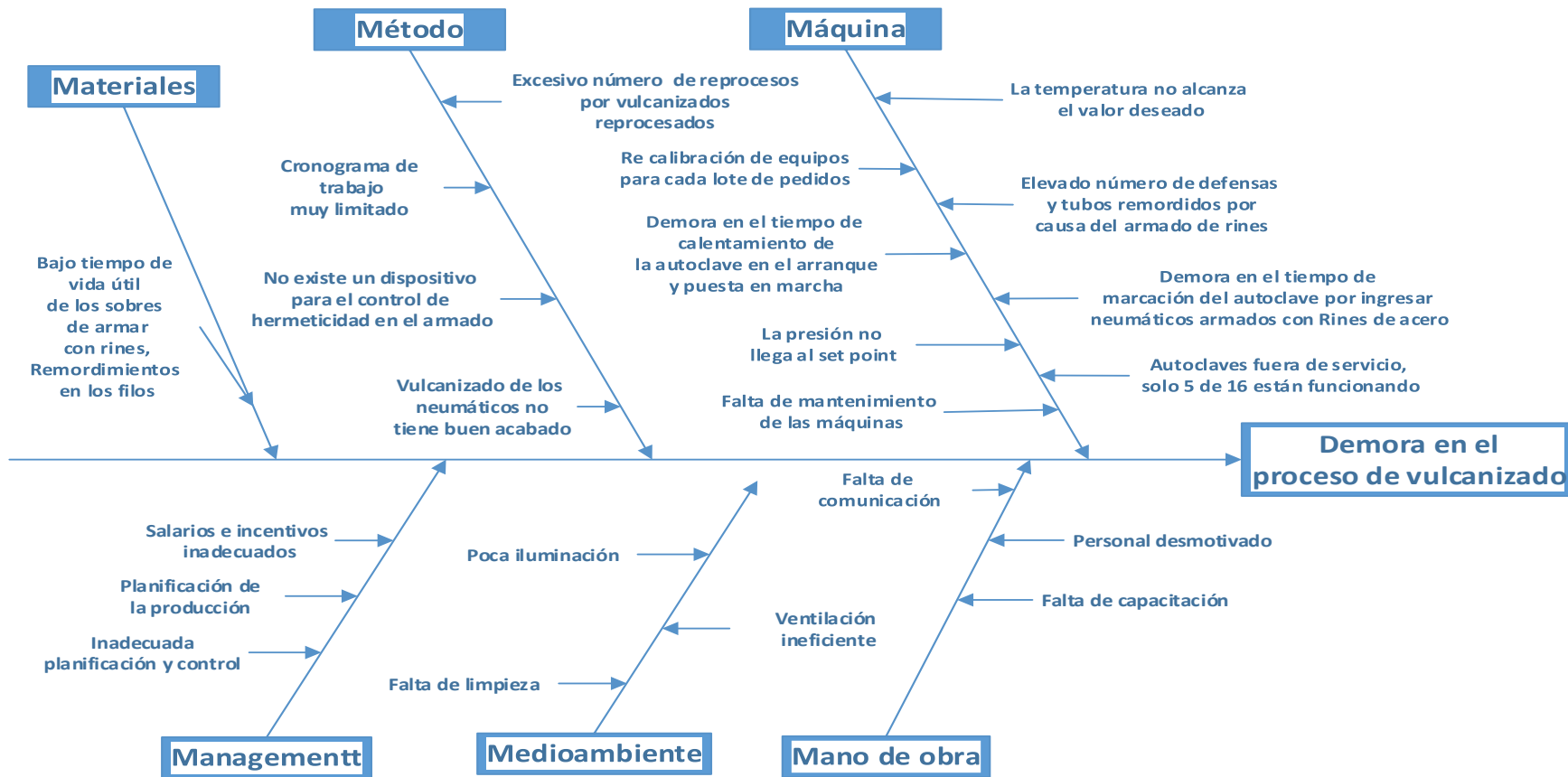


Figura 3.25. Diagrama causa – efecto de la demora en el proceso de vulcanizado

Fuente: Elaboración propia

Con la información del diagrama causa–efecto se realizó el diagrama Pareto para detectar las causas que tiene mayor influencia en los problemas que aquejan al proceso de vulcanizado de neumáticos.

El porcentaje obtenido es la relación entre el número de veces que la causa específica es mencionada por los operadores, respecto del número total de causas mencionadas.

Tabla 3.7. Causas que afectan al proceso de vulcanizado

Causas	No. de causas	Frecuencia	% Acumulada
La temperatura no alcanza el valor deseado	Causa 1	5	7%
Re calibración de equipos para cada lote de pedidos	Causa 2	5	14%
Elevado número de defensas y tubos remordidos por causa del armado de rines	Causa 3	5	21%
Demora en el tiempo de calentamiento de la autoclave en el arranque y puesta en marcha	Causa 4	5	28%
Demora en el tiempo de marcación de la autoclave por ingresar neumáticos armados con rines de acero	Causa 5	5	35%
Excesivo número de reprocesos por vulcanizados reprocesados o procesados	Causa 9	5	42%
No existe un dispositivo para el control de hermeticidad en el armado	Causa 10	5	49%
Vulcanizado de los neumáticos no tienen buen acabado	Causa 12	5	56%
Bajo tiempo de vida útil de los sobres de armar con rines, remordimientos en los filos	Causa 16	5	63%
El tiempo de vulcanizado tarda mucho, genera un cuello de botella.	Causa 17	5	70%
Falta de mantenimiento de las máquinas	Causa 8	4	76%
Falta de capacitación	Causa 15	4	82%
La presión no llega al set point.	Causa 6	3	86%
Autoclaves fuera de servicio solo 5 de 16 unidades funcionando	Causa 7	3	90%
Personal desmotivado	Causa 14	3	94%
Cronograma de muy limitado	Causa 11	2	97%
Falta de comunicación	Causa 13	2	100%

Fuente: Elaboración propia

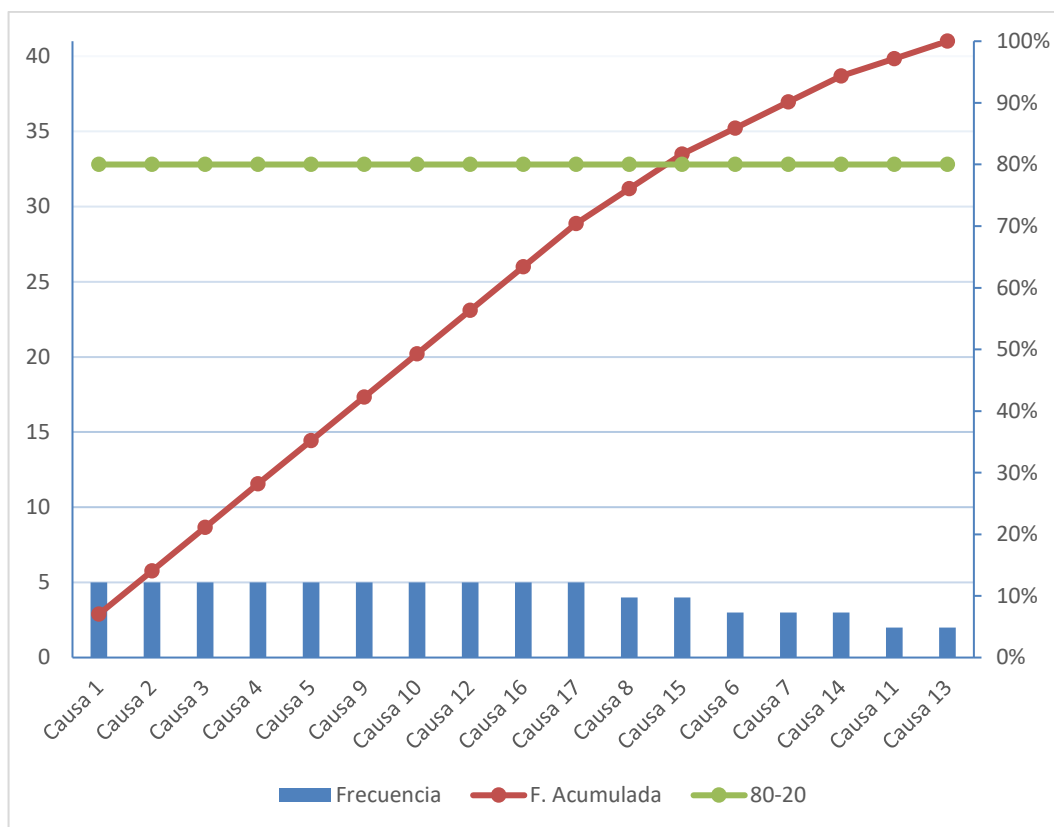


Figura 3.26. Diagrama Pareto de la demora en el proceso de vulcanizado

Fuente: Elaboración propia

A través del diagrama Pareto, como se observa en la figura 3.26, resulta evidente cuales son las causas más frecuentes, que representan el 82% de los problemas del proceso de vulcanizado. Por el principio de Pareto, se concluye que la mayor parte de los problemas detectados en el proceso de vulcanizado pertenece a 11 causas, de manera que si se elimina las causas que lo provocan desaparecería la mayor parte de los problemas.

Además, estas causas están relacionadas con los parámetros de calidad que debe existir en el proceso que son la temperatura, presión y tiempo, por lo que, eliminándolas, como lo propone la metodología Seis Sigma, se garantizaría un incremento en la productividad, una disminución en el tiempo de vulcanizado y que los productos tengan mayor calidad y se entreguen a tiempo al cliente.

Para proponer las acciones de mejora, se realizó nuevamente una lluvia de ideas, mostrándose a continuación las mejoras que plantearon (figura 3.27). Cabe destacar que los trabajadores exponen que con adquisición de una nueva

máquina para hacer el vulcanizado o con una nueva tecnología se disminuiría el tiempo de vulcanizado, ya que se resolverían la mayor cantidad de problemas.

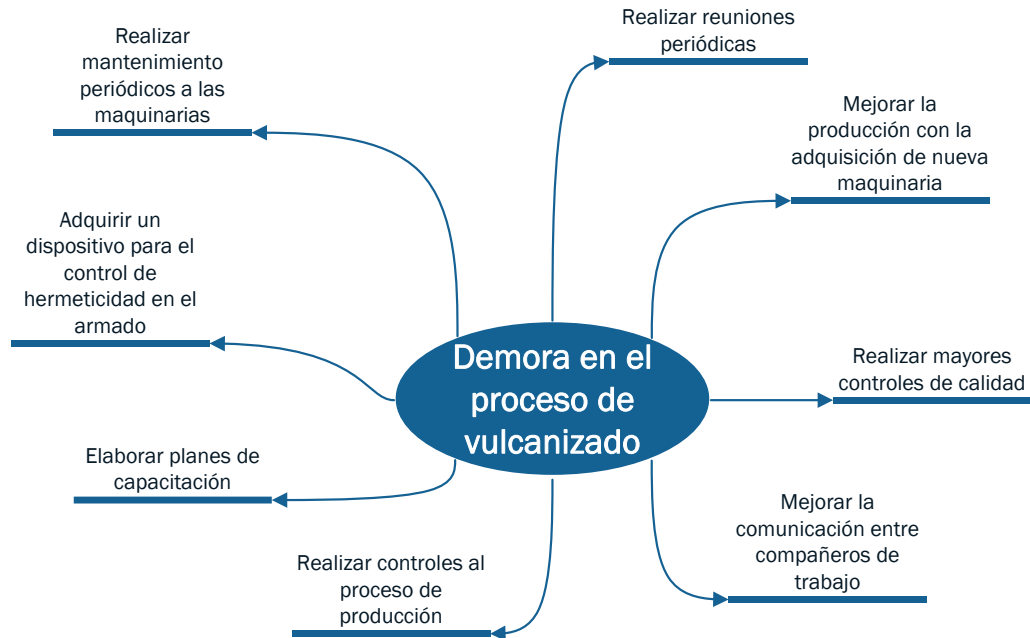


Figura 3.27. Soluciones para la demora en el proceso de vulcanizado

Fuente: Elaboración propia

De las soluciones anteriores, la que permitiría eliminar la mayor cantidad de problemas sería implantar una nueva metodología para realizar el proceso de vulcanizado de los neumáticos, lo que provocaría un rediseño del mismo y a la vez repercutiría en un costo a la empresa que a la vez le traería beneficios, porque se disminuirían los reprocesos de los neumáticos, se optimizaría los recursos materiales, aumentaría la calidad y la productividad y por ende aumentaría la satisfacción de los clientes ya que se lograría disminuir el tiempo de vulcanizado y así entregar el producto según lo pactado en la factura.

Luego de la búsqueda de soluciones, con la aplicación de la metodología Seis Sigma y discusiones con la dirección de la empresa, se decidió hacer un rediseño al proceso de vulcanizado de neumáticos a través de la implementación de la metodología RIMLESS, que no es más que la vulcanización de una banda de precurado a una llanta radial acero en el que no se usa rin, cámara y corbata de cocimiento.

3.2.4 FASE MEJORAR

De acuerdo a la etapa anterior se decidió realizar una mejora a este proceso a través de implantar un nuevo sistema para realizar el vulcanizado de los neumáticos, que permite lograr un menor tiempo de proceso.

El nuevo sistema planteado es el sistema RIMLESS que no es más que la vulcanización de una banda de precurado a una llanta radial acero en el que no se usa rin, cámara y corbata de cocimiento, permitiendo:

- ✓ un menor tiempo de cocimiento, ya que no se necesita calentar el rin, ni el tubo de cocimiento, ni el aire dentro del tubo de cocimiento.
- ✓ un menor esfuerzo para la preparación de llantas para cocimiento.
- ✓ mayor durabilidad de los sobres externos.
- ✓ mejor terminado de reparaciones de daños de ceja.
- ✓ mejor vulcanizado de reparaciones.
- ✓ prevenir el desarrollo de ampollas en liner o capa hermética.

3.2.5 FASE CONTROLAR

Al decidir implantar este nuevo sistema fue necesario realizar una serie de acciones por lo que se desarrolló un cronograma de trabajo con responsables y fecha de cumplimiento como se muestra a continuación:

Tabla 3.8. Cronograma de actividades a ejecutar(continuación...)

ACTIVIDADES	FECHA											
	MARZO				ABRIL				MAYO			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
- Armar el manifold al monorriel.												
- Conexión de mangueras al manifold con c/u de sus acopladores y llaves de media vuelta.												
- Colocar la bomba y tanque de vacío al monorriel.												
- Instalación neumática de la bomba y tanque de vacío hacia el múltiple.												
- Armado del tablero de control.												
- Instalación eléctrica de la bomba, transductor de presión y presostato digital.												
- Probar el funcionamiento de la bomba de vacío, dentro del rango de vacío establecido (-1 a 0 bar).												
- Probar la retención de vacío de los adaptadores												
- Conexión del vacuómetro y la manguera de prueba de vacío para el armado del neumático al tanque.												
- Puesta a punto del elevador de neumáticos y mesa de maroma.												
- Armar los sobres externos con su respectiva válvula y su acoplador.												
- Abastecer de paños de venteo y sobres internos.												
Puesta en marcha del sistema RIMLESS en el proceso de vulcanizado												
Visita técnica GALGO												

Fuente: Elaboración propia

✓ Elementos del sistema RIMLESS

Los elementos que conforman el sistema RIMLESS son: sistema de vacío, vacuómetro, presostato digital, transductor de presión, sobres externos e internos, acopladores y adaptadores con check, mesa de maroma, cinturones de venteo, ganchos tipo "J" con lámina curva, monorriel de carga con múltiple de vacío, mangueras en autoclave y manifold.

En la tabla se muestran los elementos del sistema que tuvo que adquirir la empresa:

Tabla 3.9. Suministros adquiridos por la empresa

Tipos de suministros	Cantidad	Costos
Sobres externos	48	\$6 257,52
Sobres internos	42	\$10875,45
Mangueras	17	\$56,17
Ganchos	50	\$4482,69
Soldar lamina curva en ganchos	34	\$156,73
Acoplador de vacío ¼" fpt bh1-60y-4fp	50	\$667,00
Adaptador de vacío .482 bh61-711	40	\$317,20
Empaque p/acop. vacío 2026	40	\$31,20
Cinturón de venteo galgo 1120x175 mm	40	\$956,00
Llaves esfera de 1/4"	17	\$285,60
Construcción de un tanque de 50 cm x 70 cm en lámina de 5 mm con brida	1	\$495,00
Manifold con 17 tomas de 1/4 npt a 33 cm cada una en tubo de 1 1/2 ced40	1	\$150,00
Presostato (control transductor de vacío digital de -1 bar con control y pantalla programable, para señal digital de control de vacío)	1	\$560,00
Vacuómetro	1	\$85,03
Caja tablero de control, contactores, breakers y cables.	1	\$375,65

Tabla 3.9. Suministros adquiridos por la empresa (continuación...)

Tipos de suministros	Cantidad	Costos
Láminas de hierro, nepllos, tapón hembra, nudos universales, roscas	1	\$187,29
Tubo, reducción, neplo, codo, unión, bushing	1	\$180,95
Fuente de poder regulada 24 vdc - 100/240 ac	1	\$69,44
Contactador estado sólido 4 - 32 vdc / 10 amp.	1	\$22,40
Pernos, roscas	1	\$42,70
Transductor de presión	1	\$526,19
TOTAL		\$26780,21

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Estimación de la recuperación de los costos

Anteriormente se determinó el costo que incurre la organización para adquirir los suministros para la implementación del Sistema RIMLESS, pero además de estos gastos se incurrieron en capacitaciones a los trabajadores por lo que el valor total de la inversión fue de \$63610,14 (como se muestra en el anexo I) para el cual se realizó el estimado de recuperación, ya que al utilizar este sistema la cantidad de unidades reprocesadas de neumáticos recauchados iba a disminuir y el costo que incurría la empresa por reproceso disminuiría y entonces se compensaría con el gasto de la inversión y se obtendría menores costos para la misma.

En la tabla se muestra el costo total que incurre la empresa actualmente por el reproceso de los neumáticos recauchados.

Tabla 3.10. Suministros adquiridos por la empresa

	Unidad de medida	Valor
Producción mensual de neumáticos recauchados	llantas - mensual	2 000
Costo promedio por unidad reprocesado	\$/ llanta	27,46
Cantidad de neumáticos reprocesados	llantas	20
Costo mensual por reproceso	\$/llanta	549,20

Para determinar el período de recuperación de la inversión (PRI) se utilizó la fórmula señalada por Leyton (2015):

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d} \quad [3.7]$$

Dónde:

a: Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b: Inversión Inicial

c: Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d: Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

Para poder realizar el cálculo es necesario conocer el flujo de efectivo de la Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A." para los primeros años luego de implementado este sistema. Cabe destacar que, según los datos ofrecidos por el área económica de la empresa del total del flujo efectivo, solamente el 20% corresponde al proceso de vulcanizado.

En la siguiente tabla se muestra el flujo efectivo neto de la empresa y el flujo efectivo que representa el proceso de vulcanizado del total

Tabla 3.11. Flujo de efectivo de la Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."

Año	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo del proceso de vulcanizado
2015	2 367 408,25	473 481,00
2016	1930412,72	579 123,82

Fuente: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."

En la siguiente tabla se muestra los datos para poder calcular el tiempo que se demora en recuperar la inversión:

Tabla 3.12. Recuperación de la inversión

Año	Flujo de efectivo a valor presente	Flujo de efectivo acumulado
0	63610,14	
1	473481,00	473481,00
2	579123,82	1 052 604,82

Fuente: Elaboración propia

Sustituyendo en la fórmula

$$PRI = 0 + \frac{(63.610,14 - 0)}{473.481,0} \quad [3.3]$$

$$PRI = 0.1343 \text{ años} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} \quad [3.4]$$

$$PRI = 1,6116 \text{ meses} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \quad [3.5]$$

$$PRI = 39 \text{ días} \quad [3.6]$$

Se obtiene que en menos de un año se recupera la inversión realizada, por lo que para determinar la cantidad de meses en que se recupera se multiplica el resultado por la cantidad de meses que tiene un año que serían 12 meses dando como resultado que en 2 meses la empresa recupera el monto total de la inversión, lo que demuestra que es una inversión muy factible porque se recuperará en un breve plazo de tiempo, reportando grandes ganancias para la entidad.

- ✓ Rediseño del proceso de vulcanizado

Para hacer el rediseño del proceso se elaboró un nuevo diagrama de flujo (ver figura 3.28), debido a que el proceso de vulcanizado de los neumáticos al implementar el sistema RIMLESS cambió su forma de ejecución ya que las llantas no necesitan rin y a la vez no se necesita calentar el rin, ni el tubo de cocimiento,

ni el aire dentro del tubo de cocimiento, lo que modifica las actividades y procedimientos que se realizaban antes.

Se cambió la forma de procesar y se utilizaron nuevas herramientas y suministros que optimizaron los tiempos (ver figura 3.28), por ejemplo, se bajó el tiempo y la fatiga en el armado al sustituir los rines metálicos con el sistema RIMLESS.

Además, con los implementos que existían se mejoró el proceso implementando pistones para la elevación de los neumáticos, sacando las cañerías de cobre para la colocación del manifold y sistema de vacío y todos los otros suministros que se necesita para vulcanizar sin rin (RIMLESS). Se instaló un vacuómetro para verificar la hermeticidad antes de cargar en el riel los neumáticos armados.

✓ Tiempo de ciclo

Tal como establece la metodología Seis Sigma se ha mejorado el tiempo de ciclo del proceso de vulcanizado de neumáticos desde 234,645 minutos hasta 210,76 minutos.

Ubicación: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."						Resumen			
Proceso: Vulcanizado de llantas						Actividad	Actual	Propuestos	Ahorros
Fecha: 04/06/2016						Operación	13	13	0
Operador:			Analista:			Transporte	9	7	2
Marque el método y el tipo apropiados						Demora	-	-	-
Método: Actual <input checked="" type="radio"/> Propuesto <input checked="" type="radio"/>						Inspección	2	2	0
Tipo: Obrero <input checked="" type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina <input type="radio"/>						Almacenaje	-	-	-
Comentarios:						Tiempo (min)	188,99	162,19	26,8
						Distancia (metros)	47,9	41,7	6,2
						Costo	-	-	-
Descripción de la actividad			Símbolo			Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta.						0,03	2,7		
Colocar envelopes en la llanta						1,45			
Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado						1,05	3,5		
Acoplar la llanta, el envelope y el innerenvelope con la finalidad de provocar hermeticidad entre ellos						2,23			
Inspección de hermeticidad con el vacuómetro						0,03			
Carga de llantas en el riel						1,64			
Conexión de acoples con checkde mangueras de los envelopes						1,08			
Posicionamiento de llantas en la autoclave						1,08	7,7		
Cierre de válvulas de envelopes						1,05			
Vulcanización de llantas						150,00			
Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado						0,60	7,7		

Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío						0,01		
Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado						0,05	5,2	
Desmontar el innerenvelope						1,08		
Acarreo hasta envelopadora posicionamiento						0,05	3,5	
Retiro de envelopes						0,20		
Retirado de llanta de envelopadora						0,03		
Retiro de plástico de protección						0,18		
Control de calidad						0,30		
Acarreado hasta área de terminado						0,05	11,4	

Figura 3.28. Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado sin Rin

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se realiza una comparación del proceso y los métodos, antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS.

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS

Antes	Observaciones	Después	Observaciones
N/A	No disponible		Instalación de bomba y tanque de vacío sobre el riel de carga

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)



Antes	Observaciones	Después	Observaciones
N/A	No disponible		<p>Instalación del sistema automático (tablero de mando) y transductor de presión para el arranque y paro del vacío</p>
N/A	No disponible		<p>Colocación de Vacuómetro y manguera con check para prueba de hermeticidad después de armar el neumático</p>

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)






Antes	Observaciones	Después	Observaciones
	<p>En el sistema Con Rin todo el riel de carga ingresa al Autoclave</p>		<p>Fabricación de Manifold con 16 estaciones con sus respectivos acopladores con check y llaves de media vuelta</p>
	<p>En las válvulas de latón para los sobres externos, en el sistema Con Rin los adaptadores son tipo pino (sin check).</p>		<p>Colocar los adaptadores con check en las válvulas de los sobres externos</p>
	<p>En el sistema Con Rin las válvulas de latón para los tubos son igual con adaptadores tipo pino (sin check).</p>		<p>Compra de envelopes internos (Innerenvelopes) para el nuevo sistema</p>

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)







Antes	Observaciones	Después	Observaciones
	<p>Los paños de venteo utilizados son fabricados artesanalmente en la empresa con retazos de caucho de envelopes dados de baja.</p>		<p>Compra de paños de venteo</p>
	<p>En el sistema Con Rin los ganchos tipo “J” no requieren de ninguna adaptación con lámina curva de acero.</p>		<p>Adaptar lámina curva a los ganchos tipo “J” actuales. Su uso evita la deformación de la base de las cejas del neumático.</p>
	<p>Colocación del tubo en el neumático a ser vulcanizado.</p>		<p>Armado del neumático con Innerenvelope y proceso de vacío</p>

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)









Antes	Observaciones	Después	Observaciones
	<p>Armar el neumático con rines.</p>		<p>Colocar un paño de caucho perforado en el gancho tipo “J” con platina curva, evitando que el envelope interno se remuerda.</p>
	<p>Prueba de hermeticidad, inflando el sobre externo para evaluar el armado.</p>		<p>Colocar las llantas hasta completar 16 unidades en el riel de carga, conectar las mangueras del riel con cada una de las carcadas armadas</p>
	<p>Ingresa todo el riel de carga con las 16 llantas al Autoclave.</p>		<p>Ingresa las llantas al Autoclave de manera individual, teniendo precaución de que no se choquen entre las carcadas armadas.</p>

Tabla 3.13. Comparación del proceso antes y después de la implementación del Sistema RIMLESS (continuación...)

Antes	Observaciones	Después	Observaciones
	<p>Retirar todo el riel de carga con las 16 llantas del Autoclave y se procede a desarmar cada una de las llantas vulcanizadas retirando el tubo y los rines.</p>		<p>Retirar las llantas del Autoclave de manera individual y procedemos a desarmar cada una de las llantas vulcanizadas retirando el Innerenvelope.</p>

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Montaje de los elementos del sistema RIMLESS.

Para el montaje de los elementos del sistema RIMLESS en la planta se realizaron las siguientes actividades:

1. Armar el manifold al monorriel.
2. Conexión de mangueras al manifold con c/u de sus acopladores y llaves de media vuelta.
3. Colocar la bomba y tanque de vacío al monorriel.
4. Instalación neumática de la bomba y tanque de vacío hacia el múltiple.
5. Armado del tablero de control
6. Instalación eléctrica de la bomba, transductor de presión y presostato digital
7. Probar el funcionamiento de la bomba de vacío, dentro del rango de vacío establecido (-1 a 0 bar)
8. Probar la retención de vacío del adaptador con check (se prueba en tubos para vulcanizar y que conserve el vacío)
9. Conexión del vacuómetro y la manguera de prueba de vacío para el armado del neumático al tanque
10. Puesta a punto del elevador de neumáticos y mesa de maroma.
11. Armar los sobres externos con su respectiva válvula y su acoplador.
12. Abastecer de paños de venteo y sobres internos.
13. Instalar la unidad de vacío cerca de la autoclave.
14. Conectar el vacío a la autoclave, múltiple de prueba y mesa de maroma.
15. Colocar los acopladores con check a las mangueras de vacío.
16. Colocar adaptadores con check a los sobres externos.
17. Colocar manguera de prueba de vacío al múltiple del monorriel de carga.
18. Verificar los controles de llenado de la autoclave.

- ✓ Puesta en marcha del sistema RIMLESS.

La puesta en marcha consideró la capacitación del personal que fue realizada en un período de 2 días, luego de lo cual se puso operativo el sistema.

3.2.5.1 CONTROL ESTADÍSTICOS DEL PROCESO LUEGO DE LA PUESTA EN MARCHA

El control del proceso de vulcanizado de neumáticos se realiza a través de medición de los parámetros que debe alcanzar la autoclave, el tiempo del proceso de vulcanizado y la capacidad de producción luego del nuevo sistema.

- ✓ Parámetros de la autoclave

En la tabla 3.14 se muestran los parámetros que debe alcanzar la autoclave (temperatura, presión del envelope y presión de la cámara) luego de implantado el sistema RIMLESS.

Tabla 3.14. Parámetros que alcanza la autoclave en el proceso de vulcanizado

Área	Neumático 1100/R22.5		Neumático 1200/R22.5		Neumático 295/R80/22.5	
	Presión necesaria	Presión obtenida	Presión necesaria	Presión obtenida	Presión necesaria	Presión obtenida
Presión de Autoclave	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar
Presión de envelope	4,5 bar	4,5 bar	4,5 bar	4,5 bar	4,5 bar	4,5 bar
Temperatura	116° C	116° C	116° C	116° C	116° C	116° C

Fuente: Elaboración propia

Se observa que ya no es necesario la presión del tubo en las autoclaves, quedando únicamente presurizada las mangueras logrando una reducción de costos por consumo de energía a la hora de vulcanizar los neumáticos, mientras que la presión de la autoclave y de los envelope alcanzan los parámetros requeridos para vulcanizar de 6 bar y 4,5 bar respectivamente sin disminuir la calidad del producto.

✓ Tiempo de producción

A continuación, se presenta un cuadro comparativo donde muestra el tiempo de vulcanizado de un neumático antes y después de la implementación del sistema RIMLESS, observándose como se disminuyó el tiempo estándar.

Tabla 3.15. Tiempos en el vulcanizado de neumáticos

Subprocesos	Tiempo estándar neumático 1100/R22.5 (min)		Tiempo estándar neumático 1200/R22.5 (min)		Tiempo estándar neumático 295/R80/22.5 (min)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Vulcanizado de neumáticos	188,99	162,19	188,46	162,25	188,75	162,17

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.16, se detalla los tiempos estándar del proceso de reencauchado de neumático para la llanta 1100/R22.5, después de implementado el sistema RIMLESS. Estos tiempos se obtuvieron de las hojas de registros de la empresa. En el anexo K se muestran los tiempos estándares del proceso de reencauchado para las llantas 1200/R22.5 Y 295/R80/22.5.

Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
LIMPIEZA	Acarreado hasta máquina de limpieza	0,15
	Colocado en máquina de limpieza y revisión	0,07
	Operación de máquina de limpieza	2,08
	Retirado de máquina de limpieza	0,38
INSPECCIÓN INICIAL	Acarreado hasta máquina de verificación inicial	0,15
	Posicionado de llanta	0,20
	Inspección y señalamiento de fallas	3,03
	Registro en tarjeta de producción	0,15
	Elaboración y pegado de etiquetas en tarjeta y colocado en llantas	0,25
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área raspado	0,07
RASPADO	Acarreado hasta máquina de raspado	0,06

Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5 (continuación...)

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
RASPADO	Posicionado de llanta	0,25
	Retiro de tarjeta de producción	0,10
	Operación de raspado	3,32
	Medición de diámetro de llanta	0,20
	Operación de raspado hasta conseguir diámetro requerido	0,50
	Inspección y señalamiento de fallas	0,30
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,15
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área escariado	0,07
CARDEADO	Acarreado hasta máquina de escariado	0,08
	Posicionado de llanta	0,10
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de escariado	12,04
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	1,00
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área decisión	0,03
REPARACIÓN	Verificación de daños y toma de decisión para proceso de reparación	0,07
	Acarreado hasta máquina de reparación	0,07
	Posicionado de llanta	0,15
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de reparación (reencauche, rellenar con caucho crudo, y ubicación de parches)	3,16
	Pulir y colocar cemento	1,05
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	0,40
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área cementado	0,05
ENCEMENTADO	Acarreado hasta máquina de cementado	0,07
	Posicionado de llanta	0,02
	Operación de cementado	0,19
	Retirado de máquina	0,05
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,07
	Acarreado hasta área rellenado	0,04
RESANADO	Acarreado hasta máquina de rellenado	0,03
	Posicionado de llanta	0,03
	Verificación de fallas	0,05
	Operación de rellenado	3,29
	Inspección de relleno	0,05
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,02
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área de embandado	0,03

Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5 (continuación...)

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
PREPARACIÓN DE BANDA	Revisión y toma de medidas (ancho, perímetro)	0,23
	Verificación de existencia de bandas en área de preparación de bandas	0,15
	Verificación y acarreo de banda requerida de bodega a área de preparación de banda	0,43
	Selección de banda y colocación en mesa de corte	0,38
	Operación de medida, corte, pulido y cementado de banda	1,26
	Posicionamiento de banda cortada en encojinadora ensamble de (cojín y banda)	1,11
	Colocación de medida en banda y registro en hoja de producción	0,15
	Colocación de ensamble en área de embandado	0,10
EMBANDADO	Acarreado hasta máquina de embandado	0,07
	Posicionado de llanta	0,05
	Ubicación de ensamble (banda y cojín) en máquina	0,30
	Inspección de tamaño de ensamble con llanta	0,15
	Proceso de unión	3,14
	Ubicación de grapas y colocación de plástico de protección	0,10
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,05
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área de armado	0,05
ARMADO/ PREPARACIÓN DE LLANTAS	Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta	0,03
	Colocar envelopes en la llanta	1,45
	Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado	1,05
	Acoplar la llanta, el envelope, y el innerenvelope con la finalidad de provocar hermeticidad entre ellos.	2,23
	Inspección de la hermeticidad con el vacuómetro	0,03
	Carga de llantas en el riel	1,64
	Conexión de acoples con check de mangueras de envelopes	1,08
	Posicionamiento de llantas en la autoclave	1,08
	Cierre de válvulas de envelopes	1,05
	Vulcanización de llantas	150,00
DESARMADO	Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado	0,60
	Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío	0,01
	Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Desmontar el innerenvelope	1,08
	Acarreo hasta envelopadora, posicionamiento	0,05
	Retiro de envelopes	0,20
	Retirado de llanta de envelopadora	0,03
	Retiro de plástico de protección	0,18
	Control de calidad	0,30
	Acarreado hasta área de terminado	0,05
INSPECCIÓN FINAL/ ACABADO	Inspección	0,30
	Retiro y posicionamiento en área de reprocesos llantas para reproceso	0,07
	Acarreo, separación y posicionamiento de llantas pequeñas y grandes aprobadas	0,11

Tabla 3.16. Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llanta 1100/R22.5. (continuación...)

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
INSPECCIÓN FINAL/ ACABADO	Registro de máster en la corona de la llanta y registro y retiro de grapas	0,15
	Registro en la hoja de informe diario de producción	0,05
	Identificación de llantas	0,05
	Pulido	1,44
	Pintado (gasolina + cojín)	1,40
	Acarreo a área de decisión	0,07
	Verificación y separación según orden de producción, etiquetado	0,33
	Acarreo a área de despacho	0,18
TOTAL		210,76

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el proceso de vulcanizado tiene un tiempo menor al que poseía antes de la implementación del RIMLESS. Antes del sistema el proceso de vulcanizado duraba entre 188.46 y 188.99 minutos y con la implementación el tiempo oscila entre 162,19 y 162,25, reduciendo el tiempo de 26,27 y 26,74 minutos aproximadamente.

✓ Capacidad de producción

Para determinar la capacidad de producción del proceso luego de implementado el sistema RIMLESS se utilizó la misma fórmula empleada para calcular la capacidad del proceso antes de la implementación. En la siguiente tabla se muestra como incrementó la capacidad de producir neumáticos en una jornada laboral después de la mejorada aplicada, lo que demuestra que la solución tomada brinda mayores beneficios a la empresa ya que obtiene mayores ingresos y menores gastos por concepto de reproceso.

Tabla 3.17. Cuadro comparativo de la capacidad de producción de la Reencauchadora de la Sierra “Caucho Sierra S.A.”

Código del tipo de reencauchado	Capacidad de producción en una jornada laboral	
	Antes	Después
1100/R22.5	68 llantas	80 llantas
1200/R22.5	74 llantas	80 llantas
295/R80/22.5	64 llantas	78 llantas

Fuente: Elaboración propia

✓ Gráficos de control

Para realizar el control estadístico del proceso se utilizó la técnica de los gráficos de control que permiten determinar si el proceso se encuentra bajo control, para ello fue necesario realizar observaciones y poder determinar los tiempos del proceso de vulcanizado luego de la implementación del sistema RIMLESS como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.18. Datos de las observaciones tomadas

Número de muestra	Número de observaciones					Promedio de la muestra	Amplitud del rango	Límite de Control inferior	Límite de Control	Límite de Control superior
	1	2	3	4	5					
1	5,03	5,17	4,88	5,02	5,1	5,040	0,29	4,953	5,039	5,108
2	5,1	4,98	4,97	5,22	5,03	5,060	0,25	4,953	5,039	5,108
3	4,8	5,02	4,97	5,17	5,01	4,994	0,37	4,953	5,039	5,108
4	5,03	4,88	5,01	4,8	5,1	4,964	0,3	4,953	5,039	5,108
5	5,17	5,03	5,22	4,97	4,98	5,074	0,25	4,953	5,039	5,108
6	4,97	4,88	5,01	5,1	5,03	4,998	0,22	4,953	5,039	5,108
7	5,22	4,98	5,1	5,03	5,01	5,068	0,24	4,953	5,039	5,108
8	4,88	5,17	5,22	4,98	5,16	5,082	0,34	4,953	5,039	5,108
9	5,02	5,01	5,1	5,22	5,17	5,104	0,21	4,953	5,039	5,108
10	4,98	4,97	5,02	5,03	5,02	5,004	0,06	4,953	5,039	5,108
						5,039	0,253			

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla una vez tenida todas las muestras se realizó el cálculo del promedio de la muestra y la amplitud del rango, que no es más que la resta de la mayor observación menos la menor. Al tener estos datos se calculó el

límite de control superior e inferior y se construyó el gráfico de control de la media como se muestra en la siguiente figura.

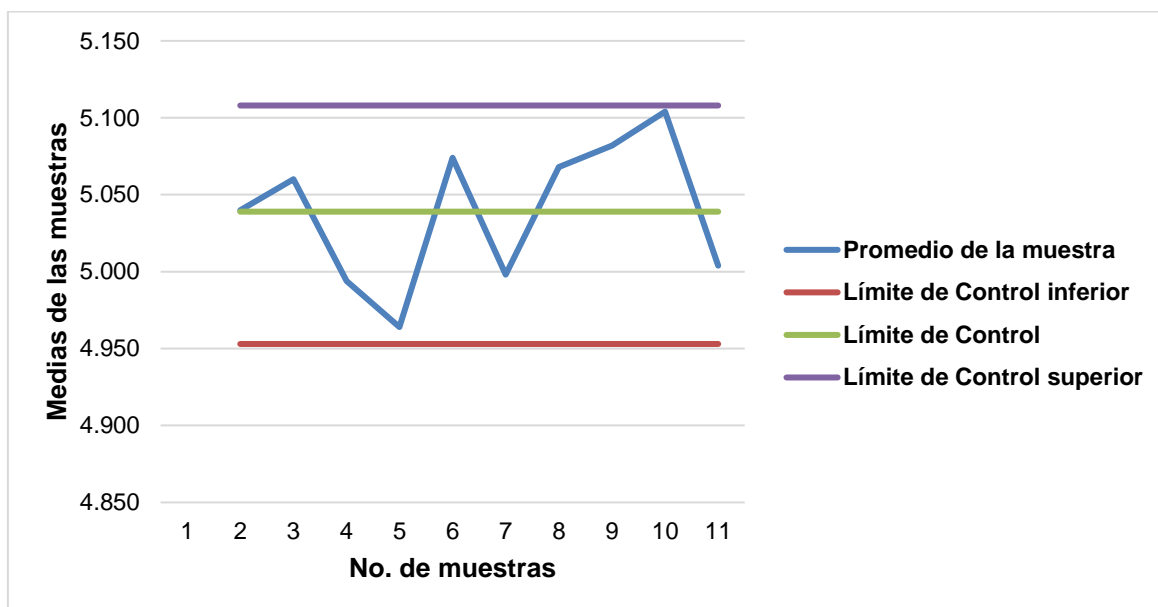


Figura 3.29. Gráfico de control de media

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar como todas las muestras tomadas se encuentran dentro de los límites de control superior e inferior por lo que el proceso se encuentra bajo control estadístico.

Además de analizar el control del proceso en relación al tiempo de ejecución del mismo, se analizó en cuanto a los reprocesos que existen durante la producción de un lote de reencauche de neumáticos.

Tabla 3.19. Datos de las observaciones tomadas

Número de muestra	Número de observaciones (meses)												Promedio de la muestra	Amplitud del rango	Límite de Control inferior	Límite de Control	Límite de Control superior
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
2015	5	3	3	2	2	3	2	4	2	2	1	1	2,50	4	-4,27	3,25	10,77
2016	3	4	6	3	3	6	6	4	5	3	3	2	4,00	4	-4,27	3,25	10,77
													3,25	4,00			

Fuente: Elaboración propia

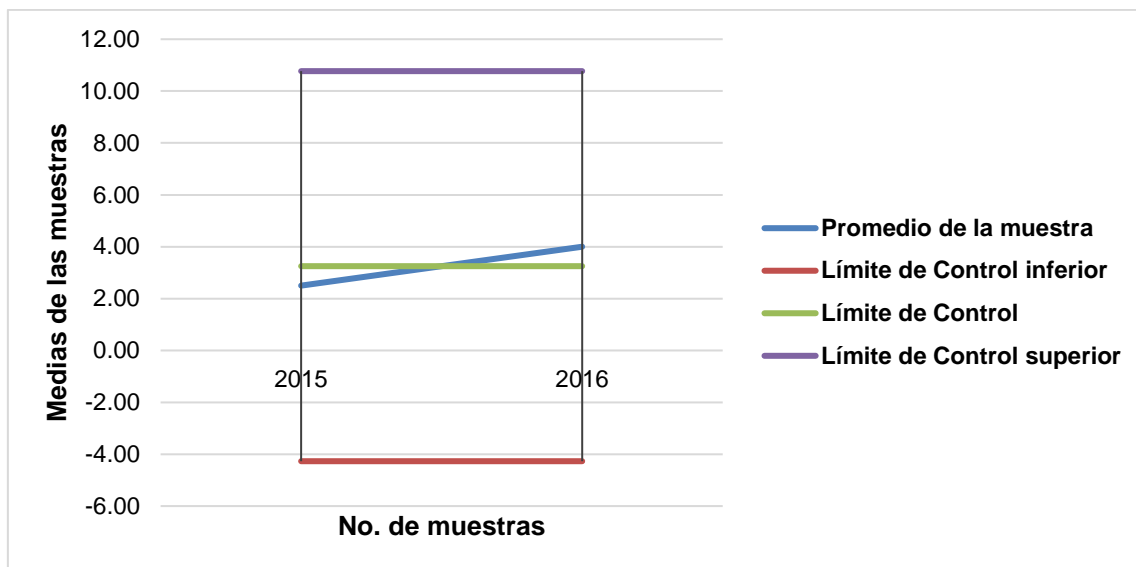


Figura 3.30. Gráfico de control de media

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico de control (ver figura 3.30) el proceso se encuentra bajo control estadístico ya que todas las muestras tomadas se encuentran dentro de los límites de control. Además, se disminuyeron la cantidad de neumáticos reprocesados después de la implementación del Sistema RIMLESS.

✓ Cálculo Seis Sigma

Con el propósito de poder comparar el desempeño del proceso de vulcanizado de neumáticos con respecto a los requerimientos de los clientes antes y después del vulcanizado de neumáticos, finalmente se calculó el nivel de Seis Sigma, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.20. Cálculo de Seis Sigma

Crterios	Antes (2014)	Después (2016)
Número de unidades procesadas (N)	18 387,00	15217,00
Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto (O)	100%	100%
Número de defectos detectados (D)	119	48
Porcentaje de Defectos (DPU=D/(N*O))	0,6%	0,3%
Productividad o rendimiento del proceso (1-DPU) *100	99,4%	99,7%
Nivel Sigma del Proceso	3,99	4,23

Fuente: Elaboración propia

Nota: El valor de Seis Sigmas se obtiene de la siguiente tabla una vez determinado el DPU y el rendimiento del proceso.

Tabla 3.21. Tabla estandarizada de Seis Sigma

Nivel de Sigma	DPMO	Rendimiento
6	3,40	99,9997 %
5	233,00	99,98 %
4	6 210,00	99,3%
3	66 807,00	93,3 %
2	308 537,00	69,15 %
1	690 000,00	30,85 %
0	933 200,00	6,68 %

Fuente: Elaboración propia

A mayor valor de Seis Sigmas es menor la posibilidad de generación de defectos, por lo que en la tabla se muestra como una vez implementado el sistema RIMLESS el nivel de sigma es mayor por tanto la posibilidad de encontrar defectos equivale a 6,210 defectos por millón de oportunidades, mientras que antes el nivel de sigma era de 3,99.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados arrojados por las encuestas se determinaron que los requerimientos de los clientes externos de la Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A." son la calidad de los neumáticos recauchados, el tiempo de entrega del producto y el cumplimiento de los requerimientos de las normas INEN con respecto a los neumáticos.

Se determinaron que las variables principales del proceso de producción del área de vulcanizado son la presión de tubo, la presión de carcasa, la presión de envelope y la temperatura; parámetros que la mayoría de las ocasiones no alcanzaban los valores adecuados para el vulcanizado de neumáticos, provocando que el producto sea de mala calidad y no cumpla las normas INEN, ocasionando que los mismos sean reprocesados más de una vez, aumentando los tiempos de producción y demora en la entrega del producto al cliente.

Se implementó el Sistema RIMLESS en el proceso de vulcanizado, proporcionando una serie de ventajas a la empresa ya que se redujo el tiempo de vulcanizado de los neumáticos recauchados de 180 min a 150 min, debido a que el tiempo de cocimiento es menor pues no se necesita calentar el rin, ni el tubo de cocimiento, ni el aire del tubo de cocimiento, permitiendo que el producto se le entreguen al cliente en el pazo establecido y con la calidad requerida, garantizando una mayor fidelidad de los mismos. Además, se eliminaron los reprocesos, incurriendo la empresa en menos costos, obteniendo mayor productividad y rentabilidad.

Al realiza un análisis de los datos obtenidos en el proceso de vulcanizado con la implementación del sistema RIMLESS y antes de esta mejora se observa como el tiempo del proceso de vulcanizado disminuyó de 180 a 150 min, la productividad de la empresa se incrementó de 32 a 37 neumáticos por hora. El nivel Seis Sigma

del proceso de vulcanizado antes de la implementación del sistema RIMLESS era de 3,99 sigmas, y después de la implementación aumento hasta 4,23 sigmas, lo que demuestra que los defectos por millones de oportunidades disminuyeron.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener en óptimas condiciones las autoclaves, mediante un mantenimiento programado debido a que la vulcanización debe ser realizada con las presiones de tubo, carcasa y envelope estándar, con ello se asegura de que la banda de rodamiento, la pega, el cojín y la carcasa se fusionen correctamente.

Se sugiere realizar un control estadístico de parámetros con los que cuenta las autoclaves GALGO, con ello se logrará mantener el nivel de producción alto y además se mantendrá permanente la reducción en el uso de energía eléctrica.

Realizar capacitaciones al personal sobre la implementación del sistema RIMLESS para garantizar un dominio sobre el mismo y así lograr una mayor rentabilidad y productividad.

Tal como establece la metodología Seis Sigma, aplicar periódicamente encuestas a los clientes con el propósito de conocer la satisfacción de los mismos con los servicios que reciben por parte de la entidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AENOR. (2015). Norma UNE-EN ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
2. Álvarez, O., Ibarra, M., & Istúriz, Y. (2011). *Relación entre calidad y productividad*. Caracas, Venezuela: Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.
3. Alzazar, J. P. (2014). *Etapas y procesos de implementación de una estrategia y sistemas CRM*. Obtenido de Formacion Gerencial: <http://blog.formaciongerencial.com/2014/06/24/etapas-y-procesos-de-implementacion-de-una-estrategia-y-sistemas-crm/>
4. Apunte, I. R. (2015). *Propuesta para el mejoramiento del proceso de importaciones y exportaciones de los productos en la empresa Havells Sylvania N.V. a partir del 2014*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
5. Beltrán Sanz, J., & Carmona Calvo, M. A. (2006). *Guía para una gestión basada en procesos*. Andalucía: Instituto Andaluz de Tecnología.
6. Beltrán, J. (1998). *Indicadores de gestión herramienta para lograr la competitividad*. Colombia: Colombia 3R, primera edición.
7. Carreto, J. (2007). *Capacidad del proceso*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/jcarreto/12-capacidad-de-proceso>
8. Caucho Sierra S.A. (2015). *www.cauchosierra.com*. Recuperado de Catalogo 2015: <http://catalogo.cauchosierra.com/#/6>
9. Chávez, I. M. (2001). *Sistema RIMLESS (sin rin, cámara, corbata) para llantas radiales acero*. México, D.F: Gerencia de Servicio Técnico/ Comercial Galgo, S. A. de C.V.
10. Chowdhury, S. (2001). *El Poder de Seis Sigma*. Prentice Hall.
11. Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad a la salida de la crisis*. Madrid: Díaz de Santos.
12. Díaz, J. (2010). *www.emprendices.co*. Obtenido de Calidad Total: Origen, evolución y conceptos: <https://www.emprendices.co/calidad-total-origen-evolucion-y-conceptos/>

13. Eco Caucho. (2014). *www.ecocaucho.com.ec/index.php/k2-items/re*.
Obtenido de Renovado de llantas: <http://ecocaucho.com.ec/index.php/k2-items/re>
14. Espinosa, D. S. (2013). *Tipos de procesos productivos*. Recuperado de Portal Docente de David Espinosa Salas:
http://www.davidespinosa.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=448%3Atipos-de-procesos-productivos&catid=152%3Aaspectos-tecnico-productivos-y-localizacion&Itemid=1
15. García, J. (2014). *www.gestiondeltalentohumano.wordpress.com*.
Recuperado de Reingeniería de procesos:
<https://gestiondeltalentohumano.wordpress.com/2014/07/13/reingenieria-de-procesos/>
16. González, M. (2002). *Definición de presupuesto y sus tipos*. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/definicion-presupuesto-tipos>.
17. Guillen, A. P. (2010). *Estudio para el mejoramiento de la productividad en el proceso de vulcanización en la compañía Ecuatoriana del caucho S.A.* Cuenca: Universidad del Azuay.
18. Gutiérrez, H. P., & Vara, R. S. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill Educación.
19. Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. Nueva York, Colombia: Harper Collins.
20. Hatre, A. F. (1998). *Modelo Europeo de Calidad Total*. Asturias: Editora Instituto de Fomento Regional.
21. Herrera, B. (2008). *www.sylvania.com*. Recuperado el 29 de agosto de 2016, de Módulo de Administración por Procesos.: <http://www.sylvania.com.ec>.
22. Industria de Hule Galgo, S.A. . (2010). *Boletín Técnico* . México: Galgo.
23. Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es control total de la calidad?* Colombia: Normal.
24. ISOOTools Excellence. (20 de 02 de 2015). *¿En qué consiste el ciclo PHVA de mejora continua?* Obtenido de <https://www.isootools.org/2015/02/20/en-que-consiste-el-ciclo-phva-de-mejora-continua/>

25. Jiménez, R. Z. (2012). *Diseño de la metodología para la gestión de los proyectos Seis Sigma en CUVENPETROL S.A. Unidad de Negocios Refinería Cienfuegos*. La Habana, Cuba: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría.
26. Johansson, H. J. (2008). *La reingeniería de procesos de negocio*. México: Limusa.
27. Klein, M. M., & Manganelli, R. L. (2004). *Cómo hacer reingeniería*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
28. León, Z. P. (2014). *Diseñar un modelo de sistema integrado de gestión calidad, inocuidad, medio ambiente, seguridad y salud del trabajo y control interno (CIMASCI), sobre la base de mejoras realizadas al Modelo Cujae 2010 y de los principios de la NC ISO 9001:2008, NC ISO 22*. La Habana, Cuba: CUJAE.
29. Leyton, R. U. (2015). *Cálculo del período de recuperación de la inversión o payback*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/calculo-del-periodo-de-recuperacion-de-la-inversion-o-payback/>
30. López, M. (2009). *La importancia de los procesos*. Recuperado el 30 de agosto de 2016, de <http://www.pymesya autonomos.com/estrategia/la-importancia-de-los-procesos>
31. Lorette, K. (2013). *¿Qué es la implementación estratégica?* Obtenido de La voz de Houston: <http://pyme.lavoztx.com/qu-es-la-implementacin-estratgica-4652.html>
32. Manivannan, S. (2007). *Introducción a Seis Sigma*. Recuperado de http://mexico.pma.org/magazine/aug07/pdf/seis_sigma.pdf
33. Organización Internacional de Normalización. (2008). *ISO 9001:2008. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos*. Ginebra, Suiza: Secretaria General de ISO.
34. Organización Internacional de Normalización. (2011). *Norma ISO 13053-1:2011. Métodos cuantitativos en la mejora de procesos. Seis Sigma. Parte 1: Metodología DMAIC*.
35. Posso, C., Patricio, M., & Buenaño, B. (2014). *Estudio del sector productivo automotriz del reciclaje de neumáticos usados para la implementación en la*

- matriz productiva del Ecuador*. Quito: Universidad de San Francisco de Quito.
36. Posso, P. M., & Buenaño, M. S. (2014). *Estudio del sector productivo automotriz del reciclaje de neumáticos usados para la implementación en la matriz productiva del Ecuador*. Quito: Universidad de San Francisco de Quito.
37. Real Academia Española. (2016). Recuperado de Diccionario de la lengua española: <http://dle.rae.es/?w=diccionario>
38. Sayce. (2010). *www.blogger.com*. Recuperado el 30 de agosto de 2016, de El enfoque de proceso de ISO 9001: <http://iso9001-sayce.blogspot.com/2010/02/el-enfoque-de-proceso-de-iso-9001.html>
39. Segundo, N. (2015). *Análisis y diseño de sistemas*. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/1023763/>
40. Velez, R., & Suarez, J. (2010). *Desarrollo de un sistema de planeación avanzado para la optimización de procesos de una planta rencauhadora de llantas utilizando el algoritmo Tabú Serach*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

ANEXOS

Anexo A

PROCEDIMIENTO DEL SISTEMA RIMLESS PARA REALIZAR LA VULCANIZACIÓN DE LAS LLANTAS RADIAL ACERO.



PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE LLANTAS RADIALES PARA EL SISTEMA SIN RIN CON SOBRE INTERNO Y SOBRE EXTERNO:

Este procedimiento fue desarrollado por GALGO y Caucho Sierra durante el proceso de capacitación para la implementación del sistema RIMLESS.

1. **INSPECCIÓN.** Igual al procedimiento del sistema PreQ Galgo: Llanta limpia y seca, Revisar con el método de las 8 áreas y Método de luz Rasante, Revisar daños de clavo con detector electrostático. Identificar todos los daños y evitar pasar llantas con daños de clavo sin identificar ó **CON LINER ABOLSADO.**
2. **RASPADO.** Llanta Torneada (Alineación), Técnica y Textura igual a la del procedimiento PREQ GALGO, RMA3. Evitar Dejar hombros caídos, hacer desbastes de hombros dejando texturas RMA 4 ó 5 y o dejarlos sucios con residuos de tierra, lodo o cualquier otro contaminante. Al concluir se requiere de limpiar los hombros para que no se desprege el cojín que fluye.
3. **REPARACIONES.** Preparación de daños con técnica similar a la indicada en Sistema PreQ. No usar cordón de algodón para venteo de parches. Dejar Textura RMA 1 Alrededor de la superficie donde se va a colocar el parche Emplear textura recomendada RMA 1 máximo 2, para parches vulcanizados con calor. Los parches pueden ser flotados con cojín, este seguro de emplear cojín para la temperatura empleada de cocimiento. **EFFECTUAR LIMPIEZA DEL POLVO Y O RESIDUOS DE ALAMBRE.**

4. ENCEMENTADO: Emplear Técnica y Cemento PREQ GALGO. Evite el exceso. No usar solvente para limpieza de la llanta.
5. RESANADO: Técnica y materiales indicada en Sistema PRE Q GALGO. Usar Miniextruder, Evitando los excesos o faltantes de relleno en cada daño. No usar cordón de algodón.
6. PREPARACIÓN DE BANDA: Emplear cojín PREQ GALGO. Revise que las orillas de la banda no quedan con falta de hule cojín. Asegúrese de usar material fresco y vigente. Revisar que la banda no le falta cojín en las orillas.
7. EMBANDADO. Inflar la llanta y observar que no hay fugas de aire en daños de clavos no identificados y sin reparar. Al hacer la unión revise que hay un sellado perfecto de la unión, rectificándola con la punta o desarmador Roma. Cualquier separación o falta de cojín en la unión puede ser causa de que se levante la banda o de filtración de aire. Esto se debe al uso de la 3ª presión de sobre. Colocar el polipropileno conforme se usa en el sistema PreQ Galgo, o en el caso de usar un sobre lubricado colocarlo en la zona de la almohadilla. NO USAR CORDON DE VENTEO.
8. SOBRE EXTERIOR. Colocar una almohadilla larga, de tal forma que cubra las cejas. Colocar el sobre con el ENSOBRETADOROI son o contratipo, integrado al monorriel de carga. Revisar que la válvula del sobre queda encima de la almohadilla. Importante, Revise que no queda arrugada la almohadilla en la zona de las cejas.
9. SOBRE INTERIOR. Bajar la llanta del monorriel y colóquela en la mesa doble o en el Stand. Revisar que no hay residuos de polvo o cuerpos extraños que puedan dañar al sobre. Seleccionar el Sobre de la medida de la llanta y asegúrese de que está en buenas condiciones. Colocar en un costado de la llanta, introduciendo una mitad del sobre en el interior de la llanta. Dar vuelta a la llanta y coloque la otra mitad del sobre en el interior de la llanta. Revisar que está bien colocado, que no presenta arrugas y que está conformado a las cejas de la llanta. Revisar que la almohadilla no queda arrugada en la zona de la ceja.
10. ALMOHADILLA DE DESFOGUE. Debe ser del largo indicado para que dé la vuelta a la sección de la llanta cubriendo la ceja y pase al interior de la

llanta, por debajo del sobre interior. Colóquela como se indica anteriormente. Se puede colocar en embandado, o después de haber colocado el sobre interior, levantando la falda del sobre exterior y pasándola por debajo del mismo, y jalando las puntas, verificar que es equidistante, y que queda alojado abajo del sobre interior. No hay necesidad de engraparlo. Revise que no quedan arrugas.

NOTA: Revisar que la almohadilla está bien colocada en las cejas, ya que cualquier imperfección debida a una arruga o dobles puede ser la causa de una fuga y la falta de hermeticidad y o sellado de vacío.

11. VACIO. Colocar la llanta en el monorriel de carga empleando gancho tipo J y con lámina curva para evitar que se pierda el sellado del vacío o cualquier daño al sobre interno y o a las cejas de la llanta. Conecte la manguera de vacío al sobre y abra la válvula correspondiente de vacío, observe que se colapsan los sobres interior y exterior.

Continuar con la preparación del resto de llantas y colóquelas en el monorriel de carga conectando la manguera de vacío correspondiente, hasta completar la carga total de la autoclave. Cuando se usa check, se puede desconectar la manguera de vacío y dejar el sobre, esta es una forma de verificar la hermeticidad ó el estado perfecto del ensamble.

Revisar la hermeticidad, cerrando la válvula de paso rápido de vacío al envelope, el buen estado del ensamble o de los sobres Interno y Externo. Dejar el vacío cerrado, en caso de que haya un buen ensamble, el vacío se mantendrá sin afectarse el colapsado de los sobres, lo que indica que hay hermeticidad y que se debe continuar con la carga de la autoclave.

En caso contrario, se recomienda revisar y corregir la falla, para evitar la afectación del resto de llantas durante el cocimiento.

Es importante revisar el acomodo del medio de venteo, así como del gancho y/o la lámina curva ya que el mal acomodo puede ser causa de que no haya un sellado perfecto entre los sobres, y requiere de un tiempo mayor de vacío, lo que es una guía para conocer el estado del Ensamble.

Nota importante: siempre que se tenga un mal sellado de sobres, se debe corregir antes de cargar la autoclave.

12. CARGA DE AUTOCLAVE.

En caso de tener un ENSAMBLE PERFECTO, Iniciar la carga de la autoclave. Revisar que el sistema de Vacío de la autoclave funciona. Con una presión de 20 a 25 Plgs. De mercurio.

Conforme carga la autoclave, desconectar cada una de las mangueras de vacío del Sobre Exterior y evitar que se pierda el vacío por mal manejo a pesar del uso de check

Colocar la llanta en la autoclave. Conecte la manguera correspondiente de Vacío, Revisar que la válvula correspondiente de vacío de la autoclave, está abierta.

Al cargar la autoclave asegurarse de que no hay contacto entre los costados de las llantas o entre los ganchos y los costados, ya que puede provocar la falla de sellado o de hermeticidad. Se recomienda cargar dos llantas menos de la capacidad de la máquina, ejemplo 20 llantas si es de 23 o 22.

Asegurarse de que no hay fuga en CADA LLANTA ENSAMBLADA, y que el vacío es aplicado correctamente.

Continuar con la carga de la autoclave, colocando las llantas en el orden especificado de mayor diámetro al menor, hasta completar la carga.

Cierra la autoclave. Inicie el presurizado de la máquina, observando que no hay fugas en cada una de las estaciones, tocando las mangueras del sistema de

desfogue. Cuando alguna esté caliente indica que hay paso de aire debido a la falta de sellado.

Continuar con el presurizado de la máquina y mantenga el vacío durante todo el tiempo, y hasta que se logre la presión de operación 80 – 90 psi.

Mantenga la presión de vacío durante 15 minutos después de haber alcanzado la presión de vulcanizado en autoclaves que no tengan este control automático.

Cierre el vacío 15 minutos después de obtener la presión de autoclave de 80/ 90 psi.

Iniciar el presurizado de sobre/Envelope 15 minutos después de haber apagado el vacío 50 - 60 psi, en autoclaves que no sean automáticas.

Verifique que se mantienen constantes las presiones de la autoclave como la de los sobres/envelopes, durante el resto del tiempo de cocimiento.

Revise el estado de cada llanta tocando la manguera de desfogue de cada estación **NO DEBEN ESTAR CALIENTES.**

Es recomendable revisar durante los primeros 15 minutos el funcionamiento de la autoclave, vigilando que no haya cambios en las condiciones de vulcanizado, Presión o Temperatura.

Cualquier cambio en las condiciones de vulcanizado afectará al resultado del estado de vulcanización de la llanta Renovada.

Al terminar el cocimiento, seguir las instrucciones de descarga de acuerdo a especificaciones.

Asegurarse de que no hay presión en la autoclave antes de abrir la máquina.

Descargue cada una de las llantas y proceda inmediatamente a desmontar retirando los Sobres / Envelopes Interno y Externo. Evite cualquier daño a estos manejándolos adecuadamente, y colocándolos en su lugar correspondiente.

En caso de fuga revisar los Sobres / Envelopes tan pronto se desmonta de la llanta. Si es necesario reparar, hacerlo inmediatamente o en su defecto colocarlo en el área designada para los envelopes para reparación.

Revise la llanta, conforme retira el polipropileno, en caso de una vulcanización deficiente enviar a reproceso o al área de rechazo.

13. INSPECCION FINAL.

Efectuar la inspección final cuando la llanta aún está caliente y de acuerdo al procedimiento indicado en el Sistema PreQ.

Revise el estado de vulcanización y flujo del cojín, tanto en la unión como en los hombros, así como en las reparaciones. Es causa de rechazo el estado pegajoso o con porosidad. Cualquier deficiencia en el flujo del cojín debe ser analizada para determinar la acción final.

Efectué el pintado de los costados, con pintura para llantas base agua, de acuerdo a lo indicado en el sistema PreQ.

Tabla 3.22. Tabla de sobres/envelopes para sistema sin RIN/RIMLESS

Medida de llanta Radial	Medida de llanta Conv.	Sobre Int. Robbins	Sobre Ext. Robbins	Sobre Int. presti	Sobre Ext. Presti
12 R 24.5		42210 X 24.5	442-24	44X10-24.5	4422
11 R 24.5		4028 X 24.5	442-24	42X8-24.5	4422
305/75 R 24.5		4028 X 24.5	422-24	40X8-24.5	4223
	1100 R 22	4028X 22.5	452-24	42X10-22.5	4422
12 R 22.5		4028 X 22.5	422-24	40X8-22.5	4224
11 R 22.5		3818 X 22.5	422-24	40X8-22.5	4224

Tabla 3.22. Tabla de sobres/envelopes para sistema sin RIN/RIMLESS.(Continuación...)

Medida de llanta Radial	Medida de llanta Conv.	Sobre Int. Robbins	Sobre Ext. Robbins	Sobre Int. presti	Sobre Ext.Presti
	1100 R 20	4028 X 20	422-24	40X8-20	4223
295/80 R 22.5		3748 X 22.5	422-24	38X8-22.5	4224
275/80 R 22.5	1000 R 20	3748 X 22.5	402-24	38X8-22.5	4022
	900 R 20	3748 - 20	402-24	38X8-20	4022
315/80 R 22.5		4028 X 22.5	422-28	38X8-22.5	4022
385/65 R 22.5		4028 X 22.5	452-28	42X10-22.5	4219
425/65 R 22.5		42210-22.5	452-36	42X10-22.5	4522
445/65 R 22.5		44212-22.5	452-36	44X12-22.5	4522
245/70 R 19.5		2957-19.5	320-19	32X8-19.5M	3218
265/70 R 19.5		3208-19.5M	353-24	32X8-19.5M	3521
225/70 R 19.5		29X7-19.5	320-19	29X7-19.5M	3218
9 R 19.5		3208-19.5L	353-24	32X8-19.5L	3521
215/75R17.5		2957-17.5	320-23	29X7-17.5	3119
225/75R17.5			320-23	29X7-19.5	3119
	7.50 R 17				

Anexo B
CRONOGRAMA DE LA PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MESES		AÑO 2016							
ACTIVIDAD		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	Identificación de los problemas mediante herramientas estadísticas.								
2	Medición de los indicadores de producción.								
3	Análisis e interpretación de los datos obtenidos.								
4	Plan de mejora a los problemas encontrados sistema RIMLESS.								
5	Diseño del sistema RIMLESS.								
6	Aplicación del sistema en la empresa.								
7	Reingeniería de procesos.								
8	Seguimiento a la reingeniería.								
9	Resultados y Discusión.								
10	Conclusiones y recomendaciones.								

Ni Bueno/Ni malo Malo
 Deficiente

5. Se le entrega el producto en la fecha estipulada en la factura.

Sí No
 A veces

6. Con respecto a la fecha de entrega estipulada en la factura ¿En qué tiempo le entregaron el producto?

El mismo día de la fecha marcada.
 24 horas después de la fecha marcada.
 48 horas después de la fecha marcada.
 72 horas después de la fecha marcada.
 Más72 horas después de la fecha marcada.

7. ¿Cómo considera la calidad de producto recibido?

Excelente Bueno
 Ni Bueno/Ni malo Malo
 Deficiente

8. Si considera que la calidad del producto no es buena, diga que elementos influyen para que tenga esa opinión.

9. ¿Cómo considera el precio de los productos de la Reencauchadora de la Sierra "CAUCHO SIERRA S.A."?

Muy caro Caro
 Ni Caro/Ni Barato Barato
 Muy Barato

10. ¿Se siente satisfecho con respecto al servicio y productos recibidos por la Reencauchadora de la Sierra "CAUCHO SIERRA S.A."?

Muy satisfecho

Satisfecho

Ni satisfecho/Ni insatisfecho

Insatisfecho

Muy insatisfecho

11. Para qué tipo de vehículos usted reencaucha sus neumáticos.

Trailers.

Buses.

Camiones.

Motos.

Taxis/ carros particulares.

12. ¿Por qué razón usted reencaucha sus neumáticos?

Cuidar el medio ambiente.

Costo (Menor a los neumáticos nuevos).

Cumplir la ley de tránsito.

Cuidar el medio ambiente y cumplir la ley de tránsito.

Cuidar el medio ambiente y costo (Menor a los neumáticos nuevos).

Anexo D

**Encuesta a los empleados del área de vulcanizado de la
Reencauchado de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”**

Buenos días/ tardes/ o noches. Me encuentro realizando una investigación para conocer el nivel motivacional que encuentra en la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”, si usted es tan gentil me podría ayudar contestándome estas preguntas, le estaré eternamente agradecido.

Marque con una X las preguntas de selección.

1. ¿Cómo se encuentra usted con respecto a la remuneración que le da la empresa en función de la carga de trabajo?

Muy satisfecho Satisfecho

Ni satisfecho/Ni insatisfecho

2. ¿Cómo considera el ambiente de trabajo dentro de la empresa, para realizar sus funciones?

Muy adecuado Adecuado

Ni adecuado/Ni inadecuado

3. ¿Cuál de los siguientes aspectos considera usted que tiene gran importancia en la motivación por parte de la empresa?

Reconocimiento a la excelencia.

Seguridad laboral (contrato indefinido).

Políticas internas de trabajo claras.

Dar un sentido de pertenencia con la empresa.

Otros.

4. ¿Cómo considera usted la metodología de trabajo actual en la empresa, para realizar sus funciones?

Muy adecuado Adecuado

___ Inadecuado

___ Ni adecuado/Ni inadecuado

___ Muy inadecuado

5. ¿Cuáles son los factores que usted considera que ocasionan defectos dentro del proceso de reencauche de neumáticos?









































Anexo E


































































Entrevista con el Gerente General de la Reencauchadora de la Sierra “CAUCHO SIERRA S.A.”

1. ¿Por qué la reencauchadora no atrae a nuevos clientes?
2. ¿Por qué existe una demora en los tiempos de entrega del producto terminado a los clientes?
3. ¿Por qué la calidad del producto terminado es tan baja?

Anexo F

Fichas de procesos

Ubicación: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."						Resumen				
Proceso: Vulcanizado de llantas 1200/R22.5						Actividad	Actual	Propuestos	Ahorros	
Fecha: 11/10/2015						Operación	12	-	-	
Operador:			Analista:			Transporte	9	-	-	
Marque el método y el tipo apropiados						Demora	0	-	-	
Método: <input checked="" type="radio"/> Actual <input type="radio"/> Propuesto						Inspección	2	-	-	
Tipo: <input checked="" type="radio"/> Obrero <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina						Almacenaje	-	-	-	
Comentarios:						Tiempo (min)	188,46	-	-	
						Distancia (metros)	47,9	-	-	
						Costo	-	-	-	
Descripción de la actividad			Símbolo			Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones		
Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta.								0,02	2,7	
Colocar envelopes en la llanta								0,50		
Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado								0,05	3,5	
Acoplar la llanta, el tubo, y el rin con la finalidad de impermeabilizar para evitar fuga								4,28		
Inspección								0,03		
Carga de llantas en el riel								0,63	8,2	
Conexión de acoples de mangueras de los tubos y envelopes								0,08		
Posicionamiento de llantas en la autoclave								0,09	8,2	

Ajuste de brazos y cierre de puerta						0,05		
Cierre de válvulas de envelopes y tubos						0,05		
Vulcanización de llantas						180		
Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado						0,5	8,2	
Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío						0,2		
Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado						0,05	5,2	
Desmontar del rin y del tubo la llanta						1,07		
Acarreo hasta envelopadora posicionamiento						0,05	3,5	
Retiro de envelopes						0,3		
Retirado de llanta de envelopadora						0,03		
Retiro de plástico de protección						0,19		
Control de calidad						0,3		
Acarreado hasta área de terminado						0,04	11,4	

Fuente: Elaboración propia

Ubicación: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."					Resumen			
Proceso: Vulcanizado de llantas 295/R80/R22.5					Actividad	Actual	Propuestos	Ahorros
Fecha: 11/10/2015					Operación	12	-	-
Operador:		Analista:			Transporte	-	-	-
Marque el método y el tipo apropiados					Demora	0	-	-
Método: <input checked="" type="radio"/> Actual <input type="radio"/> Propuesto					Inspección	2	-	-
Tipo: <input checked="" type="radio"/> Obrero <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina					Almacenaje	-	-	-
Comentarios:					Tiempo (min)	188,75	-	-
					Distancia (metros)	47,9	-	-
					Costo	-	-	-
Descripción de la actividad		Símbolo			Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta.					0,03	2,7		
Colocar envelopes en la llanta					0,60			
Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado					0,05	3,5		
Acoplar la llanta, el tubo, y el rin con la finalidad de impermeabilizar para evitar fuga					4,27			
Inspección					0,04			
Carga de llantas en el riel					0,63	8,2		
Conexión de acoples de mangueras de los tubos y envelopes					0,09			
Posicionamiento de llantas en la autoclave					0,09	8,2		
Ajuste de brazos y cierre de puerta					0,06			
Cierre de válvulas de envelopes y tubos					0,05			
Vulcanización de llantas					180			

Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado						0,5	8,2	
Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío						0,3		
Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado						0,05	5,2	
Desmontar del rin y del tubo la llanta						1,07		
Acarreo hasta envelopadora posicionamiento						0,04	3,5	
Retiro de envelopes						0,3		
Retirado de llanta de envelopadora						0,04		
Retiro de plástico de protección						0,19		
Control de calidad						0,3		
Acarreado hasta área de terminado						0,05	11,4	

Fuente: Elaboración propia

Anexo G

Ejemplo de cómo se obtuvieron los tiempos de las operaciones del proceso de reencauchado

PROCESO: LIMPIEZA										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
2:00	1:36	1:48	2:11	1:50	2:35	2:55	1:25	2:36	2:30	
2:00	1,60	1,80	2,18	1,83	2,58	2,92	1,42	2,60	2,50	
2:00	1:36	1:48	2:11	1:50	2:35	2:55	1:25	2:36	2:30	
PROCESO: INSPECCION INICIAL										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
3:12	2:55	2:45	2:14	2:30	3:05	4:26	4:39	3:07	2:45	
3:20	2,92	2,75	2,23	2,50	3,08	4,43	4,65	3,12	2,75	
3:12	2:55	2:45	2:14	2:30	3:05	4:26	4:39	3:07	2:45	
PROCESO: RASPADO										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
5:45	4:30	4:20	5:15	4:57	4:23	5:13	4:36	3:46	4:52	
5:75	4,50	4,33	5,25	4,95	4,38	5,22	4,60	3,77	4,87	
5:45	4:30	4:20	5:15	4:57	4:23	5:13	4:36	3:46	4:52	
PROCESO: ESCARIADO										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
23:00	10:15	14:20	18:20	12:17	14:20	10:05	12:30	15:50	8:55	
23:00	10,25	14,33	18,33	12,28	14,33	10,08	12,50	15,83	8,92	
23:00	10:15	14:20	18:20	12:17	14:20	10:05	12:30	15:50	8:55	

RADIAL

METODO GLOBAL

PROCESO: RASPADO

FECHA: 15/02/2015

AREA: PRODUCCION

OBSERVACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}	σ
	5,75	4,50	4,33	5,25	4,95	4,38	5,22	4,60	3,77	4,87	4,76	0,57
$x_i - \bar{x}$	0,99	-0,26	-0,43	0,49	0,19	-0,38	0,46	-0,16	-1,00	0,11		
$(x_i - \bar{x})^2$	0,9768	0,07	0,18	0,24	0,04	0,14	0,21	0,03	0,9900	0,01	2,88	

TP 4,76167 4,76 MINUTOS

FV 85%

0,20833

TN 4,046 MIN

12,5

% TOL 25%

4,8

TE 5,0575 MIN META DE PRODUCC POR HORA

5:03

META X HORA 11,86 UN

META EN 8 HORAS 95 UN

Anexo H

Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas 1200/R22.5 y 295/R80/22.5

✓ 1200/R22.5.

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
LIMPIEZA	Acarreado hasta máquina de limpieza	0,14
	Colocado en máquina de limpieza y revisión	0,08
	Operación de máquina de limpieza	2,08
	Retirado de máquina de limpieza	0,38
INSPECCIÓN INICIAL	Acarreado hasta máquina de verificación inicial	0,14
	Posicionado de llanta	0,20
	Inspección y señalamiento de fallas	3,03
	Registro en tarjeta de producción	0,15
	Elaboración y pegado de etiquetas en tarjeta y colocado en llantas	0,25
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área raspado	0,07
RASPADO	Acarreado hasta máquina de raspado	0,06
	Posicionado de llanta	0,25
	Retiro de tarjeta de producción	0,10
	Operación de raspado	3,32
	Medición de diámetro de llanta	0,20
	Operación de raspado hasta conseguir diámetro requerido	0,50
	Inspección y señalamiento de fallas	0,30
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,15
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área escariado	0,07
CARDEADO	Acarreado hasta máquina de escariado	0,08
	Posicionado de llanta	0,10
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de escariado	12,04
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	1,00
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área decisión	0,03
REPARACIÓN	Verificación de daños y toma de decisión para proceso de reparación	0,07

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
REPARACIÓN	Acarreado hasta máquina de reparación	0,07
	Posicionado de llanta	0,15
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de reparación (reencauche, rellenar con caucho crudo, y ubicación de parches)	3,16
	Pulir y colocar cemento	1,05
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	0,40
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área cementado	0,05
ENCEMENTADO	Acarreado hasta máquina de cementado	0,07
	Posicionado de llanta	0,02
	Operación de cementado	0,19
	Retirado de máquina	0,05
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,07
	Acarreado hasta área rellenado	0,04
RESANADO	Acarreado hasta máquina de rellenado	0,03
	Posicionado de llanta	0,03
	Verificación de fallas	0,05
	Operación de rellenado	3,29
	Inspección de relleno	0,05
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,02
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área de embandado	0,03
PREPARACION DE BANDA	Revisión y toma de medidas (ancho, perímetro)	0,23
	Verificación de existencia de bandas en área de preparación de bandas	0,15
	Verificación y acarreo de banda requerida de bodega a área de preparación de banda	0,43
	Selección de banda y colocación en mesa de corte	0,38
	Operación de medida, corte, pulido y cementado de banda	1,26
	Posicionamiento de banda cortada en encojinadora ensamble de (cojín y banda)	1,11
	Colocación de medida en banda y registro en hoja de producción	0,15
	Colocación de ensamble en área de embandado	0,10

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
EMBANDADO	Acarreado hasta máquina de embandado	0,07
	Posicionado de llanta	0,05
	Ubicación de ensamble (banda y cojín) en máquina	0,30
	Inspección de tamaño de ensamble con llanta	0,15
	Proceso de unión	3,14
	Ubicación de grapas y colocación de plástico de protección	0,10
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,05
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área de armado	0,05
ARMADO/ PREPARACIÓN DE LLANTAS	Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta	0,02
	Colocar envelopes en la llanta	0,50
	Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Acoplar la llanta, el tubo, y el rin con la finalidad de impermeabilizar para evitar fuga	4,28
	Inspección	0,03
	Carga de llantas en el riel	0,63
	Conexión de acoples de mangueras de los tubos y envelopes	0,08
	Posicionamiento de llantas en la autoclave	0,09
	Ajuste de brazos y cierre de puerta	0,05
	Cierre de válvulas de envelopes y tubos	0,05
	Vulcanización de llantas	180,00
DESARMADO	Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado	0,50
	Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío	0,20
	Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Desmontar del rin y del tubo la llanta	1,07
	Acarreo hasta envelopadora, posicionamiento	0,05
	Retiro de envelopes	0,30
	Retirado de llanta de envelopadora	0,03
	Retiro de plástico de protección	0,19
	Control de calidad	0,30
Acarreado hasta área de terminado	0,04	
INSPECCIÓN FINAL/ACABADO	Inspección	0,30
	Retiro y posicionamiento en área de reprocesos llantas para reproceso	0,07
	Acarreo, separación y posicionamiento de llantas pequeñas y grandes aprobadas	0,11

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
INSPECCIÓN FINAL/ACABADO	Registro de máster en la corona de la llanta y registro y retiro de grapas	0,15
	Registro en la hoja de informe diario de producción	0,05
	Identificación de llantas	0,05
	Pulido	1,44
	Pintado (gasolina + cojín)	1,40
	Acarreo a área de decisión	0,07
	Verificación y separación según orden de producción, etiquetado	0,33
	Acarreo a área de despacho	0,18
TOTAL		234,66

Fuente: Elaboración propia

✓ 295/R80/22.5

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
LIMPIEZA	Acarreado hasta máquina de limpieza	0,14
	Colocado en máquina de limpieza y revisión	0,08
	Operación de máquina de limpieza	2,08
	Retirado de máquina de limpieza	0,38
INSPECCIÓN INICIAL	Acarreado hasta máquina de verificación inicial	0,14
	Posicionado de llanta	0,20
	Inspección y señalamiento de fallas	3,03
	Registro en tarjeta de producción	0,15
	Elaboración y pegado de etiquetas en tarjeta y colocado en llantas	0,25
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área raspado	0,07
RASPADO	Acarreado hasta máquina de raspado	0,06
	Posicionado de llanta	0,25
	Retiro de tarjeta de producción	0,1
	Operación de raspado	3,32
	Medición de diámetro de llanta	0,20
	Operación de raspado hasta conseguir diámetro requerido	0,50
	Inspección y señalamiento de fallas	0,30
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,15
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área escariado	0,07

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
CARDEADO	Acarreado hasta máquina de escariado	0,08
	Posicionado de llanta	0,10
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de escariado	12,04
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	1,00
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área decisión	0,03
REPARACIÓN	Verificación de daños y toma de decisión para proceso de reparación	0,07
	Acarreado hasta máquina de reparación	0,07
	Posicionado de llanta	0,15
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de reparación (reencauche, rellenar con caucho crudo, y ubicación de parches)	3,16
	Pulir y colocar cemento	1,05
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	0,40
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área cementado	0,05
	ENCEMENTADO	Acarreado hasta máquina de cementado
Posicionado de llanta		0,02
Operación de cementado		0,19
Retirado de máquina		0,05
Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta		0,07
Acarreado hasta área rellenado		0,04
RESANADO	Acarreado hasta máquina de rellenado	0,03
	Posicionado de llanta	0,03
	Verificación de fallas	0,05
	Operación de rellenado	3,29
	Inspección de relleno	0,05
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,02
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área de embandado	0,03

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
PREPARACION DE BANDA	Revisión y toma de medidas (ancho, perímetro)	0,23
	Verificación de existencia de bandas en área de preparación de bandas	0,15
	Verificación y acarreo de banda requerida de bodega a área de preparación de banda	0,43
	Selección de banda y colocación en mesa de corte	0,38
	Operación de medida, corte, pulido y cementado de banda	1,26
	Posicionamiento de banda cortada en encojinadora ensamble de (cojín y banda)	1,11
	Colocación de medida en banda y registro en hoja de producción	0,15
	Colocación de ensamble en área de embandado	0,10
EMBANDADO	Acarreado hasta máquina de embandado	0,07
	Posicionado de llanta	0,05
	Ubicación de ensamble (banda y cojín) en máquina	0,30
	Inspección de tamaño de ensamble con llanta	0,15
	Proceso de unión	3,14
	Ubicación de grapas y colocación de plástico de protección	0,10
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,05
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área de armado	0,05
ARMADO/ PREPARACIÓN DE LLANTAS	Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta	0,03
	Colocar envelopes en la llanta	0,60
	Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Acoplar la llanta, el tubo, y el rin con la finalidad de impermeabilizar para evitar fuga	4,27
	Inspección	0,04
	Carga de llantas en el riel	0,63
	Conexión de acoples de mangueras de los tubos y envelopes	0,09
	Posicionamiento de llantas en la autoclave	0,09
	Ajuste de brazos y cierre de puerta	0,06
	Cierre de válvulas de envelopes y tubos	0,05
	Vulcanización de llantas	180,00
DESARMADO	Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado	0,50
	Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío	0,30
	Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Desmontar del rin y del tubo la llanta	1,07

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
DESARMADO	Acarreo hasta envelopadora, posicionamiento	0,04
	Retiro de envelopes	0,30
	Retirado de llanta de envelopadora	0,04
	Retiro de plástico de protección	0,19
	Control de calidad	0,30
	Acarreado hasta área de terminado	0,05
INSPECCIÓN FINAL/ ACABADO	Inspección	0,30
	Retiro y posicionamiento en área de reprocesos llantas para reproceso	0,07
	Acarreo, separación y posicionamiento de llantas pequeñas y grandes aprobadas	0,11
	Registro de máster en la corona de la llanta y registro y retiro de grapas	0,15
	Registro en la hoja de informe diario de producción	0,05
	Identificación de llantas	0,05
	Pulición	1,44
	Pintado (gasolina + cojín)	1,40
	Acarreo a área de decisión	0,07
	Verificación y separación según orden de producción, etiquetado	0,33
	Acarreo a área de despacho	0,18
TOTAL		235,08

Fuente: Elaboración propia

Anexo I


































































Gastos incurridos en la implementación del Sistema RIMLESS

Tipos de suministros	Cantidad	Costos
Sobres externos	131	\$16459,65
Sobres internos	126	\$36541,51
Mangueras	17	\$56,17
Ganchos	50	\$4482,69
Soldar lamina curva en ganchos	34	\$156,73
ACOPLADOR DE VACÍO ¼" FPT BH1-60Y-4FP	50	\$667,00
ADAPTADOR DE VACÍO .482 BH61-711	40	\$317,20
EMPAQUE P/ACOP. VACÍO 2026	40	\$31,20
CINTURÓN DE VENDEO GALGO 1120X175 MM	40	\$956,00
LLAVES ESFERA DE 1/4"	17	\$285,60
CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE 50 Cm x 70 Cm EN LAMINA DE 5 mm CON BRIDA	1	\$495,00
MANIFOLD CON 17 TOMAS DE 1/4 NPT A 33 Cm CADA UNA EN TUBO DE 1 1/2 CED40	1	\$150,00
PRESOSTATO (CONTROL TRANSDUCTOR DE VACÍO DIGITAL DE -1 BAR CON CONTROL Y PANTALLA PROGRAMABLE, PARA SEÑAL DIGITAL DE CONTROL DE VACÍO)	1	\$560,00
VACUÓMETRO	1	\$85,03
CAJA TABLERO DE CONTROL, CONTACTORES, BREAKERS Y CABLES	1	\$375,65
LAMINAS DE HIERRO, NEPLOS, TAPÓN HEMBRA, NUDOS UNIVERSAL, ROSCAS	1	\$187,29
TUBO, REDUCCIÓN, NEPLO, CODO, UNIÓN, BUSHING	1	\$180,95
FUENTE DE PODER REGULADA 24 VDC - 100/240 AC	1	\$69,44
CONTACTOR ESTADO SOLIDO 4 - 32 VDC / 10 AMP.	1	\$22,40
PERNOS, ROSCAS	1	\$42,70
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN	1	\$526,19
COSTO CAPACITACIÓN JEFE DE PLANTA EN TULA, MÉXICO	1	\$962,09
TOTAL		\$ 63 610,49

Anexo J














































Fichas de procesos después de la implementación del Sistema RIMLESS

Ubicación: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."					Resumen				
Proceso: Vulcanizado de llantas 1200/R22.5					Actividad	Actual	Propuestos	Ahorros	
Fecha: 04/06/2016					Operación	13	13	0	
Operador:		Analista:			Transporte	9	7	2	
Marque el método y el tipo apropiados					Demora	-	-	-	
Método: Actual Propuesto					Inspección	2	2	0	
Tipo: Obrero Material Máquina					Almacenaje	-	-	-	
Comentarios:					Tiempo (min)	188,46	162,25	26,21	
					Distancia (metros)	47,9	41,7	6,2	
					Costo	-	-	-	
Descripción de la actividad		Símbolo			Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones		
Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta.		●	→	D	■	▼	0,02	2,7	
Colocar envelopes en la llanta		●	→	D	■	▼	1,46		
Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado		●	→	D	■	▼	1,05	3,5	
Acoplar la llanta, el envelope y el innerenvelope con la finalidad de provocar hermeticidad entre ellos		●	→	D	■	▼	2,22		
Inspección de hermeticidad con el vacuómetro		●	→	D	■	▼	0,04		
Carga de llantas en el riel		●	→	D	■	▼	1,64		
Conexión de acoples con check de mangueras de los envelopes		●	→	D	■	▼	1,09		

Posicionamiento de llantas en la autoclave						1,06	7,7	
Cierre de válvulas de envelopes						1,07		
Vulcanización de llantas						150		
Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado						0,6	7,7	
Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío						0,02		
Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado						0,06	5,2	
Desmontar el innerenvelope						1,09		
Acarreo hasta envelopadora posicionamiento						0,06	3,5	
Retiro de envelopes						0,2		
Retirado de llanta de envelopadora						0,03		
Retiro de plástico de protección						0,2		
Control de calidad						0,3		
Acarreado hasta área de terminado						0,04	11,4	

Fuente: Elaboración propia

Ubicación: Reencauchadora de la Sierra "Caucho Sierra S.A."						Resumen			
Proceso: Vulcanizado de llantas 295/R80/22.5						Actividad	Actual	Propuestos	Ahorros
Fecha: 04/06/2016						Operación	13	13	0
Operador:			Analista:			Transporte	9	7	2
Marque el método y el tipo apropiados						Demora	-	-	-
Método: Actual <input checked="" type="radio"/> Propuesto <input type="radio"/>						Inspección	2	2	0
Tipo: <input checked="" type="radio"/> Obrero <input type="radio"/> Material <input type="radio"/> Máquina						Almacenaje	-	-	-
Comentarios:						Tiempo (min)	188,75	162,17	26.58
						Distancia (metros)	47,9	41,7	6,2
						Costo	-	-	-
Descripción de la actividad			Símbolo			Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Observaciones	
Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta.				0,03	2,7				
Colocar envelopes en la llanta				1,45					
Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado				1,07	3,5				
Acoplar la llanta, el envelope y el innerenvelope con la finalidad de provocar hermeticidad entre ellos				2,23					
Inspección de hermeticidad con el vacuómetro				0,04					
Carga de llantas en el riel				1,63					
Conexión de acoples con check de mangueras de los envelopes				1,10					
Posicionamiento de llantas en la autoclave				1,06	7,7				
Cierre de válvulas de envelopes				1,05					
Vulcanización de llantas				150					
Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado				0,6	7,7				

Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío						0,02		
Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado						0,05	5,2	
Desmontar el innerenvelope						1,09		
Acarreo hasta envelopadora posicionamiento						0,07	3,5	
Retiro de envelopes						0,2		
Retirado de llanta de envelopadora						0,04		
Retiro de plástico de protección						0,1		
Control de calidad						0,3		
Acarreado hasta área de terminado						0,04	11,4	

Fuente: Elaboración propia

Anexo K

Tiempo estándar del proceso de reencauchado de neumáticos de llantas después de la implementación del sistema RIMLESS 1200/R22.5 y 295/R80/22.5

✓ 1200/R22.5.

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
LIMPIEZA	Acarreado hasta máquina de limpieza	0,15
	Colocado en máquina de limpieza y revisión	0,07
	Operación de máquina de limpieza	2,08
	Retirado de máquina de limpieza	0,38
INSPECCIÓN INICIAL	Acarreado hasta máquina de verificación inicial	0,15
	Posicionado de llanta	0,20
	Inspección y señalamiento de fallas	3,03
	Registro en tarjeta de producción	0,15
	Elaboración y pegado de etiquetas en tarjeta y colocado en llantas	0,25
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área raspado	0,07
RASPADO	Acarreado hasta máquina de raspado	0,06
	Posicionado de llanta	0,25
	Retiro de tarjeta de producción	0,10
	Operación de raspado	3,32
	Medición de diámetro de llanta	0,20
	Operación de raspado hasta conseguir diámetro requerido	0,50
	Inspección y señalamiento de fallas	0,30
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,15
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área escariado	0,07
CARDEADO	Acarreado hasta máquina de escariado	0,08
	Posicionado de llanta	0,10
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de escariado	12,04
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	1,00
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área decisión	0,03
REPARACIÓN	Verificación de daños y toma de decisión para proceso de reparación	0,07
	Acarreado hasta máquina de reparación	0,07

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
REPARACIÓN	Posicionado de llanta	0,15
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de reparación (reencauche, rellenar con caucho crudo, y ubicación de parches)	3,16
	Pulir y colocar cemento	1,05
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	0,40
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área cementado	0,05
ENCEMENTADO	Acarreado hasta máquina de cementado	0,07
	Posicionado de llanta	0,02
	Operación de cementado	0,19
	Retirado de máquina	0,05
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,07
	Acarreado hasta área relleno	0,04
RESANADO	Acarreado hasta máquina de relleno	0,03
	Posicionado de llanta	0,03
	Verificación de fallas	0,05
	Operación de relleno	3,29
	Inspección de relleno	0,05
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,02
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área de embandado	0,03
PREPARACION DE BANDA	Revisión y toma de medidas (ancho, perímetro)	0,23
	Verificación de existencia de bandas en área de preparación de bandas	0,15
	Verificación y acarreo de banda requerida de bodega a área de preparación de banda	0,43
	Selección de banda y colocación en mesa de corte	0,38
	Operación de medida, corte, pulido y cementado de banda	1,26
	Posicionamiento de banda cortada en encogedora ensamble de (cojín y banda)	1,11
	Colocación de medida en banda y registro en hoja de producción	0,15
	Colocación de ensamble en área de embandado	0,10
EMBANDADO	Acarreado hasta máquina de embandado	0,07
	Posicionado de llanta	0,05
	Ubicación de ensamble (banda y cojín) en máquina	0,30
	Inspección de tamaño de ensamble con llanta	0,15
	Proceso de unión	3,14

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
EMBANDADO	Ubicación de grapas y colocación de plástico de protección	0,10
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,05
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área de armado	0,05
ARMADO/ PREPARACIÓN DE LLANTAS	Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta	0,02
	Colocar envelopes en la llanta	1,46
	Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado	1,05
	Acoplar la llanta, el envelope, y el innerenvelope con la finalidad de provocar hermeticidad entre ellos.	2,22
	Inspección de la hermeticidad con el vacuómetro	0,04
	Carga de llantas en el riel	1,64
	Conexión de acoples con check de mangueras de envelopes	1,09
	Posicionamiento de llantas en la autoclave	1,06
	Cierre de válvulas de envelopes	1,07
	Vulcanización de llantas	150,00
DESARMADO	Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado	0,60
	Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío	0,02
	Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,06
	Desmontar el innerenvelope	1,09
	Acarreo hasta envelopadora, posicionamiento	0,06
	Retiro de envelopes	0,20
	Retirado de llanta de envelopadora	0,03
	Retiro de plástico de protección	0,20
	Control de calidad	0,30
	Acarreado hasta área de terminado	0,04
INSPECCIÓN FINAL/ ACABADO	Inspección	0,30
	Retiro y posicionamiento en área de reprocesos llantas para reproceso	0,07
	Acarreo, separación y posicionamiento de llantas pequeñas y grandes aprobadas	0,11
	Registro de máster en la corona de la llanta y registro y retiro de grapas	0,15
	Registro en la hoja de informe diario de producción	0,05
	Identificación de llantas	0,05
	Pulición	1,44
	Pintado (gasolina+cojín)	1,40
	Acarreo a área de decisión	0,07
	Verificación y separación según orden de producción, etiquetado	0,33
Acarreo a área de despacho	0,18	
TOTAL		208,41

Fuente: Elaboración propia

✓ 295/R80/22.5

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
LIMPIEZA	Acarreado hasta máquina de limpieza	0,15
	Colocado en máquina de limpieza y revisión	0,07
	Operación de máquina de limpieza	2,08
	Retirado de máquina de limpieza	0,38
INSPECCIÓN INICIAL	Acarreado hasta máquina de verificación inicial	0,15
	Posicionado de llanta	0,20
	Inspección y señalamiento de fallas	3,03
	Registro en tarjeta de producción	0,15
	Elaboración y pegado de etiquetas en tarjeta y colocado en llantas	0,25
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área raspado	0,07
RASPADO	Acarreado hasta máquina de raspado	0,06
	Posicionado de llanta	0,25
	Retiro de tarjeta de producción	0,10
	Operación de raspado	3,32
	Medición de diámetro de llanta	0,20
	Operación de raspado hasta conseguir diámetro requerido	0,50
	Inspección y señalamiento de fallas	0,30
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,15
	Retirado de máquina	0,10
	Acarreado hasta área escariado	0,07
CARDEADO	Acarreado hasta máquina de escariado	0,08
	Posicionado de llanta	0,10
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de escariado	12,04
	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	1,00
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área decisión	0,03
REPARACIÓN	Verificación de daños y toma de decisión para proceso de reparación	0,07
	Acarreado hasta máquina de reparación	0,07
	Posicionado de llanta	0,15
	Retiro de tarjeta de producción	0,03
	Operación de reparación (reencauche, rellenar con caucho crudo, y ubicación de parches)	3,16
	Pulir y colocar cemento	1,05

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
REPARACIÓN	Inspección retiro de objetos externos a la llanta (clavos, alambres, piedras, madera, etc.) y señalamiento de fallas	0,40
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,10
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área cementado	0,05
ENCEMENTADO	Acarreado hasta máquina de cementado	0,07
	Posicionado de llanta	0,02
	Operación de cementado	0,19
	Retirado de máquina	0,05
	Registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,07
	Acarreado hasta área rellenado	0,04
RESANADO	Acarreado hasta máquina de rellenado	0,03
	Posicionado de llanta	0,03
	Verificación de fallas	0,05
	Operación de rellenado	3,29
	Inspección de relleno	0,05
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,02
	Retirado de máquina	0,05
	Acarreado hasta área de embandado	0,03
PREPARACION DE BANDA	Revisión y toma de medidas (ancho, perímetro)	0,23
	Verificación de existencia de bandas en área de preparación de bandas	0,15
	Verificación y acarreo de banda requerida de bodega a área de preparación de banda	0,43
	Selección de banda y colocación en mesa de corte	0,38
	Operación de medida, corte, pulido y cementado de banda	1,26
	Posicionamiento de banda cortada en encogedora ensamble de (cojín y banda)	1,11
	Colocación de medida en banda y registro en hoja de producción	0,15
	Colocación de ensamble en área de embandado	0,10
EMBANDADO	Acarreado hasta máquina de embandado	0,07
	Posicionado de llanta	0,05
	Ubicación de ensamble (banda y cojín) en máquina	0,30
	Inspección de tamaño de ensamble con llanta	0,15
	Proceso de unión	3,14
	Ubicación de grapas y colocación de plástico de protección	0,10
	Retiro y registro en tarjeta de producción y colocado en llanta	0,05
	Retirado de máquina	0,07
	Acarreado hasta área de armado	0,05

PROCESOS	SUBPROCESOS	TIEMPO POR SUBPROCESO POR C/U LLANTA (MIN)
ARMADO /PREPARACIÓN DE LLANTAS	Acarreado hasta envelopadora y posicionado de llanta	0,03
	Colocar envelopes en la llanta	1,45
	Retirar y posicionar la llanta en la mesa de armado	1,07
	Acoplar la llanta, el envelope, y el innerenvelope con la finalidad de provocar hermeticidad entre ellos.	2,23
	Inspección de la hermeticidad con el vacuómetro	0,04
	Carga de llantas en el riel	1,63
	Conexión de acoples con check de mangueras de envelopes	1,10
	Posicionamiento de llantas en la autoclave	1,06
	Cierre de válvulas de envelopes	1,05
	Vulcanización de llantas	150,00
DESARMADO	Descargar y posicionar la llanta en el área de desarmado	0,60
	Desfogar la presión con ayuda de la bomba de vacío	0,02
	Acarrear y posicionar la llanta en la mesa de armado	0,05
	Desmontar el innerenvelope	1,09
	Acarreo hasta envelopadora, posicionamiento	0,07
	Retiro de envelopes	0,20
	Retirado de llanta de envelopadora	0,04
	Retiro de plástico de protección	0,10
	Control de calidad	0,30
	Acarreado hasta área de terminado	0,04
INSPECCIÓN FINAL/ ACABADO	Inspección	0,30
	Retiro y posicionamiento en área de reprocesos llantas para reproceso	0,07
	Acarreo, separación y posicionamiento de llantas pequeñas y grandes aprobadas	0,11
	Registro de máster en la corona de la llanta y registro y retiro de grapas	0,15
	Registro en la hoja de informe diario de producción	0,05
	Identificación de llantas	0,05
	Pulición	1,44
	Pintado (gasolina+cojín)	1,40
	Acarreo a área de decisión	0,07
	Verificación y separación según orden de producción, etiquetado	0,33
Acarreo a área de despacho	0,18	
TOTAL		208,33

Fuente: Elaboración propia