



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
REENCAUCHE DE LLANTAS CAUCHOSIERRA S.A.**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Alex Santiago Ramón Bernal

TUTOR: Ing. César Aníbal Rosero Mantilla, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTAS CAUCHOSIERRA S.A., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Alex Santiago Ramón Bernal, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024

Ing. César Aníbal Rosero Mantilla, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTAS CAUCHOSIERRA S.A., es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024



Alex Santiago Ramón Bernal

C.C. 050457322-1

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Alex Santiago Ramón Bernal', written over a horizontal dashed line.

Alex Santiago Ramón Bernal

C.C. 050457322-1

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Alex Santiago Ramón Bernal, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTAS CAUCHOSIERRA S.A, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Jesús Israel Guamán Molina, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Le dedicó a mi Dios con todas mis fuerzas dándole gracias a por toda la ayuda que me ha brindado para poder finalizar este trabajo y toda mi familia por el gran apoyo, paciencia y fuerzas que me han brindado en el transcurso de mis estudios. Con profundo agradecimiento ya que no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional y cariño mostrado en lo largo de mi camino universitario.

A mi madre, que debo todo lo que soy, gracias por su amor incondicional y por creer en mí cuando dudé de mis propias capacidades y por el apoyo de mi querida hermana, que también ha sido un pilar fundamental en mi vida. A mis amigos, por llenar mi vida de risas y alegrías, por los momentos inolvidables que me permitieron regalar.

Cada uno de ustedes ha sido mi fuerza impulsora, brindándome palabras de ánimo y confianza en los momentos de desafío. Han sido mi motivación para seguir adelante cuando los obstáculos parecían insuperables.

¡Gracias por estar siempre a mi lado y ser parte de este capítulo tan especial!

Con cariño y gratitud,

Alex Santiago Ramón Bernal

AGRADECIMIENTO

Primero quiero dar gracias a Dios, por toda la bondad de darme la vida, fortaleza y mi querida familia para comenzar mi camino de estudio y superación personal.

Un enorme agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato y a la facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por fomentar mi formación académica por medio de los docentes que impartían sus conocimientos y dedicación en cada clase, he adquirido grandes valores que han sido de importancia en mi vida universitaria. Su apoyo, guía y aprendizaje han sido vitales para mi crecimiento.

Al Ing. Mg. César Rosero Mantilla, mi tutor, le agradezco especialmente por su paciencia, guía y valiosos aportes para llevar a cabo la finalización esta investigación con éxito.

A todos los miembros de Caucho Sierra S.A., gracias por permitirme ser parte de su equipo y brindarme la oportunidad de aplicar mis habilidades y conocimientos en un entorno profesional tan enriquecedor.

Una vez más, gracias por todo el apoyo brindado.

Alex Santiago Ramón Bernal

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
RESUMEN EJECUTIVO	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	5
1.3 Fundamentación teórica	9

1.3.1 Control de calidad	9
1.4 Objetivos	38
1.4.1 Objetivo general	38
1.4.2 Objetivos específicos	38
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	39
2.1 Materiales	39
2.2 Métodos	40
2.2.1 Modalidad de la investigación	40
2.2.2 Población y muestra	45
2.2.3 Recolección de información.....	46
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	48
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
3.1 Análisis y discusión de los resultados	49
3.1.1 Historia de la empresa	49
3.1.1 Descripción general de la organización	50
3.2 Descripción de las actividades del Proceso Productivo del Reencauche	61
3.3 Evaluación de la calidad sigma del proceso del reencauche	107
3.3.1 Análisis de variabilidad de la línea de producción.....	107
3.4 Plan de mejora del proceso del reencauche de neumáticos.....	122
3.4.1 Planteamiento del plan de mejora	123
3.4.2 Seguimiento de la variabilidad del proceso	187

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	188
4.1 Conclusiones	188
4.2 Recomendaciones.....	190
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	192
ANEXOS	197

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología del flujograma.....	13
Tabla 2. Six Sigma sus fases (DMIAC).....	17
Tabla 3. Patrones y tendencias en las cartas de control y sus causas.....	27
Tabla 4. Materiales para el procesamiento y análisis de datos	39
Tabla 5. Establecimiento de búsqueda investigativa.....	41
Tabla 6. Términos de búsqueda	42
Tabla 7. Sitios web utilizados por la metodología Prisma.....	42
Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión.....	43
Tabla 9. Técnica de recolección de datos.....	47
Tabla 10. Herramientas de recolección de datos.....	47
Tabla 11. Procesamiento de datos.....	48
Tabla 12. Datos informativos de la empresa.....	50
Tabla 13. Productos/Servicios ofertados por la empresa.	54
Tabla 14. Historial de ventas de la empresa.....	56
Tabla 15. Participación de ventas de los productos	57
Tabla 16. Rangos para determinar la categoría.....	57
Tabla 17. Tabulación ABC	57
Tabla 18. Simbología de daños	64
Tabla 19. Producción del reencauche de neumáticos.....	72
Tabla 20. Producción del reencauche de neumáticos 2023.....	73

Tabla 21. Tabulación de datos referente a las devoluciones del diagrama de Ishikawa	79
Tabla 22. Herramienta 5W-H en el proceso de devolución del reencauche	83
Tabla 23. Causas del desprendimiento de la banda de rodamiento.....	87
Tabla 24. Identificación de los defectos del proceso del reencauche.	88
Tabla 25. Análisis de los defectos del reencauche en la línea de producción.....	91
Tabla 26. Frecuencia de la causa de la sopladura	94
Tabla 27. Frecuencia de la causa del mal vulcanizado (flujo no constante)	98
Tabla 28. Frecuencia de la causa de las pestañas dañadas	102
Tabla 29. Análisis 5 porqué de la causa raíz de las sopladuras.....	105
Tabla 30. Análisis 5 porqué de la causa raíz del mal vulcanizado (flujo no continuo)	105
Tabla 31. Análisis 5 porqué de la causa raíz de pestañas dañadas.....	106
Tabla 32. Causa raíz de los defectos del reencauche	107
Tabla 33. Datos de defectos en la línea de producción de reencauche	108
Tabla 34. Datos para la gráfica de la carta de control tipo p.....	109
Tabla 35. Datos para los límites de control p.....	109
Tabla 36. Límites de carta de control p.....	110
Tabla 37. Datos para la gráfica de la carta de control tipo np.....	111
Tabla 38. Datos para los límites de control np.....	112
Tabla 39. Límites de la carta de control np.....	112
Tabla 40. Resumen estadístico del proceso de reencauche.....	117

Tabla 41. Nivel sigma de la línea de reencauche	118
Tabla 42. Índice Yeild del proceso reencauche	118
Tabla 43. Capacidad potencial del proceso.....	119
Tabla 44. Métrica sigma del proceso de reencauche de neumáticos.....	119
Tabla 45. Propuesta para la solución de las causas a los problemas.....	123
Tabla 46. Herramientas utilizar para el control del raspado	129
Tabla 47. Procedimiento del proceso de raspado.....	132
Tabla 48. Recolección de datos para el control del raspado	135
Tabla 49. Procedimientos para el área de escariado	137
Tabla 50. Ficha de control para el proceso de escariado.....	140
Tabla 51. Procedimientos para la reparación de los daños del neumático.....	147
Tabla 52. Ficha de control para el proceso de reparado.....	151
Tabla 53. Procedimiento para el reparo de envelos o del molde.	153
Tabla 54. Hoja de recolección de información de máquina del proceso	162
Tabla 55. Registro de mantenimientos de los equipos.....	163
Tabla 56. Orden de trabajo de mantenimiento presente en las máquinas	164
Tabla 57. Hoja de control de mantenimiento de maquinaria	165
Tabla 58. Hoja de control de mantenimiento de los compresores	165
Tabla 59. Hoja de control de mantenimiento de la raspadora.....	167
Tabla 60. Cronograma de capacitación de los trabajadores para el proceso reencauche.....	174

Tabla 61. Recolección de datos para el control del raspado	183
Tabla 62. Técnicas de inspección no destructivas	185
Tabla 63. Máquina con técnica inspección computarizado	185
Tabla 64. Máquina con técnica shearografía.....	186
Tabla 65. Control y seguimiento del proceso.....	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de la competencia.....	10
Figura 2. Evolución de la calidad.....	12
Figura 3. Aseguramiento de la calidad en la organización	14
Figura 4. Variabilidad dentro de un proceso.....	15
Figura 5. Hoja de verificación de defectuosos.....	16
Figura 6. Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto).....	19
Figura 7. Defectos en el acaba por Pareto.....	20
Figura 8. Hoja de verificación de no conformidad	21
Figura 9. Histograma de localización con sus límites.....	22
Figura 10. Gráfica de control y elementos	23
Figura 11. Calidad sigma de corto plazo y largo plazo.....	31
Figura 12. Partes de un neumático	32
Figura 13. Construcción neumático convencional.....	32
Figura 14. Construcción neumático convencional.....	33
Figura 15. Significado de la nomenclatura del neumático.....	33
Figura 16. Proceso del reencauche.....	34
Figura 17. Texturas del rapado para el neumático	35
Figura 18. Radios de raspado del neumático	35
Figura 19. Colocación de la banda de rodamiento a la carcasa	36
Figura 20. Proceso de vulcanizado al frío.....	37

Figura 21. Diagrama de flujo metodología Prisma	44
Figura 22. Empresa CauchoSierra S, A.	49
Figura 23. Ubicación de empresa CauchoSierra S, A.	51
Figura 24. Organigrama estructural de la empresa.	53
Figura 25. Grafica ABC del reencauche	58
Figura 26. Diagrama SIPOC del proceso de Reencauche.....	59
Figura 27. Diagrama de flujo del proceso del reencauche	60
Figura 28. Recepción de los neumáticos.....	62
Figura 29. Limpieza del neumático.....	62
Figura 30. Inspección inicial del neumático.	63
Figura 31. Neumático con simbología de daño.....	64
Figura 32. Área de raspado el neumático.....	65
Figura 33. Área de escariado de los daños	66
Figura 34. Reparación de los daños en el neumático	67
Figura 35. Aplicación del adhesivo en el neumático	67
Figura 36. Relleno de los daños del neumático.....	68
Figura 37. Corte de la nueva banda.....	69
Figura 38. Embandado de la carcasa.....	69
Figura 39. Armado del molde para el vulcanizado	70
Figura 40. Proceso del vulcanizado	71
Figura 41. Inspección final del neumático y pintado	71

Figura 42. Producción del reencauche de neumáticos del 2022	73
Figura 43. Producción del reencauche de neumáticos del 2023	74
Figura 44. Porcentaje de devoluciones del reencauche 2022.....	75
Figura 45. Porcentaje de devoluciones del reencauche 2023.....	75
Figura 46. Desprendimiento de la banda.....	76
Figura 47. Lluvia de ideas de los problemas de devoluciones por la calidad	77
Figura 48. Diagrama de Ishikawa en referencia a las devoluciones.	78
Figura 49. Diagrama de Pareto referente a las devoluciones	80
Figura 50. Sitio de recolección de datos inspección final	87
Figura 51. Diagrama de Pareto de los defectos del reencauche.....	92
Figura 52. Diagrama causa-efecto de las sopladuras	94
Figura 53. Diagrama de Pareto de las sopladuras	95
Figura 54. Diagrama causa-efecto del mal vulcanizado (flujo no constante)	97
Figura 55. Diagrama de Pareto del mal vulcanizado (flujo no constante).....	98
Figura 56. Diagrama causa-efecto de las pestañas dañadas.....	101
Figura 57. Diagrama de Pareto de las pestañas dañadas.....	102
Figura 58. Grafica de la carta de control p del proceso de reencauche.....	110
Figura 59. Grafica de la carta de control np del proceso de reencauche.....	113
Figura 60. Informe de capacidad del proceso de reencauche de neumáticos.....	115
Figura 61. Seguimiento Six Sigma.....	121
Figura 62. Desarrollo de un plan de mejora.....	122

Figura 63. Plantilla de radio de raspado.....	130
Figura 64. Verificación de profundidad del raspado.....	131
Figura 65. Medición de los costados a los hombros	131
Figura 66. Producto de limpieza de superficie de la carcasa	142
Figura 67. Aplicación del solvente de limpieza.....	142
Figura 68. Limpieza de la superficie con el solvente.....	143
Figura 69. Carcasas suspendidas en el proceso.....	143
Figura 70. Aplicación de la película protectora	144
Figura 71. Forrado con la película protectora	144
Figura 72. Inspección del recubrimiento.....	145
Figura 73. Grafica del proceso de vulcanizado por HMI.....	181
Figura 74. Control de los parámetros por HMI.....	181
Figura 75. Notificaciones y lista de alarmas del vulcanizado.....	182
Figura 76. Panel del control del proceso de vulcanizado.....	182

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Metodología prisma	197
Anexo B. Hoja de verificación de fallas	203
Anexo C. Hoja de control de defectuosos del reencauche.	204
Anexo D. Formato de lluvia de ideas.....	205
Anexo E. Formato de la herramienta 5W-1H	206
Anexo F. Tabla de conversión de nivel six sigma	207
Anexo G. Índice Cp y su interpretación.....	208
Anexo H. Registro de medidas para el raspado	209
Anexo I. Ficha de registro para el área del raspado	210
Anexo J. Hoja de control proceso del raspado.....	211
Anexo K. Ficha de registro de la temperatura del vulcanizado	212
Anexo L. Carta de control de parámetros del vulcanizado	213

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa “CAUCHO SIERRA S.A” tiene un sistema de control en su proceso de producción del reencauche, no obstante, se enfrenta a desafíos ocasionados por factores relacionados a las M's de calidad, tales como materia prima, mano de obra, entre otros. Estos factores han dado lugar a problemas y una disminución en la calidad del producto final del reencauche. En vista de esta situación, la finalidad del presente proyecto investigativo es realizar un análisis de calidad en la línea de producción de reencauche de llantas.

La investigación llevada a cabo se basa en un enfoque que combina tanto aspectos cualitativos como cuantitativos, empleando herramientas de calidad. Durante el estudio se empleó un muestreo sistemático, con los datos recopilados se procesan y analizan utilizando el software Minitab con el fin de evaluar el nivel de calidad del proceso productivo en base a la métrica de las partes por millón (PPM).

Según los resultados obtenidos, los principales defectos presentes en la línea de producción del reencauche son las sopladuras con 46,03%, un mal vulcanizado (flujo no continuo) de 28,6% y posteriormente daño en las pestañas 9,5%. Con una evaluación del nivel sigma del proceso de 3.01 estando en un nivel promedio global, además, el valor de la capacidad (Cp) es de 1.001, lo que indica el proceso no es adecuado para el trabajo en cuestión, de manera que se requiera a más profundidad el análisis del proceso, modificaciones significativas para lograr alcanzar con los estándares de calidad deseados o satisfactoria.

En conclusión, se ha llegado a determinar que a la empresa actualmente se encuentra en nivel aceptable, pero da lugar a diversos problemas en la calidad del reencauche, para abordar esta situación, resulta necesario implementar un control más riguroso en los procesos mediante distintas alternativas de mejoras para poder controlar la variabilidad y reducir los defectos en la línea de producción como también la devolución de esta.

Palabras clave: Reencauche, devoluciones, herramientas de calidad, nivel sigma, neumáticos.

ABSTRACT

The company “CAUCHO SIERRA S.A” has a control system in its retread production process, however, it faces challenges caused by factors related to quality M's, such as raw materials, labor, among others. These factors have led to problems and a decrease in the quality of the final retread product. In view of this situation, the purpose of this research project is to carry out a quality analysis in the tire retreading production line.

The research carried out is based on an approach that combines both qualitative and quantitative aspects, using quality tools. During the study, systematic sampling was used, with the collected data processed and analyzed using the Minitab software in order to evaluate the quality level of the production process based on the parts per million (PPM) metric.

According to the results obtained, the main defects present in the retreading production line are blowouts with 46.03%, poor vulcanization (non-continuous flow) of 28.6% and later damage to the flanges 9.5 %. With an evaluation of the sigma level of the process of 3.01 being at a global average level, in addition, the value of the capacity (Cp) is 1.001, which indicates the process is not suitable for the work in question, so that it is required in more depth the analysis of the process, significant modifications to achieve the desired or satisfactory quality standards.

In conclusion, it has been determined that the company is currently at an acceptable level, but it gives rise to various problems in the quality of retreading. To address this situation, it is necessary to implement more rigorous control in the processes through different alternatives. improvements to be able to control variability and reduce defects in the production line as well as its return.

Keywords: Retreading, returns, quality tools, sigma level, tires

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REENCAUCHE DE LLANTAS CAUCHOSIERRA S.A.”

1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel global, se espera que las empresas optimicen sus procesos para ofrecer productos que cumplan con las expectativas de los clientes en términos de calidad y precio [1]. Desafortunadamente, muchas empresas no logran alcanzar una calidad adecuada, lo que puede provocar desperdicios, productos defectuosos, paros por inspecciones o inspecciones excesivas, gastos adicionales, devoluciones, mala imagen en el mercado, reducción de ventas e insatisfacción al cliente [2].

La presencia de variaciones es un problema común dentro de los procesos que ocasionan fallas, reprocesos, productos no conformes y entre, otros ocasionados por: mano de obra, métodos, entorno, materiales y maquinaria que afectan negativamente la calidad de los productos [3]. Cuando no se tienen planes de acción para contrarrestar esta variabilidad, se pueden fabricar productos defectuosos que no cumplen con las especificaciones requeridas. Por ello, es importante implementar enfoques de mejora continua para reducir y mejorar la calidad del producto [4].

Según el Servicio de la Unión Europea en 2013, entre los años 2005 y 2012, se observó una disminución del 6% en Europa debido a la clausura de fábricas que no pudieron controlar sus líneas de producción adecuadamente. Esto provocó pérdidas en la fabricación de productos. Este hecho sugiere que la variabilidad en el proceso de producción es el resultado de la aplicación de métodos inapropiados para monitorear y controlar la producción. Es crucial identificar la fuente de esta variabilidad y tomar medidas para prevenir su reaparición en el futuro [5].

En España, se presentaban problemas importantes en el sector del reencauche de neumáticos relacionados a la entrega tardía del producto y genera insatisfacción entre los clientes. Esta demora era causada por varios factores dentro de la organización, tales como materiales no adecuados, mala distribución, estrategias no aptas en el almacenaje, falta de inspección y fallas en las máquinas, a lo cual, tiene un impacto negativo en la competitividad de la empresa y reputación externa hacia el mercado [6].

A nivel internacional las empresas se han visto en la necesidad del perfeccionamiento de sus productos, por la fuerte competencia con la finalidad de contar con protagonismo en el mercado logrando así niveles altos de productividad y el factor más significativo el control de calidad [7]. Sin embargo, la falta de planes de mejora continua en las industrias y el análisis del control efectivo en los procesos, son señales de que muchas empresas no utilizan adecuadamente las herramientas de control estadístico para prevenir la fabricación de productos defectuosos. Como resultado, los productos se ven afectados con menor calidad y el mercado de estas empresas disminuye [8].

La industria reencauchadora en México, presentaba problemas por los reclamos de los clientes debido a causas relacionados con las M's de la calidad, por carencia de malos procedimientos y trabajos defectuosos de los operarios, generando ineficiencia en la producción. Esto impactaba negativamente a la organización por la variabilidad existente, lo que causaba aumentos de reprocesos, reducción de ventas y pérdidas elevadas por las malas estrategias adoptadas, sin tener cambios significativos en la mejora del proceso [9].

Uno de los desafíos principales que enfrentan las empresas referentes a la disminución de la eficiencia en los procesos productivos son relacionados a los factores internos de la organización. Tal es el caso, al reencauche de neumáticos del modelo RHD en Guatemala, se manifestó que los elementos que presentaban mayor parte del defecto en el reencauche de la banda en el proceso productivo eran relacionados al no disponer la adecuada documentación de las especificaciones para llevar a cabo la ejecución de extrusión de la banda preformada para el reencauche del neumático. Como resultado de esto, se presentaba variaciones en su peso debido a los cambios constantes en los

materiales utilizados en su fórmula y a la falta de conocimiento de las especificaciones correspondientes [10].

En América Latina, muchas organizaciones se esfuerzan por mejorar su calidad de servicio y están innovando en su búsqueda. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, existen factores que impiden que logren sus objetivos. En un contexto altamente competitivo, las pequeñas y medianas empresas se ven afectadas por la falta de compromiso y la falta de participación adecuada de la alta gerencia, lo que dificulta la implementación exitosa del método, análisis y herramientas para mejorar sus procesos/servicios. Para lograr una mejora efectiva, es fundamental que se establezcan objetivos claros y se involucre a todas las partes interesadas en el proceso [11].

Actualmente, las empresas enfrentan la necesidad de mejorar sus sistemas de control de calidad para fortalecer sus productos y reducir los problemas en la producción. En este sentido, en el sector de reencauche de neumático en Perú, el principal inconveniente que enfrenta la empresa Norte E.I.R.L es la baja producción, por motivos de la baja calidad lo que generaba reprocesos por las devoluciones de los clientes. Por medio de un análisis de la calidad se evidenció que el problema era causado por falencias en los puestos de trabajos, incumpliendo de estándares y materiales no apropiados; esto resulto en altos gastos económicas en la organización, sino también, retrasos en los pedidos, lo que dificulta la recuperación de la inversión y el logro de utilidades [12].

Las empresas colombianas pertenecientes al sector industrial y al desarrollo de operaciones del reencauche de llantas para vehículos pesados mantenían un crecimiento en sus ventas lo que generaba una alta producción. Sin embargo, se notaron problemas que resultaron en devoluciones debido a la presencia de personal no calificado, insuficiente capacitación, falta de mantenimiento a las maquinarias y la aplicación de técnicas inapropiadas en el proceso. Debido a esta situación género aumentos de reprocesos por bajos niveles de calidad como resultado, han experimentado un aumento en la insatisfacción de los clientes, pérdida de imagen en el mercado y pérdidas económicas. Esto se debe a la falta de un proceso efectivo de análisis y control de calidad para evaluar la calidad del producto/servicio prestado [13] [14].

En Ecuador, la empresa encargada en la fabricación del reencauche de llantas Isollanta Cía, no tuvo en cuenta una clara planificación en la mejora de sus procesos, debido a esto, presentaron problemas en sus líneas de producción. Lo que ocasionó, el crecimiento de no conformidad en los productos y así mismo el aumento de la tasa de pago de garantía, dando como resultado gastos elevados relacionado con la falta de calidad. El causal se relacionaba a la mano de obra por la alta rotación de empleados, personal no tan capacitados y técnicas de inspección inadecuadas para detectar los ajustes en el reencauche [15].

Otro caso referente, en la industria de la fabricación de neumáticos en Azuay, enfrentaban problemas por manufactura no adecuada, generando productos defectuosos por factores internos en la empresa que afectaban al proceso. Los factores que perturbaban al reencauche eran la mala ejecución de la norma técnica, materiales y mano de obra. Lo que ocasionaba costos innecesarios para la empresa, a más de tener niveles de variabilidad, reprocesos y devoluciones por la uniformidad del producto final [16].

A nivel nacional la falta de materia prima ha impedido el desarrollo de la industria del reencauchado debido a diversos factores, tales como la cultura escasa de reciclaje, el uso inadecuado y el manejo de los neumáticos, así como la importación de este producto que no son aptos para reencauche. Como resultado, el sector encargado del reencauchado rechaza el 30% de los neumáticos aproximadamente recibidas en sus plantas. Una considerable cantidad de las estructuras de los neumáticos disponibles en el país no cumplen con los requisitos necesarios para ser sometidas al proceso.

En 2011, había 12 empresas reencauchadoras activas en el país, las cuales contaban con 17 plantas dotadas de maquinaria adecuada para realizar esta labor. A pesar de ello, estas empresas operaban a cerca del 50% de su capacidad instalada, debido a la insuficiente disponibilidad de carcasas aptas para el proceso de reencauche en el mercado nacional, por no cumplir con los requisitos mínimos necesarios para poder ser sometidas al proceso de reencauche [17].

La empresa ecuatoriana CAUCHOSIERRA S.A, fundada en la ciudad de Ambato al pasar de los años se ha visto como una de las pioneras en el reencauche de llantas en el Ecuador. Enfocados en ser consolidado como una de las mejores alternativas en el

servicio entre sus clientes. En la actualidad, la compañía posee tecnología de última generación adecuada para el proceso de recauchutado de neumáticos de cualquier tipo de vehículo. Además, la empresa ha implementado un Sistema de Gestión de Calidad basado en los requisitos y estándares establecidos por la normativa ISO 9001, con el fin de aumentar la satisfacción de sus clientes y contribuir al progreso de nuestra nación. Este sistema se centra en la mejora continua de los procesos de gestión, producción, administración y otros procesos inherentes a la empresa.

Sin embargo, se evidencian problemas, en dicha empresa donde se realizará el proyecto con la ayuda de reuniones y charlas se manifestaron dificultades en su sistema de manufactura del reencauche de llantas. Identificando devoluciones del producto, lo que ha producido, que el número de garantías aceptadas durante el mes supere el 1% de la producción mensual hasta alcanzar el 3%, lo que provoca pérdidas para la organización e insatisfacción al cliente. Es por ello, con el fin de controlar su variabilidad, minimizar los costos para la empresa, y reducir las garantías se aplicará un plan de mejora, donde se buscará que el proceso mejore satisfactoriamente y evitar devoluciones por parte del cliente.

1.2 Antecedentes investigativos

Al llevar a cabo una investigación bibliográfica, se encontraron diversas referencias que se relacionan de manera circunstancial con el objetivo planteado para el estudio. Esto proporcionó un nivel de comprensión básico para el entendimiento del estudio que se describe a continuación:

La investigación sobre la empresa BANDTEK S.A., por medio de un análisis de calidad se identificaron problemas referentes al reencauche entregada a los clientes, es decir, que el porcentaje de garantías fue del 1.68% lo que genera costos altos aproximadamente de \$ 24'700.000. La mayoría de las deficiencias identificadas se encontraron en la fase de reparación, específicamente el 45%. Estas se deben al uso excesivo de parches en las ranuras de las llantas, falta de identificación de dichas ranuras, ausencia de refuerzos, así como la presencia de aire atrapado en los parches o rellenos. A través del análisis, se implementó herramientas relacionadas a la calidad para mejorar su proceso de producción, enfocándose en reducir los niveles de las

garantías aceptadas. Esto solucionará en reducir las garantías, mejorando la eficacia en la línea de producción, el cumplimiento de los parámetros de calidad para la satisfacción del cliente y reducción de costos [18].

Otro estudio desarrollado en el proceso de reencauche de neumáticos, los problemas en la empresa “VIPAL CAUCHOS” en Brasil, era la calidad del producto siendo muy variable lo que ha provocado quejas de los clientes, pérdida de imagen en el mercado y devoluciones. Lo que se evidenciaba los altos costos por el procesamiento del neumático por el nuevo reencauche, pérdida de tiempo, de material y disminución en la producción. Por medio de mejoras con diferentes herramientas como Kaizen, 5S's y Lean Manufacturing, se obtuvieron resultados en el aumento del nivel de producción, calidad del producto y reducción de la devolución por parte del cliente. Y dar como objetivo la minimización de los productos no conforme a los clientes y perfeccionar las condiciones de trabajo en la línea de producción [19].

Con el desarrollo de un análisis y plan de mejora de calidad en el proceso de reencauchadora “RHINOC E.I.R.L”, en el área del terminado del producto, se plantearon estrategias a través de herramientas como diagrama de Pareto, Alpha de Cronbach, diagrama de Ishikawa, mantenimiento productivo total por sus siglas en inglés TPM y control estadístico. Con un análisis inicial se determinó que el proceso presentaba cuellos de botellas por las demoras en las áreas de trabajo, lo que genera pedidos no entregados a tiempo, otro problema de la organización es el incremento de los reprocesos. Dando como conclusión mejoras correctivas para controlar la detección de fallos, reducción de costos por el reproceso y aumentar la satisfacción del cliente [20].

La aplicación de la metodología Six Sigma por medio del control estadístico y un análisis minucioso de calidad, según el estudio realizado en empresa “LLANTAS DEL PERÚ S.A”, para el mejoramiento del proceso de reencauche del producto terminado. Contenían problemas referentes a la mala calidad del producto, ligado a dificultades que existen en el proceso, lo que ocasiona reprocesos excesivos y genera demora en la entrega del producto hacia los clientes insatisfecho. Con el fin de controlar la variabilidad del proceso y lograr una mejora continua, se obtuvieron resultados óptimos. Inicialmente, se encontraba a un nivel de 3,99, pero se logró elevar a 4,23

sigma en el proceso. Este aumento evidencia una notable reducción en los defectos, permitiendo además cumplir con los plazos acordados para la entrega del producto al cliente. La implementación de esta mejora también condujo a la eliminación de reprocesos, incurriendo en menos costos y con la calidad requerida. En consecuencia, la puesta en marcha del plan metodológico ha generado un impacto positivo en la productividad y rentabilidad del proceso[21].

En la empresa reencauchadora Beto S.R.L, realizó un estudio donde, el diagnóstico inicial se determinó las principales causas existentes por defectos en el reencauche lo que provocan el rechazo del producto. Como los malos procedimientos, mano de obra deficiente, ausencia de planificación de mantenimiento a la maquinaria y materia prima no adecuada son causantes de dicho problema. Por lo cual se evidenciaba que el proceso no estaba bajo control, es por esto, se estableció propuestas para su mejoramiento productivo. Implantados métodos tales como el Diagrama de Pareto, 5´S y Kaizen evidenciado mejoras enfocadas en sus productos con mayor calidad del 88.71% al 97.36%, logrando la reducción de los defectos y aumentar la eficiencia del proceso [22].

Es necesario mantener una adecuada gestión de calidad con herramientas que se centren en la mejora continua en los procesos para elevar la calidad del producto. Es por ello, que un estudio realizado en la ciudad de Perú en la empresa RUEDAMAX E.I.R.L, encargada al reencauche de neumáticos de transporte pesado, detalla que sus productos tenían un incremento en su porcentaje de no conformidad y aumento de devoluciones seguidamente, lo que generaba altos costos por el reproceso del producto devuelto. A lo cual, determinaron en la opción de aplicar una propuesta de mejora enfocadas en la calidad del proceso para buscar las causas que provocan los problemas en la línea de producción en la organización. Se implementaron las metodologías de SMED, 5´S, Six Sigma y Lean Manufacturing con el propósito de fortalecer la calidad de los productos finales, minimizar los defectos y reducir las interrupciones por inspección. El objetivo primordial es prevenir las devoluciones por parte de los clientes [23].

Por otro lado, en el estudio de comercialización de autoparte, se detalla que la empresa observó niveles de incremento de devoluciones por parte de sus clientes. Por razones

de defectos en el producto final y dificultades en el área de comercialización del servicio, dando un incremento de costos por las devoluciones, tanto como la depreciación de la utilidad del producto y margen de ganancias para la empresa. A lo cual, se implementó las herramientas PHVA y DMAIC de la metodología Six Sigma para dar solución a las devoluciones, aumento de la calidad, reducción de la variabilidad y costos, logrando resultados de mejora en los problemas. Con una reducción del 35% de piezas devueltas en el 2013 y aumentar su nivel sigma con una estimación de ahorro de \$695,384.00 pesos mexicanos en referencia a los costos de calidad [24].

En la empresa reencauchadora TRICORZO S.A, realizó un estudio donde, el diagnóstico inicial se determinó las principales causas existentes por defectos en el reencauche eran herramientas en mal estado, mala organización del trabajo, malas técnicas usadas al momento de la reparación y entre otras. Todo esto causando que la empresa tenga insatisfacción por parte de los clientes, quejas, devolución del producto debido a defectos que afectan su correcto funcionamiento. A través del análisis y el plan de mejora de calidad, se consiguió incrementar la productividad en cuanto a la materia prima y de la mano de obra, que supone una mejora del 5.8% y la reducción de los defectos en el proceso de reencauche por medio de herramientas tales como Lean Six Sigma y DMAIC [25].

En el artículo "Six Sigma como estrategia competitiva", se destaca cómo la aplicación de un conjunto de técnicas y métodos de mejora en diversas áreas que una empresa puede proporcionar múltiples beneficios como el aumento de la rentabilidad, la participación de mercado y la satisfacción del cliente. El uso de herramientas y técnicas estadísticas puede conducir a grandes mejoras en la calidad, lo que resulta en la disminución de costos, la mejora de productos y procesos. La principal ventaja de Six Sigma es su capacidad para reducir los costos asociados con la baja calidad e implementar cambios en la cultura de las organizaciones [26].

Por otra parte, el artículo referente a la "Mejora de la productividad empleando la metodología DMAIC", se detalla que al diseñar un plan de mejora de los procesos en una industria especialista en la fabricación de piezas de plásticos y cauchos se identificaron que existían desperdicios excesivos de materia prima, fallas relacionadas

con productos defectuosos. Al poner en marcha esta metodología se beneficiará productivamente en los procesos y mitigar la reducción de desperdicios, errores o fallas para aumentar la calidad en sus productos. Por medio de controles estadísticos para mejorar y controlar el impacto en la calidad, lo que genera evidencias notorias dentro de sus procesos de niveles de rentabilidad, eliminación de actividades que no agregan valor, desperdicios (mermas), reducción de la variabilidad y aumentar la satisfacción del cliente con un producto/servicio de buena calidad [27].

El artículo destaca la eficacia del control estadístico como una herramienta crucial para enfocarse en la calidad del proceso. Esta metodología ofrece una capacidad significativa para analizar el estado de los procesos, controlar la calidad y desarrollar medidas específicas de mejora con el objetivo de eliminar las causas de variación y reducir las no conformidades. Con herramientas como los diagramas, Ishikawa, Pareto y entre otros se determinaron un análisis a profundidad sobre el proceso actual del proceso térmico y forjado de equipos, presentando beneficios y grandes ventajas que brinda el control estadístico de la calidad dando como resultado las causas que afectaban al proceso de los productos no conformes y las estrategias de mejora para mejorar su estabilidad [28].

El artículo científico denominado aplicación de la metodología DMAIC en una empresa de fabricación de componentes de caucho, puntualiza que a través de la ejecución de Six Sigma con la herramienta DMIAC, se evidenció una mejora significativa en los indicadores de los procesos, tales como la eliminación tiempos no productivos, desperdicios, reducción de gastos innecesarios y mejora en la calidad de los productos. Esta mejora en los procesos lleva a una producción más eficiente y efectiva en términos de costos y calidad del producto [29].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Control de calidad

Calidad

Conjunto de características que posee un producto o servicio que cumpla con las necesidades implícitas del cliente, a lo cual está ligada en la satisfacción de lo que él

espera o supere sus expectativas del producto, que está determinada por el cliente, generados por la necesidad, precio, durabilidad, fiabilidad, propiedades, conformidad del diseño y la estética. La calidad es muy importante a la hora de elegir entre un producto/servicio entre la competencia [30].

En la Figura 1, se muestra los tres principales factores para la satisfacción de la cliente ligada a la calidad en un entorno competitivo.

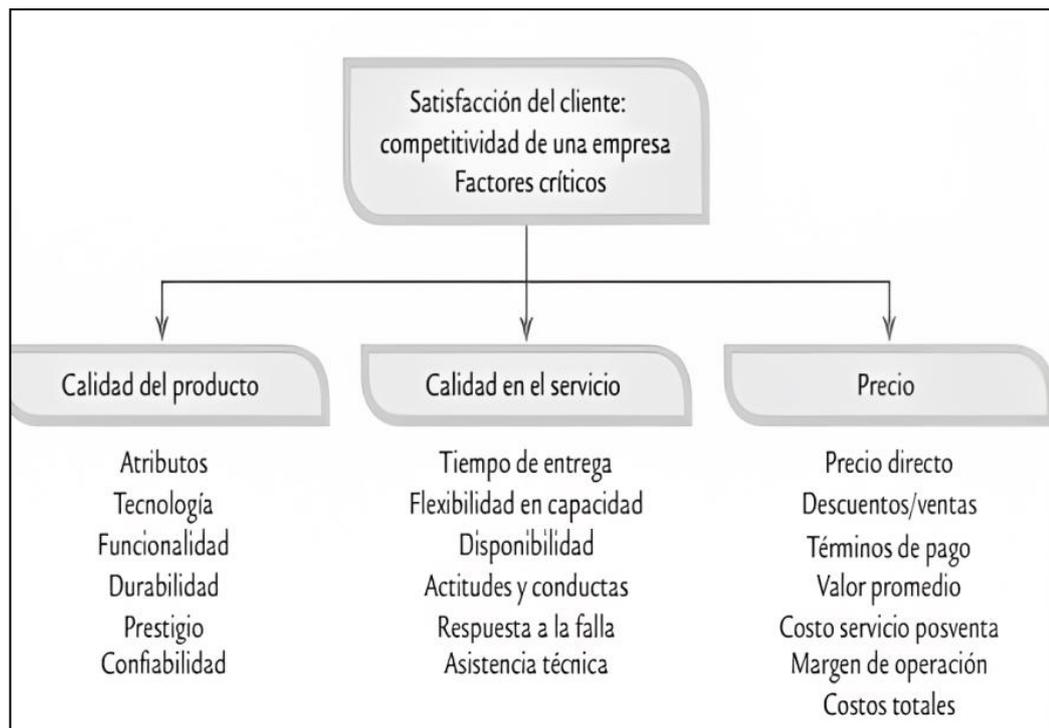


Figura 1. Factores de la competencia [30].

Control de calidad

El control de calidad se puede definir como la agrupación de actividades con el fin de verificar el cumplimiento con los requisitos de un producto o servicio durante el proceso. Es decir, que se enfoca a desempeñar que el producto final no contenga fallas durante su procesamiento, siendo necesario la ejecución de técnicas, procedimientos y requisitos en base de orientación, supervisión y así poder controlar el producto o servicio en el transcurso de sus etapas de procesamiento con el fin de obtener la calidad ansiada para la satisfacción del cliente [30].

El control de calidad no solo forma parte el departamento designado a su realización, si no que engloba a toda la organización en ser responsables en desarrollar bien sus trabajos de una manera eficiente y poder controlar la calidad con diferentes correcciones para su respectiva mejora [31].

Calidad Total (TQM)

La gestión de la calidad total (TQM), se centra en la satisfacción del cliente, es decir, que todo debe comenzar con el cliente. La calidad total va más allá de simplemente proporcionar pequeños adicionales o ser simplemente amables con los clientes. Es una actitud adoptada por toda la empresa para proporcionar un valor real en los productos o servicios que se le ofrece al consumidor [32].

El enfoque de calidad total se basa en la identificación de las necesidades del cliente en cada etapa del proceso, y esas necesidades transformarlas en especificaciones controladas para garantizar la conformidad y evitar errores [33].

La evolución de la calidad ha tenidos diferentes etapas en el transcurso de los años, centrándose primeramente en el producto, después en el cliente y por último en la gestión de todos los elementos de la organización con base en la satisfacción del cliente. Como se puede observar en la Figura 2, se describe la evolución en el tiempo con los enfoques de la calidad.

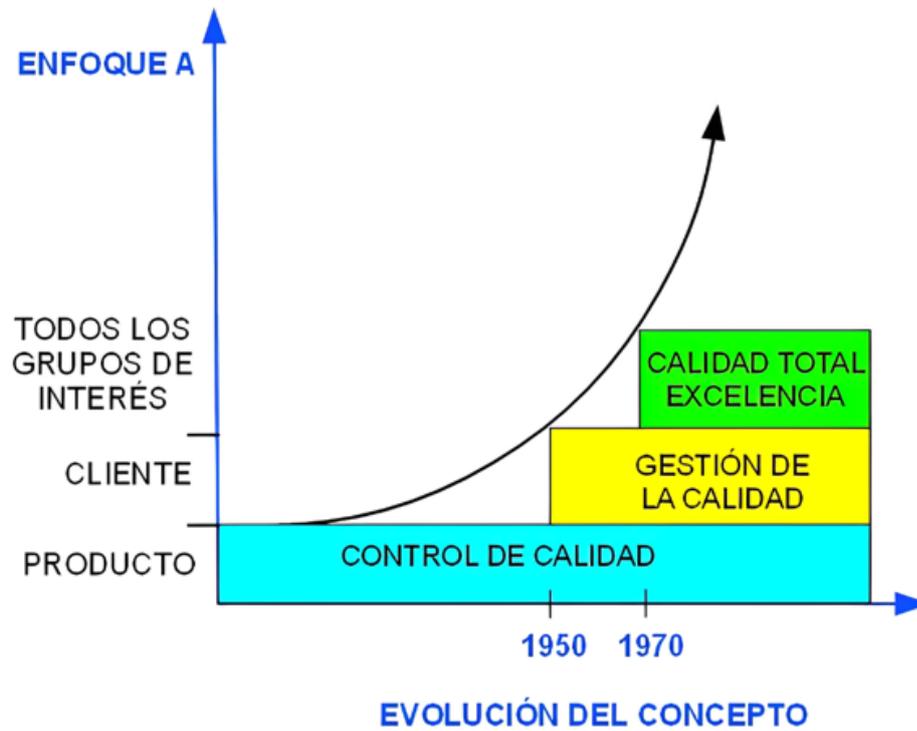


Figura 2. Evolución de la calidad [33].

Flujograma

El diagrama ilustra gráficamente las secuencias de etapas o acciones de una actividad para poder comprender de mejor manera su proceso productivo, identificando los puntos de inicio y finales del proceso, para luego clasificar cada actividad y las áreas donde se toman las decisiones para poder seguir a el proceso. Así mismo, esta herramienta gráfica permite visualizar eficazmente y clara el desarrollo del proceso [34].

En la Tabla 1, se evidencia la simbología a emplear para representar la identificación del proceso productivo.

Tabla 1. Simbología del flujograma

Representación	Descripción
	Inicio/final del proceso o actividad llevada.
	Indica cuando una operación o actividad se está llevando a cabo en el proceso.
	Cuando se necesita verificar o inspeccionar la calidad del proceso para poder seguir.
	Cuando se necesita tomar una decisión dentro del proceso para poder seguir el proceso con un Si o No.
	Para guardar un documento de las actividades del proceso.
	Representa el sentido que sigue el proceso para las distintas actividades.
	Empleado para la inspección o firma de alguna acción que va a ser necesario una supervisión.
	Cuando se necesita la aplicación de un documento en el proceso.

Productividad

Se entiende como la capacidad que tiene la empresa de generar bienes o servicios en un determinado periodo, es decir, que se encarga de medir, calcular lo producido y los recursos empleados para esa asignación [35].

Aseguramiento de la calidad

Se encarga de dar apoyo a las diferentes áreas existentes en la organización para el compromiso y responsabilizarse del control de la calidad, con la evaluación continua del manejo del sistema de calidad en cada una de las áreas se hallarse problemas referentes a la calidad para poder respaldar, corregir y reducir el inconveniente, con la colaboración de cada área o departamentos responsables con el propósito de mejorar la calidad [35].

En la Figura 3, se resalta la necesidad de mejorar la calidad demanda por parte el cliente. Es decir que cumpla con ciertos requisitos que le permitan desempeñar su función adecuadamente.



Figura 3. Aseguramiento de la calidad en la organización [35].

Variabilidad

Se refiere al cambio de especificación de un producto o un proceso, es decir, al momento de la producción existirá una diversidad de diferentes resultados entre ellos, lo que genera que no sean iguales entre sí. Lo que provocara la existencia productos no conformes que este fuera de las especificaciones para su comercialización y no satisfacción del cliente. Por lo tanto, el control como la minimización de la variación dentro del proceso es clave para aceptación por parte de los clientes encargados por el control estadísticos y el Six Sigma [36].

La variabilidad surge de diferentes fuentes de las M's de la calidad como son los materiales, mano de obra, ambiente, maquinaria, mediciones y los métodos que aportan cada uno de estas algo de variabilidad en el transcurso del proceso productivo. Es decir, si existe un cambio en dichas 6 M's afectarían en el desempeño del proceso y en la salida de las características de la calidad como se esquematiza en la siguiente Figura 4 [30].

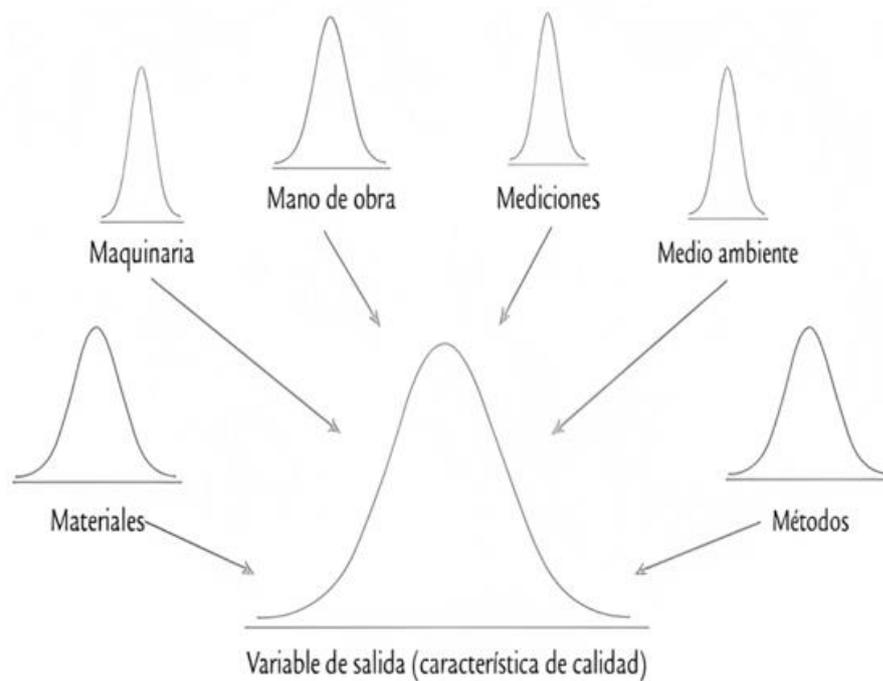


Figura 4. Variabilidad dentro de un proceso [30].

La variabilidad de un proceso se puede clasificar en dos tipos, siendo naturales como imputables esto es que la primera siempre son causas de esperar mientras que la natural son causas específicas. Además, es necesario en mejorar el proceso enfocados en asegurar la calidad y la productividad apoyados en técnicas que faciliten el análisis, toma de decisiones de cómo actuar ante ellas y reducir la variación [30].

Especificación

Conjunto de características que determinan las cualidades de un producto o servicio con todos los detalles para su fabricación o producción [37].

Estratificación

En términos comprensibles es la clasificación de datos recopilados separándolos en categorías acorde a factores que pueden influir en la misma, es decir, que se enfoca en analizar los problemas recopilados como fallas, quejas, errores, entre otros datos, para después agruparlos y clasificarlos de acuerdo con los factores que influyen a donde llevar a cabo el esfuerzo de mejora y determinar las principales causas [30].

Es una estrategia poderosa para la búsqueda que permite la comprensión de como las diferentes componentes que integran en los causales de un problema, lo que permitirá encontrar pistas, diferencias como también prioridades y profundizar en la causa real del problema presente [35].

Hojas de verificación

Es un formato que permite registrar los datos recopilados más práctico posible, sencillo, fácil y sistemático al momento de analizarlos. Abarcando la reunión de las características visuales como los defectos, frecuencias, días de inspección, etc., lo que será más fácil en la identificación de las características de los problemas que se buscan. La hoja de verificación tiene el propósito de identificar donde actuar y ejecutar todos los esfuerzos para fortalecer el desempeño del proceso en las empresas con el análisis y medición [30].

En la Figura 5, se detalla el registro de la recolección de datos de un proceso, reuniendo las características visuales como los defectos y frecuencias, para su análisis respectivo.

HOJA DE VERIFICACIÓN		
Producto: _____		Fecha: _____
		Inspector: _____
DEFECTUOSA POR	FRECUENCIA	SUBTOTAL
Movida	//// // // // // //	24
Mordida	//// /	6
Ángulo	//// // // // // //	17
Otros	////	4
	Total	51

Figura 5. Hoja de verificación de defectuosos [30].

Six Sigma

La metodología Six Sigma se enfoca en la mejora continua de los procesos, con el fin de reducir la variabilidad y aumentar su grado sigma a nivel más alto posible, siendo

una herramienta eficaz encaminada a la voz del cliente en sus necesidades, la mejora de calidad, reducción de costos, eliminación de reproceso, defectos y centrarse en la satisfacción del cliente [38].

Esta metodología tiene como objetivo lograr prácticamente cero defectos, buscando la perfección con una incidencia mínima de errores, es decir, reducir los defectos a no más de 3 a 4 por millón. Esta filosofía se basa en el empleo de análisis estadístico y analítico. Desde su adopción por parte de las empresas, se ha convertido en una herramienta eficiente centrada en la mejora continua de los procesos [39].

En la Tabla 2, se describe las cinco etapas que contiene la metodología Six Sigma por la herramienta DMAIC.

Tabla 2. Six Sigma sus fases (DMIAC) [26].

Metodología DIMAC			
N°	Etapas	Descripción	Herramientas
1	Definir	Se enfoca en establecer los objetivos, alcance y participantes involucrados. En ella se determinan las responsabilidades para cada proceso productivo, identificando cuáles tienen mayor prioridad. El propósito de esta etapa es comprender el problema a abordar y establecer las expectativas de los clientes.	Team charter, diagrama de flujos, diagrama SIPOC, observación.
2	Medir	El objetivo de esta etapa es establecer métodos para obtener información sobre la situación actual de los procesos de manera estadística, destacar las oportunidades y proporcionar un sistema para supervisar las mejoras futuras.	Diagrama de flujo, benchmarking, recolección de Voc, cartas de control, hojas de verificación.
3	Analizar	Esta etapa implica el uso de herramientas estadísticas para examinar basado en datos recolectados, con el objetivo de establecer relaciones causa-efecto. El propósito es identificar las posibles fuentes de variación y centrarse en los problemas importantes, lo que permitirá llevar a cabo un análisis más efectivo.	Histogramas, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión, lluvia de ideas.
4	Mejorar	La etapa implica identificar y evaluar soluciones potenciales para el problema identificado previamente, mediante la realización de pruebas piloto y la selección de la mejor opción. Al finalizar, se tendrán soluciones concretas para el problema, planes de implementación y estrategias para asegurar su éxito.	Lluvia de ideas, matriz de prioridades, software de simulaciones, método de pruebas y errores.
5	Controlar	Se crean los registros para monitorear y garantizar la implementación de las soluciones propuestas.	Cálculo de nivel sigma, cartas de control, plan de control, métricas sigmas.

Lluvia de ideas

La técnica se basa en el trabajo en equipo, donde cada miembro contribuye con su pensamiento creativo para generar una discusión y encontrar una solución consensuada a un problema o situación específica sin causar daño al personal o a la organización en general [35].

Los cinco ¿Por qué?

Se trata de un enfoque sencillo pero efectivo que tiene como objetivo analizar a fondo la causa raíz de un problema determinado. Esta técnica consiste en hacer preguntas sucesivas sobre el porqué del problema estudiado y responderlas de manera minuciosa. En ocasiones, este proceso puede requerir menos o más preguntas de las que sugiere la denominación de la técnica. En definitiva, el enfoque busca profundizar en la comprensión del problema para identificar las causas fundamentales que lo originan, permitiendo así tomar medidas correctivas más efectivas [35].

a. Herramientas de la calidad

Herramientas de la calidad

Existen herramienta adecuadas enfocadas en la mejora continua para la calidad para la solución e identificación de los problemas, las cuales son:

Diagrama de Ishikawa

Conocido como diagrama causa-efecto o espina de pescado, es una representación gráfica de una línea rectilínea con símbolos que permite observar y relacionar sus posibles causas con los factores que los generan, relacionado con la afectación de la calidad del producto, es decir, determinar las causas tanto principales como secundarias. Clasificando las características principales de las causas que lo generan entorno a las 6 M'S de la calidad, para fijar correcciones al problema para solucionarlo [30].

En la Figura 6, se puede visualizar el diagrama para dar solución al problema de una lavadora, describiendo sus causas como también sus efectos.

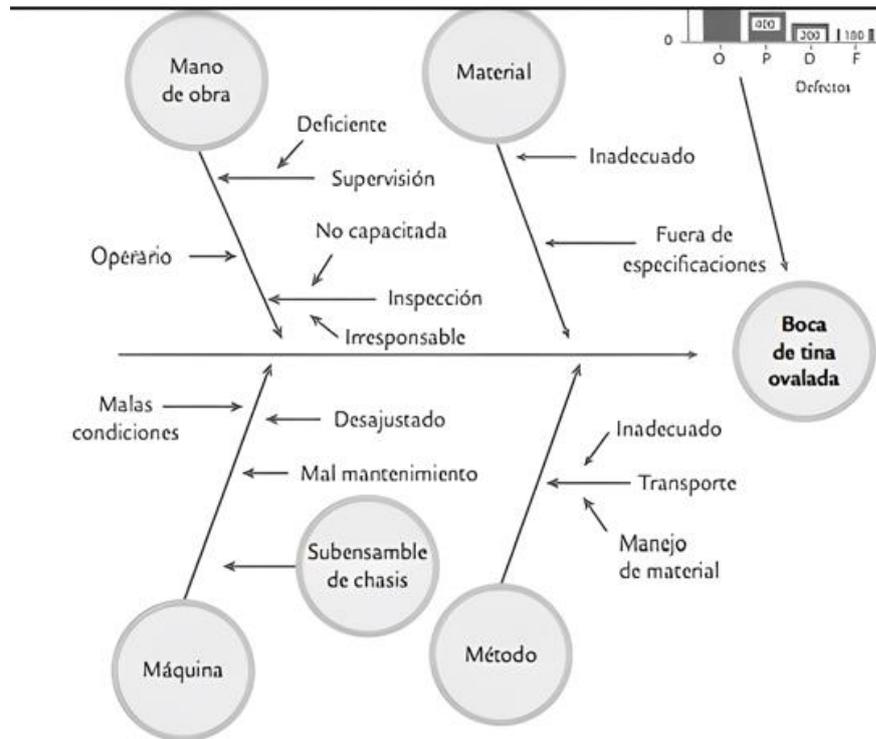


Figura 6. Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto) [30].

Diagrama de Pareto

Es una herramienta de análisis de representación gráfica de datos que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades, conocido por el método 80/20, es decir, el 80% de los problemas se pueden solucionar (pocos vitales), si se elimina el 20% restante de las causas que los originan.

Este tipo de gráfico permite o facilita evidenciar los pocos vitales de los problemas, esto es, que existen diversos problemas que no tiene mucha importancia al contrario de los más graves para la organización, colocando en la gráfica los pocos vitales (problemas graves) a la izquierda y a la derecha los de poca importancia [30].

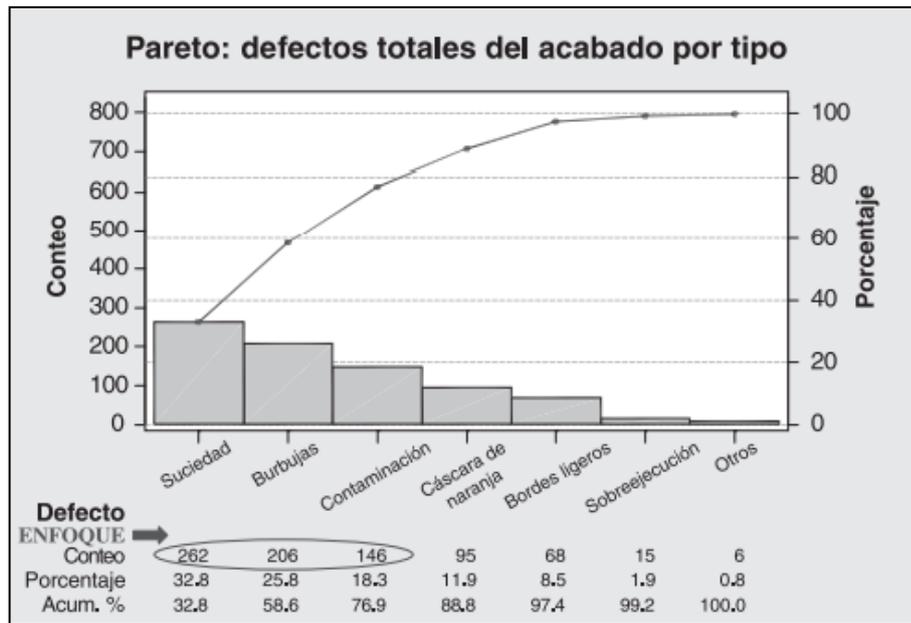


Figura 7. Defectos en el acaba por Pareto [21].

Hojas de control

Se le conoce con distintos nombres, como hoja de entrada de datos, registro o hoja de evidencia, su propósito radica en recopilar y clasificar información mediante la anotación y registro de los datos, denominados frecuencias. Entre las ventajas de emplear este formato de hoja de control, se destacan la simplicidad y eficiencia del proceso aplicable a todas las áreas de la organización, así como su capacidad para reflejar de manera rápida las tendencias y patrones subyacentes presentes en el histograma de datos [30].

En la Figura 8, se evidencia el formato para la recolección de datos, en los que se pueden establecer el total de defectos y el tipo de defectos, de no conformidad del producto.

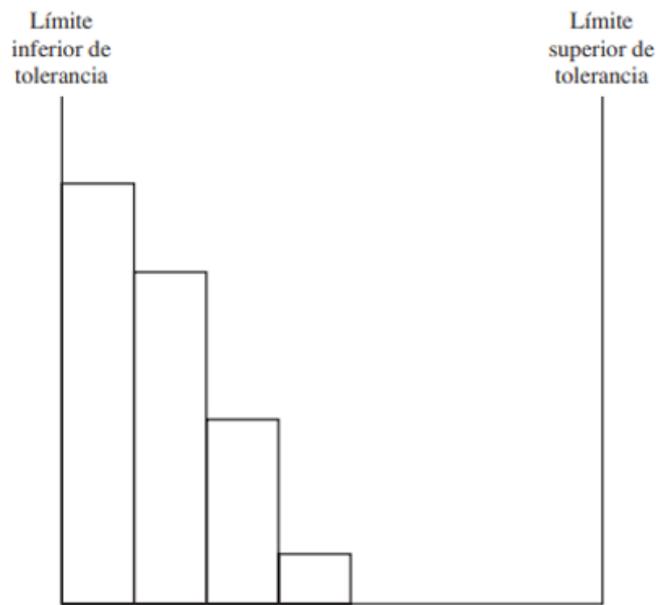


Figura 9. Histograma de localización con sus límites [20].

Cartas de control

La carta de control es una herramienta utilizada para monitorear y analizar el comportamiento de un proceso a lo largo del tiempo. Su objetivo es identificar las variaciones comunes y especiales del proceso, lo que permite conocer su funcionamiento y tomar decisiones para mejorarlo. En general, se utilizan para analizar las variables de salida relacionadas con la calidad, pero también pueden aplicarse a las variables de entrada o de control del proceso en sí [40].

En la Figura 10, ilustra a detalla una carta de control, donde se puede observar el comportamiento del estadístico en el tiempo, los datos recolectados se representan mediante puntos en la carta, posteriormente se unen mediante una línea recta. Estas están divididas en tres límites de control o segmentos la primera es la línea superior e inferior establecen el rango de variación y por último la línea central indica el promedio estadístico.

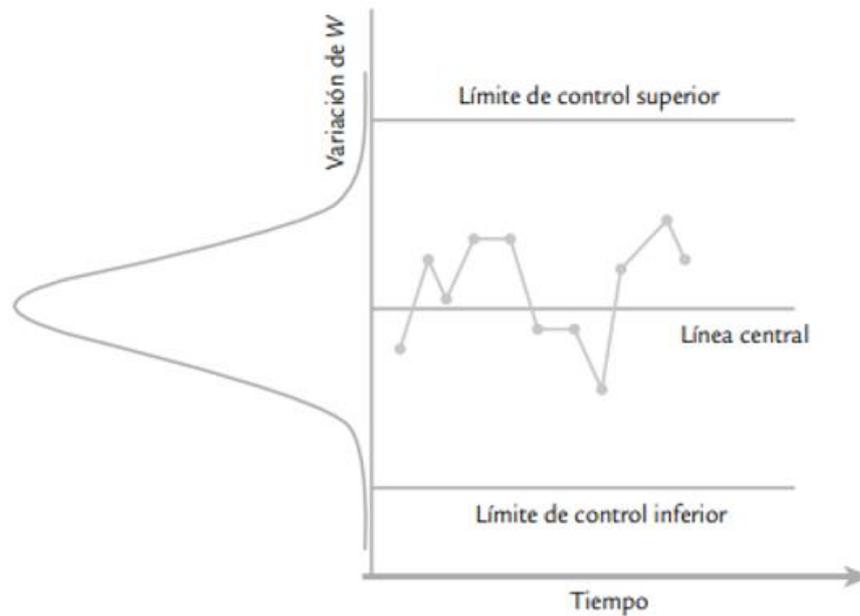


Figura 10. Gráfica de control y elementos [30].

Se podría decir que el proceso está bajo control estadístico, cuando la mayoría de los valores se encuentren dentro de estos límites. Es decir, si los puntos están dentro de los límites y no presentan patrones inusuales en la carta, esto indica que el proceso está funcionando de manera estable y no ha sufrido ningún cambio fuera de lo común. Por lo tanto, la carta de control es utilizada para detectar cambios en los procesos [30].

Límites de control

Los límites de una carta de control son esenciales, pero deben ser entendidos de manera diferente a las especificaciones o tolerancias del proceso. En lugar de ser fijados en base a estas, los límites se calculan a partir de la variación del estadístico observado en la carta. El objetivo es cubrir un cierto porcentaje de la variación natural del proceso analizado, por lo tanto, es importante tener en cuenta que estos límites son un reflejo de la variabilidad natural del proceso y no una especificación o tolerancia del mismo [30].

Los límites de control están dados por la ecuación 1:

$$LC = \mu_w \quad (1)$$

Donde:

LC: Límite central

μ_w : Media de los datos

De la ecuación 1, se desprende dos ecuaciones:

La ecuación 2, son los límites de control superior que consisten en sumar 3 veces desviación estándar. Mientras que la ecuación 3, el límite de control inferior es lo contrario, menos 3 veces la desviación estándar.

$$LCS = \mu_w + 3\sigma_w \quad (2)$$

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w \quad (3)$$

Donde:

w: Los datos estadísticos a graficar en la carta.

μ_w : Media de los datos.

3σ : La desviación estándar.

Tipos de cartas de control

- Carta de control para variables

Estas cartas de control se utilizan para medir características de calidad continuas, como el peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, etc. Se emplean principalmente para medir medias, rangos, desviación estándar y medidas individuales [30].

- Carta de control para atributos

Estas cartas miden las características que se usan de calidad discretas sin la utilizar una herramienta de medición, es decir, conformidad o no, tal como el número de defectos o el número de unidades aceptadas (pasa o no pasa) [30].

Carta p: La proporción de elementos defectuosos analiza mediante el cálculo de la relación entre las unidades rechazadas y las unidades inspeccionadas por subgrupo. Utilizando la ecuación (4) detallada [41]:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} \quad (4)$$

Donde:

n_i : El número de unidades inspeccionadas en el subgrupo.

d_i : La cantidad de piezas defectuosas por cada subgrupo.

p_i : Es la fracción de los defectuosos del proceso.

Para establecer los límites de control de la carta p, se considera una distribución binomial, que implica ensayos de Bernoulli con el fin de llegar a tener la probabilidad de un éxito o fracaso. Estos límites son calculados por la ecuación 2 y 3, en cuestión se puede interpretar mediante la ecuación 5:

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (5)$$

$$LCS = \bar{p}$$

$$LCS = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Donde:

p: Proporción de defectuosos que existen en cada grupo

n: Tamaño de las unidades inspeccionadas.

Estos límites son fundamentales para monitorear y evaluar la variabilidad del proceso,

permitiendo detectar desviaciones significativas que puedan indicar la presencia de problemas o ineficiencias en la producción [41].

- **Carta np:** El número de unidades defectuosas se monitorea mediante el conteo de las unidades rechazadas en cada muestra inspeccionada por subgrupo. Utilizando la ecuación detallada:

$$u_{ai} = n\bar{p}; \sigma = \sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (6)$$

Donde:

n: Tamaño de la población a inspeccionar o subgrupo.

p: La proporción de los artículos defectuosos de cada grupo.

Para establecer los límites de control de la carta np, se consideran que siguen una distribución binomial, al igual que la carta tipo p. Estos límites en cuestión se pueden interpretar mediante la ecuación 7:

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})} \quad (7)$$

$$LC = n\bar{p}$$

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

- **Carta c:** El número de defectos se analiza por subgrupo o unidad, ya sea un artículo o un lote, mediante la medición de longitud, tiempo, área o volumen.
- **Carta u:** Por último, el número promedio de defectos por unidad inspeccionada se monitorea para cada artículo o unidad [30].

Interpretación de las cartas de control

Para comprender la estabilidad de un proceso por medio de las cartas de control no se define exclusivamente por la presencia de los puntos analizados en la zona de los límites establecidos o previamente calculados. Entre las cuales, existen una serie de tendencias que juegan un papel crucial para determinar si el proceso en cuestión es

estable. Siendo necesario examinar y evaluar con base en las zonas establecidas en la carta del control, las cuales se definen mediante el cálculo de los límites naturales correspondientes a 1, 2 y 3 sigma. En la Tabla 3, se presenta los patrones o tendencia que puede existir en una carta de control para posteriormente interpretar sus posibles causas de variación.

Tabla 3. Patrones y tendencias en las cartas de control y sus causas [30].

Patrones para las cartas de control con sus causas	
Descripción	Gráfica
Patrón 1: Desplazamiento o cambios en el nivel del proceso	
<p>Este fenómeno se presenta cuando uno o varios puntos se encuentran fuera de los límites de control, o cuando se observan puntos consecutivos que se desplazan en una sola dirección respecto a la línea central.</p> <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de nuevos operarios. • Incorporación de nueva maquinaria. • Incorporación de nuevo materiales o métodos. • Modificación en los procedimientos de inspección. • Variaciones en el nivel de atención que los trabajadores prestan al proceso. 	
Patrón 2: Tendencias Enel nivel del proceso	
<p>Este tipo de comportamiento ocurre cuando los valores de los puntos tienden a aumentar o disminuir de manera consistente.</p> <p>Causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deterioro de equipos. • Desgaste progresivo de herramientas empleadas en el proceso. • Sobre calentamiento de las máquinas. • Alteración de las condiciones ambientales dentro de la organización. 	

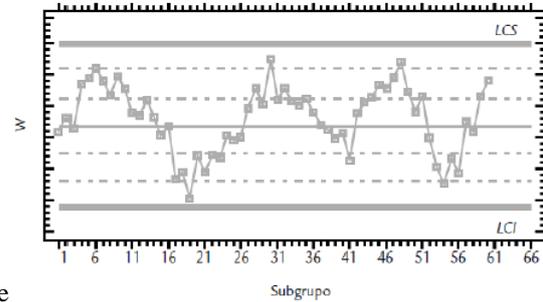
Patrón 3: Ciclos recurrentes

Este patrón se manifiesta cuando se observa una secuencia de puntos que tienden a aumentar consecutivamente, seguida de otra secuencia en la que los puntos decrecen progresivamente.

Causas:

- Diferentes herramientas utilizadas

En otras palabras, el cambio en la tendencia del flujo de puntos está relacionado con el empleo de diferentes herramientas en las etapas específicas en el proceso.

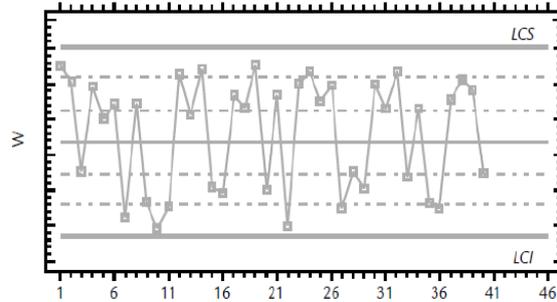


Patrón 4: Mucha variabilidad

Este patrón se presenta cuando se observa una alta concentración de puntos cercanos a los límites de control y casi ninguno en la línea central.

Causas:

- Ajustes innecesarios en el proceso.
- Disparidades en la calidad del material.
- Variación en los métodos de control aplicados en una misma gráfica de control.

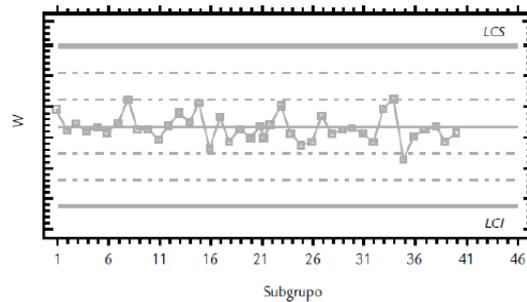


Patrón 5: Falta de variabilidad

Este fenómeno se presenta cuando todos los puntos se agrupan cerca de la línea central, lo que indica una baja variabilidad en el proceso.

Causas:

- Cálculos incorrectos centrados en los límites de control de la carta.
- Agrupación incorrecta de otros datos o grupos no pertenecientes.
- Elección inadecuada de la carta de control o del estadístico empleado para el análisis del estudio.
- Manipulación inapropiada o alteraciones en la muestra.



b. Métricas Six Sigma

Capacidad del proceso

Se trata de una métrica que evalúa la relación entre el ancho de las especificaciones de la variable analizada y la variación real presente en el proceso, todo ello expresado mediante el cociente entre la variación tolerada y la amplitud de la variación real [30].

Esta métrica se obtiene a través de la ecuación 8.

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}} \quad (8)$$

Índice de capacidad potencial del proceso

Son indicadores que nos permiten evaluar si el proceso cumple con las especificaciones establecidas de manera satisfactoria. Estos índices nos dan una idea de la habilidad o capacidad del proceso para producir productos dentro de los límites aceptables de variación natural [30]. De esta forma, podemos determinar si el proceso satisface los requisitos necesarios, se determina por medio de la ecuación 9.

$$C_p = \frac{\text{Nivel sigma del proceso}}{3} \quad (9)$$

Rendimiento Yield

El rendimiento anticipado del proceso, conocido como "yield", representa el porcentaje de elementos que cumplen con las especificaciones del cliente. Este valor porcentual está estrechamente relacionado con la metodología Six Sigma, ya que refleja la eficacia y el nivel de calidad alcanzado en el proceso. Se calcula por medio de la ecuación 10.

$$\text{Rendimiento} = \frac{(1'000000 - PPM)}{1'000000} * 100 \quad (10)$$

Cuando se presente un resultado entre dos valores conocidos, se lleva a cabo la interpolación lo permite una determinación más precisa de los valores intermedios en cuestión, empleando la ecuación (11).

$$Y = Y_1 + \left(\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \right) * (Y_2 - Y_1) \quad (11)$$

Parte por millón (PPM)

Esta medida señala la cantidad de piezas no conformes en el proceso y se emplea para monitorear los productos defectuosos o rechazados. Es importante mantener los PPM (Partes Por Millón) bajos, ya que esto indica una mayor eficiencia en el proceso de producción y garantiza la obtención de productos de alta calidad [30].

$$PPM = \frac{\text{Número de unidades defectuosas}}{\text{Número de unidades inspeccionadas}} * 1000000 \quad (12)$$

Nivel six sigma

Para determinar el nivel de calidad sigma de algún proceso, este se calcula por medio de la obtención del valor PPM (partes por millón) [30]. Se calcula por la ecuación 12.

$$\text{Nivel sigma} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(PPM)} \quad (13)$$

Índice Z

El índice Z, ampliamente utilizado en Six Sigma, es una métrica crucial para evaluar la capacidad de los procesos. Su cálculo implica medir la distancia entre la media y las especificaciones superior e inferior, y posteriormente dividir esta distancia entre la desviación estándar [30].

Es importante destacar que al agregar 1.5 al índice Z de largo plazo, se puede obtener el valor de sigma del proceso, lo que proporciona una valiosa referencia sobre el rendimiento del mismo, se observa en la Figura 11, para determinar el valor del PPM.

Índice Cp	CALIDAD DE CORTO PLAZO (Cuando el proceso es centrado)			CALIDAD DE LARGO PLAZO (Con desplazamiento de 1.5 σ)		
	Calidad en Sigmas Zc	% de la curva dentro de las especific.	PPM fuera de las especific.	Calidad en Sigmas ZL	% de la curva dentro de las especific.	PPM fuera de las especific.
0.33	1	68.27	317 300	-0.5	30.23	697 700
0.67	2	95.45	45 500	0.5	69.13	308 700
1	3	99.73	27 000	1.5	93.32	66 807
1.33	4	999.937	63	2.5	99.379	6 210
1.67	5	99.999.943	0.57	3.5	999.767	233
2	6	999.999.998	0.002	4.5	9.999.966	3.4

Figura 11. Calidad sigma de corto plazo y largo plazo [30].

- *Proceso de reencauche de llantas*

Neumático

Componente de forma toroidal fabricado con compuestos de cauchos, acero y fibras, empleados sobre las ruedas de un vehículo para proporcionar tracción y soporte de carga [42].

Sus principales partes son:

Banda de rodamiento: Parte del neumático que hace contacto con el suelo. Proporciona tracción y resistencia al desgaste.

Carcasa: Estructura interna compuesta por lonas textiles superpuestas que le dan resistencia y capacidad de carga.

Innerliner: Propósito de almacenar aire en su interior.

Talones: Bordes internos del neumático que permiten sostenerlo sobre la rueda.

Flancos: Paredes laterales que soportan la forma general del neumático.

Cintura de acero: Refuerzos de alambres que dan estabilidad lateral y evitan deformaciones excesivas [42].

En la Figura 12, se muestra las partes que conforman el neumático.



Figura 12. Partes de un neumático [42].

Neumático convencional

Son aquellos que contienen en su estructura interna lonas textiles que se apilan una sobre otra en ángulos perpendiculares [43]. Como se presenta en la Figura 13.



Figura 13. Construcción neumático convencional [42].

Neumático radial

Son aquellos que contienen una estructura de alambres de acero que está en 90° uno sobre otro con respecto a la banda de rodamiento [43]. En la Figura 14, se muestra la construcción de un neumático radial.



Figura 14. Construcción neumático radial [42].

Nomenclatura

Cada neumático contiene en su cara lateral designaciones como letras y números que representan datos relevantes para el proceso del reencauche como ancho, estructura, diámetro de la llanta, entre otras características [43]. La nomenclatura de estos códigos se detalla en la Figura 15.



Figura 15. Significado de la nomenclatura del neumático [43].

Reencauche

El reencauche es un proceso de renovación de neumáticos usados para extender su vida útil. Se trata de un procedimiento económico y ecológico que permite reutilizar la carcasa de un neumático desgastado al reemplazar la banda de rodadura y otros componentes desgastados, como los flancos y los hombros, con nuevos materiales. El objetivo principal del reencauche es reducir el desperdicio de neumáticos usados y

ahorrar recursos, ya que la carcasa del neumático es la parte más costosa y duradera [15]. En la Figura 16, se visualiza el cambio de la banda de rodamiento a la carcasa de esta actividad.

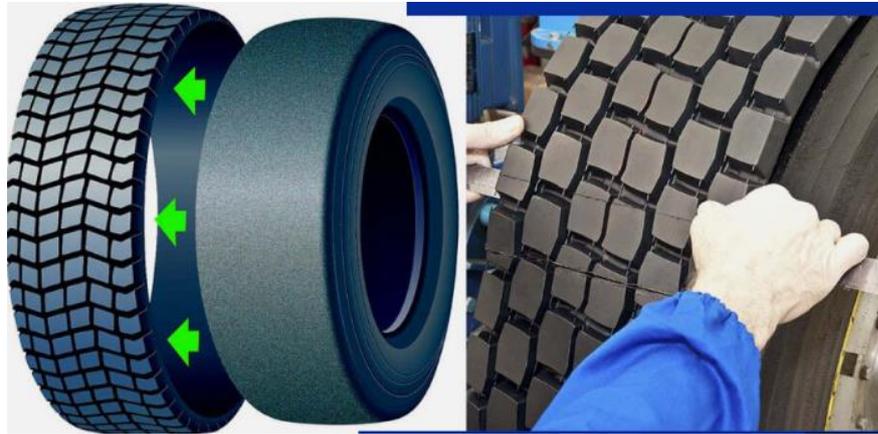


Figura 16. Proceso del reencauche [42].

El proceso de reencauche generalmente implica los siguientes pasos descrito en la norma técnica ecuatoriana INEN 2582:2011:

Inspección

Antes de comenzar el proceso de reencauche, el neumático usado se somete a una inspección minuciosa para evaluar y determinar si es apto para este proceso. Los neumáticos con daños estructurales o desgaste excesivo pueden no ser elegibles para el reencauche [43].

Desmontaje o raspado

Si el neumático es adecuado para el reencauche, se desmonta la banda de rodadura (banda antigua) y se retiran los componentes desgastados, como los flancos y los hombros. Llegando a la textura RMA 3 o RMA 4 [43], como se detalla en la Figura 17.

RMA 1-2

RMA 3-4

RMA 5-6

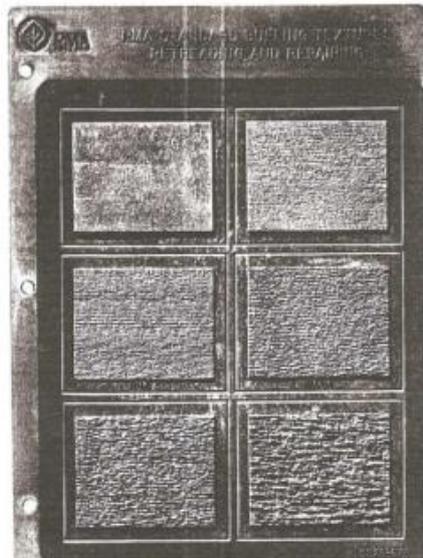


Figura 17. Texturas del raspado para el neumático [43].

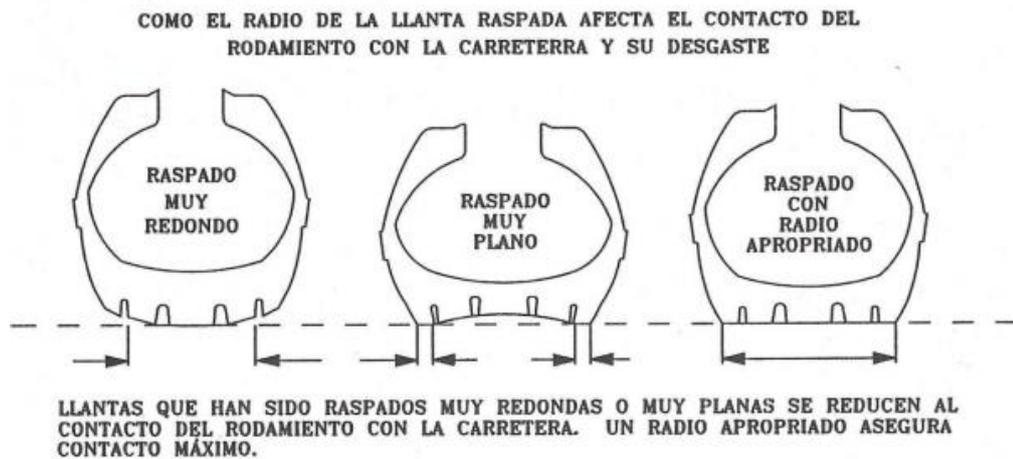


Figura 18. Radios de raspado del neumático [43].

Preparación

Se prepara la superficie de la carcasa para la adherencia de la nueva banda de rodadura. Esto generalmente implica el lijado, pulido, eliminación de oxidación y la aplicación de adhesivos especiales (cementado) en las heridas trabajadas, sin sobrepasar los límites de definidos [43].

Reparación

Se realiza cualquier reparación necesaria en la carcasa del neumático, como la corrección de daños o imperfecciones en la estructura, examinando todos los daños cuidadosamente con la implementación de parches con la ayuda de la tabla de proveedores y así recuperar las características originales de un neumático [43].

Cementado

Consiste en la aplicación de un solvente adherente denominado cemento en toda la superficie de la carcasa de forma uniforme y continua para maximizar la adherencia, estimando un tiempo de secado para seguir a la siguiente actividad.

Relleno

Colocación de hule de cojín con el objetivo de rellenar los surcos realizados en la etapa de escariado, para obtener una superficie lisa y homogénea previo al vulcanizado.

Aplicación de la nueva banda

Se aplica una nueva capa de caucho compuesto en la carcasa del neumático. Esta nueva banda de rodadura es moldeada y curada para que se adhiera de manera segura y se asemeje a una banda de rodadura original, detallada en la Figura 19 [43].



Figura 19. Colocación de la banda de rodamiento a la carcasa [42].

Vulcanización

El neumático reencauchado se coloca en un molde y se ingresa a una máquina con el fin de calentar la banda de rodadura se adhiera permanentemente a la carcasa. La vulcanización es un proceso de calor y presión que permite que los materiales se fusionen y se conviertan en una unidad resistente, como se observa en la Figura 20 [43].

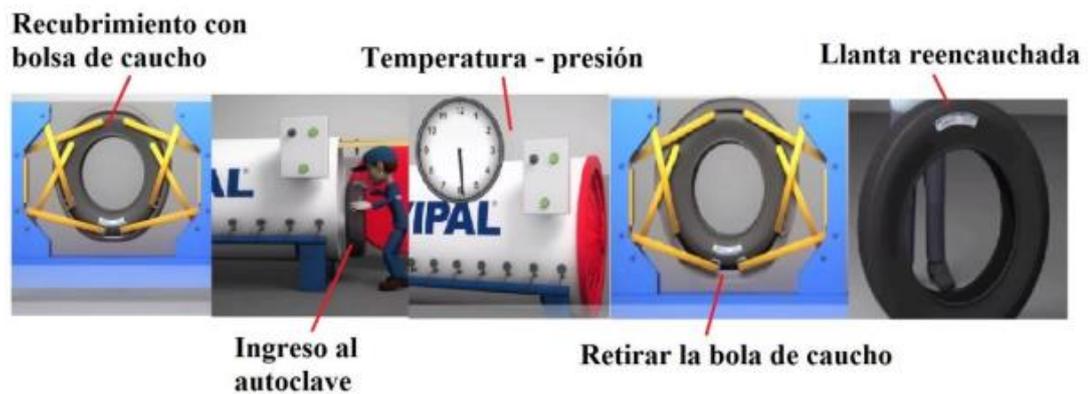


Figura 20. Proceso de vulcanizado al frío [42].

Inspección final

Una vez que el neumático ha sido reencauchado y vulcanizado, se somete a una inspección final para asegurarse de que esté en condiciones seguras y adecuadas para su uso [43].

El proceso de reencauche es una práctica común en la industria del transporte, especialmente para camiones y vehículos comerciales, ya que permite ahorrar costos significativos en comparación con la compra de neumáticos nuevos. Sin embargo, es importante que el proceso se realice de manera adecuada y que se sigan estrictos estándares de calidad para garantizar la seguridad en la carretera.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar un análisis de calidad, en la línea de producción de reencauche de llantas CAUCHOSIERRA S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la situación inicial en la línea de producción de la empresa CAUCHOSIERRA S.A.
- Medir el nivel de calidad en la línea de producción de reencauche de llantas.
- Proponer un plan de mejora para la reducción de la devolución del producto de la empresa “Caucho Sierra S.A”.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En la Tabla 4, se detallan los materiales empleados respectivamente para el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 4. Materiales para el procesamiento y análisis de datos

Procesamiento y análisis de datos		
Materiales	Descripción	Gráfico
Microsoft Excel	Es software informático que permitió documentar los datos investigativos para el estudio.	
Microsoft Word	Es software informático que permitió digitalizar sistemas de ecuaciones, cálculos, agrupación de datos, graficas, para la elaboración los histogramas y analizarlos.	
Minitab	Este software nos ayudó una vez recolectados los datos graficar en las diferentes funciones que contiene el software como Pareto, histogramas, cartas de control y así analizar los datos para determinar un plan adecuado para la mejora.	
Microsoft Visio	Este software o programa utilizado para la creación de diagramas de flujos y diagrama de Ishikawa.	
Cámara	Dispositivo para la documentación en forma de fotografías del proceso de producción, defectos hallados y pruebas significativas para la investigación.	
Portátil	Dispositivo Informático que permitió almacenar, registrar y procesar información recolectada de forma rápida, útil para el estudio.	
Hojas de verificación	Clasificación de defectos, reprocesos analizados en el proceso productivo del producto/servicio.	

2.2 Métodos

El presente estudio de investigación tuvo enfoque mixto, la metodología cuantitativa es utilizada en la investigación con el propósito de la identificación de las causas y explicar el problema en relación con el aumento de la garantía, es decir, las devoluciones en la producción de reencauche en la empresa. Esto se logra mediante la recolección de datos que permiten evaluar la calidad de la producción a través del uso de herramientas y el análisis de calidad para poder evaluar en qué estado se encuentra la línea de la producción de la empresa.

Por medio del enfoque cualitativo se obtuvo la recolección de la información, cuyo objetivo es encontrar una solución al problema en cuestión. Para ello, se utilizan métodos como entrevistas, observaciones y se proponen diversas técnicas para reducir defectos, controlar procesos, mejorar la calidad del producto final y satisfacer las expectativas de los clientes. Todo esto se hace con el propósito de lograr una mejora continua y aumentar la competitividad de la empresa en el mercado.

De esta manera para ejecutar el presente trabajo de investigación se tomarán en cuenta las siguientes modalidades de investigación

2.2.1 Modalidad de la investigación

De esta manera, para que el presente trabajo de investigación se aplicó en cuenta las siguientes modalidades de investigación:

Investigación de campo

Se empleó esta técnica de investigación, ya que el estudio se llevó a cabo en la empresa CHAUCHO SIERRA S.A, donde se producen los diferentes acontecimientos, con el objetivo de interactuar con el proceso productivo para la recopilación de información precisa y relevante para el proyecto de investigación. Se realizó visitas programadas a la empresa, durante las cuales se recolectan datos cuantitativos y cualitativos sobre el proceso productivo, para determinar las causas y resolver el problema.

Descriptiva

El objetivo es exponer el proyecto de investigación, mostrando la situación real de la empresa. Para ello, se realizó un análisis para identificar posibles falencias que puedan estar afectando la línea de producción de la empresa, y se buscarán las causas de este problema para diseñar un plan de mejora.

Investigación bibliográfica

Para que la investigación tenga una base científica sólida, se recopiló información de diversas fuentes, como libros, sitios web confiables, artículos de revistas y tesis. Para fundamentar el análisis de los resultados y la discusión, lo que permitió establecer los antecedentes del estudio con el fin de examinar los resultados de otros investigadores, además de considerar posibles soluciones a la problemática en cuestión.

Metodología Prisma

En la revisión sistemática, se definieron las preguntas de investigación (PI), para la respectiva búsqueda y selección en las bases de datos, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, y se analizaron los resultados obtenidos. En este caso, se establecieron tres preguntas de investigación. En la Tabla 5, se presentan estas preguntas.

Tabla 5. Establecimiento de búsqueda investigativa

Número	Pregunta de investigación (PI)	Motivación
PI1	¿Cuáles son los beneficios de realizar un análisis de calidad en la industria?	Determinar los beneficios en el ámbito de la calidad
PI2	¿Qué herramientas se pueden utilizar para medir la calidad?	Establecer las diferentes herramientas para el desarrollo del análisis de calidad.
PI3	¿Cuáles son las propuestas de mejora planteadas en base a los análisis de calidad?	Identificar e analizar las dificultades en los procesos y plan mejoras para la solución de los problemas

Búsqueda de documentos

En el segundo paso, se definieron los criterios de búsqueda mediante palabras claves, con el fin de optimizar la eficacia del buscador y excluir aquellos resultados que no son relevantes. En este proceso, se establecieron tres criterios clave de evaluación que se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Términos de búsqueda

Términos de búsqueda	Puntos de Vista
"calidad" y "beneficios" y "industria"	VP1
"herramientas" y "calidad" y "procesos"	VP2
"plan de mejora" y "industrias" y "calidad"	VP3

La recolección de datos donde se extrajeron la información en los diferentes sitios web, se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Sitios web utilizados por la metodología Prisma

Recolección de datos				
Sitio Web	Scielo	Scopus	Redalyc	Dialnet
Gráfica				

Selección de artículos o criterios de exclusión

Después de definir los criterios de búsqueda, es importante considerar los criterios de inclusión y exclusión de los artículos seleccionados, lo cual se refleja en la tabla correspondiente.

Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Estudios publicados o relacionados al área de conocimiento del estudio	Documentos que no están dentro del área de investigación.
C2	Artículos en idioma tanto en inglés como en español	Artículos en francés, italiano, etc.
C3	Los artículos con fecha de publicación de 2017 al 2023	Documentos publicados en años inferiores al 2017
C4	Estudios relacionados a análisis de calidad en las industrias	Documentos que no están relacionados con el análisis, control, herramientas de calidad o six sigma

Se utilizaron los criterios de inclusión ya mencionados en la Tabla 8, con el fin de examinar la información encontrada exhaustivamente: se consideraron específicamente solo los artículos investigativos publicados en los diferentes sitios web. Luego, se evaluó la coherencia de los títulos tanto como el resumen para encontrar similitud al tema investigativo, con el propósito de identificar cuáles son relevantes.

Finalmente, se llevó a cabo una revisión completa de los artículos seleccionados, prestando atención a aspectos como palabras claves, técnicas, instrumentos o herramientas de calidad y sus resultados principales recopilados en el anexo A.

Una vez completados los pasos necesarios, se procede a crear un diagrama de flujo en el que se aplican los criterios de exclusión establecidas para la identificación de los documentos y artículos utilizados con información relevante. Esta metodología se muestra en la Figura 21.

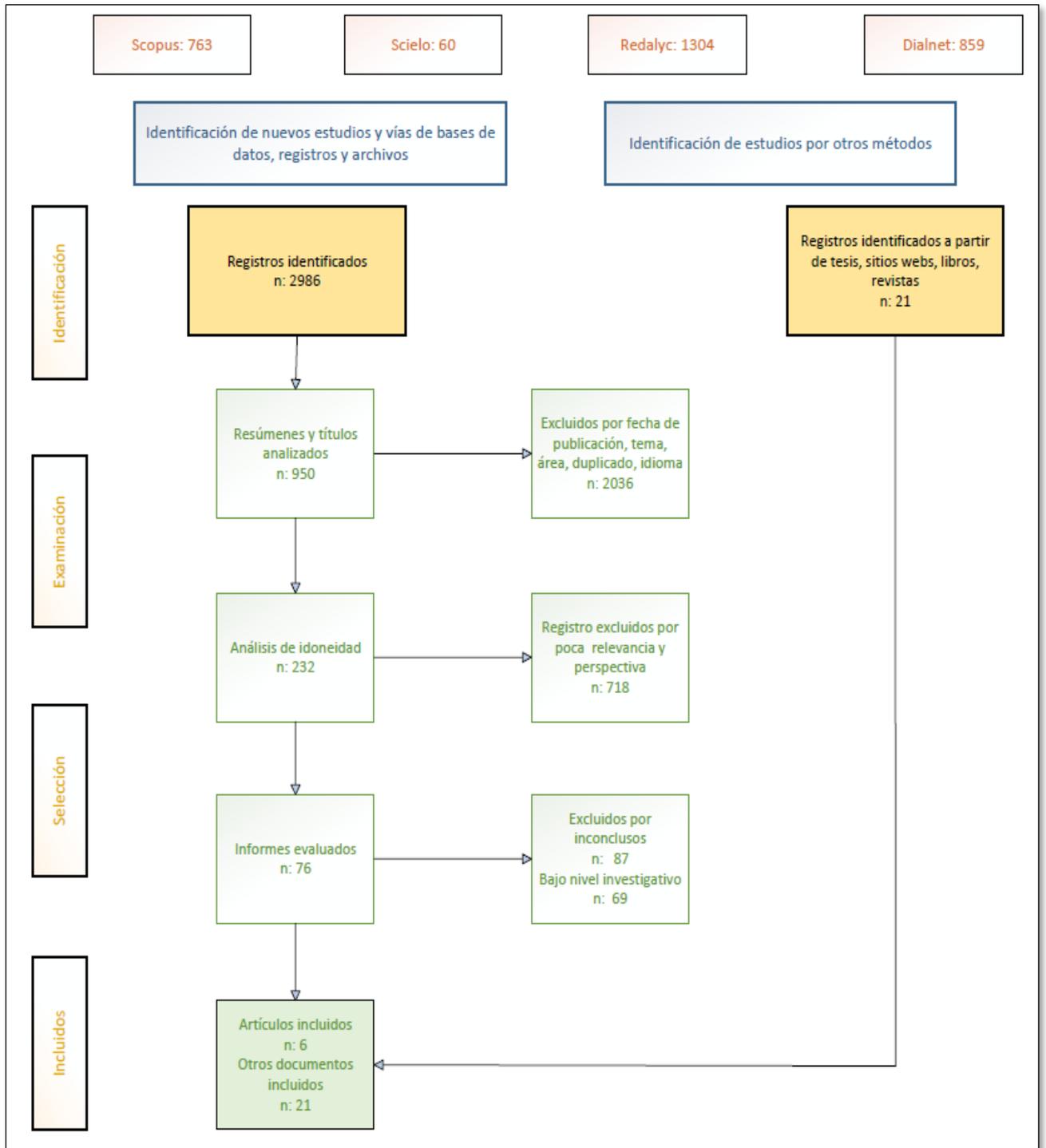


Figura 21. Diagrama de flujo metodología Prisma

2.2.2 Población y muestra

El presente proyecto de investigación se llevará a cabo dentro de la empresa de reencauche CHAUCHO SIERRA S.A, específicamente en la línea de producción.

La muestra se determinará, por medio de un lote de producción de un mes, en la cual permitirá ver con cual muestra trabajar y así recopilar los datos necesarios para el estudio investigativo para determinar los defectos en el transcurso de la muestra para la inspección.

La muestra fue seleccionada mediante el uso de la ecuación 13:

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{E^2(N - 1) + Z^2 PQ} \quad (13)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Es la población total.

P: Es la probabilidad de éxito con un valor de 0.50

Q: Es la probabilidad de fracaso con un valor de 0.50

E: Error estadístico

Z: Es el nivel de confianza del 95%

Una vez comprendido las variables, se procede a sustituir los valores respectivos.

$$n = \frac{(1.96)^2 * 931 * 0.50 * 0.50}{(0.05)^2(931 - 1) + (1.96)^2 * 0.50 * 0.50} \quad (13)$$

$$n = 273 \text{ unidades} \quad (13)$$

Con el fin de seleccionar el tamaño de la muestra de 173 unidades, se empleará el muestro sistemático. Determinado mediante la ecuación 14:

$$k = \frac{N}{n} \quad (14)$$

En donde:

N: Número de elementos de la población.

n: Tamaño de la muestra.

k: Muestreo sistemático.

Para llevar a cabo las inspecciones al mes, que constan de 275 muestras, se sigue un proceso que implica la enumeración de todos los elementos de la población. Posteriormente, se selecciona aleatoriamente una de ellas y, a partir de esta selección, se eligen las demás unidades en función del valor k.

$$k = \frac{N}{n} \quad (14)$$
$$k = \frac{931}{273}$$
$$k = 3,45$$
$$k = 4$$

Se detalla, que la recopilación de la información de las muestras a inspeccionar en el proceso será a partir del valor calculado de k=4. Utilizando la muestra mencionada, en jornadas normales de trabajo serán registradas en hojas de recolección de los datos obtenidos, desde la primera muestra inspeccionada. Se emplea el marco muestral previamente calculado de k=4 para la próxima recolección de muestra.

2.2.3 Recolección de información

En la empresa CAUCHO SIERRA S.A, se llevará a cabo la recopilación de información durante las horas regulares de trabajo, con el objetivo de minimizar las interrupciones y obtener la mayor cantidad de pruebas posible para respaldar el desarrollo del proyecto.

Para la recolección de información del presente proyecto de investigación, se aplicará diversas técnicas, métodos y herramientas detallados en la Tabla 9. Con el fin de lograr los objetivos del estudio propuesto.

Tabla 9. Técnica de recolección de datos

Técnica	Descripción
Observación	Se utilizará esta técnica para realizar inspecciones directas en la línea de producción de la empresa y recopilar información sobre el problema.
Entrevista	Con esta herramienta se obtendrá la información de cómo está el estado actual en la línea de producción, referente a la calidad del producto con información de los trabajadores, jefes y entre otros de la empresa.

De manera similar, se emplean las herramientas mencionadas en la Tabla 10, para llevar a cabo el procesamiento de la información recopilada.

Tabla 10. Herramientas de recolección de datos

Herramientas	Descripción
Hojas de registro	Esta herramienta permitirá la obtención de datos informativos sobre la frecuencia de defectos, tipo de fallas, cuales fallas son cubiertas para la garantía, cada que tipo se presenta, es decir toda aquella información necesaria para el desarrollo.
Diagrama de Pareto	Con esta herramienta se pretende la obtención de información de cómo está el estado actual en la línea de producción, referente a la calidad del producto con información de los trabajadores, jefes y entre otros de la empresa
Histogramas	El propósito de esta fase es comprender la situación actual de los procesos que necesitan mejorar,
Lluvia de ideas	Utilizado para clasificar conceptos en torno al tema "Incidentes de calidad que se manifiestan en esta área", para lo cual se convoca a todos los empleados, jefes de producción y se les pide que elaboren un inventario de sus principales ideas.
5W - 1 H	La herramienta se empleará para responder a seis interrogantes fundamentales: Qué, Por qué, Cuándo, Dónde, Quién y Cómo. Lo proporciona un análisis de los distintos problemas de calidad que se experimentan en el proceso de producción.
Hojas de verificación	El propósito de esta fase es comprender la situación actual de los procesos que necesitan mejorar, categorización de los fallos, reclamos o imperfecciones identificados en el producto o proceso evaluado.
Diagrama SIPOC	Empleado para proporcionar detalles sobre el proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes.
Diagrama de Ishikawa	Se examinan las raíces que ocasionan la variabilidad en los problemas mediante el uso de diagramas de Ishikawa, tomando en cuenta las 6 M's y analizando en qué factor se originan los problemas poco críticos.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Una vez, recolectada la información necesaria para el procesamiento de datos se usarán los siguientes softwares para una mejor eficiencia, se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11. Procesamiento de datos.

Procesamiento de datos		
Softwares	Descripción	Gráfico
Microsoft Excel	Para es estratificar la información recopilada durante el estudio investigativo, registrando datos, así como elaborar hojas de registros para clasificar la información.	
Microsoft Word	Presentación de la información recolectada y procesamiento de la investigación, con la creación de la documentación y diagramas.	
Minitab	Para crear diagramas de Pareto, métricas sigmas, cartas de control.	
Microsoft Visio	Para crear diagramas SIPOC, flujograma del proceso, organigrama funcional.	

El proceso de análisis de datos se llevará a cabo, de la siguiente manera:

Se realizará una revisión crítica de la información recopilada, estratificación, tabulación de la información, se interpretarán los resultados mediante el uso de herramientas de calidad para presentar los resultados. Los datos se procesan con programas informáticos como los descritos anteriormente, y otros programas según sea necesario.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Historia de la empresa

REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, también conocido como CAUCHO SIERRA S.A, es una empresa ambateña que inició sus operaciones el 12 de mayo de 2005. Está centrada en forma parte de un plan de inversión en la producción de neumáticos en la región central del país. Su enfoque principal es la fabricación y venta de neumáticos reencauchados para camionetas y vehículos de carga pesada.

La empresa cuenta con tecnología avanzada para el reencauche de neumáticos en diferentes vehículos, tiene un Sistema de Gestión de Calidad que cumple con la normativa ISO 9001. Su objetivo es mejorar la satisfacción del cliente como también contribuir al progreso del país a través de la mejora continua, la producción y otros procesos internos de la empresa. Las instalaciones de la empresa CAUSHO SIERRA, se puede observar en la Figura 22.



Figura 22. Empresa Cauchosierra S, A.

3.1.1 Descripción general de la organización

En la Tabla 12, se detalla una breve descripción de la empresa Reencauchadora de la Sierra S.A, con los datos informativos más relevantes.

Tabla 12. Datos informativos de la empresa

DATOS INFORMATIVOS	
Nombre Comercial	CauchoSierra S, A
Razón Social	Reencauchadora de la Sierra
Representante Legal	Vivero Miño Fernando Luis
RUC	1891716369-001
Actividad Comercial	Ofrecemos productos al por mayor que abarcan una amplia variedad de partes, componentes, suministros, herramientas y accesorios para vehículos, como neumáticos (llantas) y cámaras de aire para neumáticos. Además, proporcionamos bujías, baterías, equipo de iluminación y piezas eléctricas para vehículos automotores.
Emblema	
Dirección	Ubicada en el Parque Industrial entre las calles 5to y F.
Provincia	Tungurahua
Cantón	Ambato, sector Izamba
Página web	https://cauchosierra.com/
Principios organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con las expectativas del cliente. • Mejorar y empoderar al equipo de trabajo. • Garantizar la calidad del producto • Promover y cultivar una cultura organizacional positiva.

Ubicación de la empresa

Ubicada en el Parque Industrial, en la ruta E-35 que conecta Salcedo y Ambato, CAUCHOSIERRA S.A, se encuentra estratégicamente situada entre la calle 5 y la Av. F. En la Figura 13, se puede visualizar la ubicación exacta de la empresa.



Figura 23. Ubicación de empresa Caucho Sierra S, A.

Misión

Nuestra meta es fabricar neumáticos reencauchados y ofrecer servicios adicionales con altos niveles de calidad, eficiencia y puntualidad, a fin de satisfacer plenamente a nuestros clientes y obtener beneficios rentables para nuestros accionistas. Todo esto se logra gracias a nuestro equipo de profesionales altamente capacitados, comprometidos y competentes.

Visión

Ser una compañía sobresaliente y consolidada que sea reconocida por sus clientes como la opción principal en la fabricación de neumáticos reencauchados, venta de neumáticos y otros servicios relacionados con el transporte, que tenga una presencia significativa en el mercado y una amplia cobertura en todo el país.

Objetivos estratégicos

Establecer un esquema comercial definido que permita la colaboración y trabajo conjunto, con el fin de fortalecer las ventajas competitivas y aprovechar las oportunidades del mercado.

Gestionar el inventario de manera eficiente mediante el uso de métodos y sistemas logísticos que respalden el crecimiento en el mercado.

Satisfacer las necesidades de los distintos segmentos de clientes a través de una infraestructura y servicio adecuados, respaldados por la aplicación de estrategias de inteligencia de mercado.

Política de calidad

REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A, es un equipo de profesionales comprometidos con la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, brindando un servicio de reencauche y renovación de neumáticos que cumple con las regulaciones nacionales, generando así beneficios económicos y bienestar para todas las partes involucradas.

Somos conscientes de los riesgos inherentes de nuestra actividad, por ello nos comprometemos a cumplir con las normas legales y reglamentarias vigentes en el país, mejorar continuamente nuestros sistemas de gestión de seguridad, salud en el trabajo, calidad, responsabilidad social y ambiente.

Nos responsabilizamos de la calidad de nuestros productos, la prevención y el control de los impactos ambientales, así como de prevenir riesgos laborales que puedan generar accidentes o enfermedades ocupacionales en nuestro personal. Buscamos impulsar el desarrollo productivo de nuestro equipo en un ambiente laboral seguro y adecuado, asignando los recursos económicos, humanos y tecnológicos necesarios.

Organigrama Funcional

En la Figura 24, se presenta la estructura funcional de la empresa de CAUCHO SIERRA S.A.

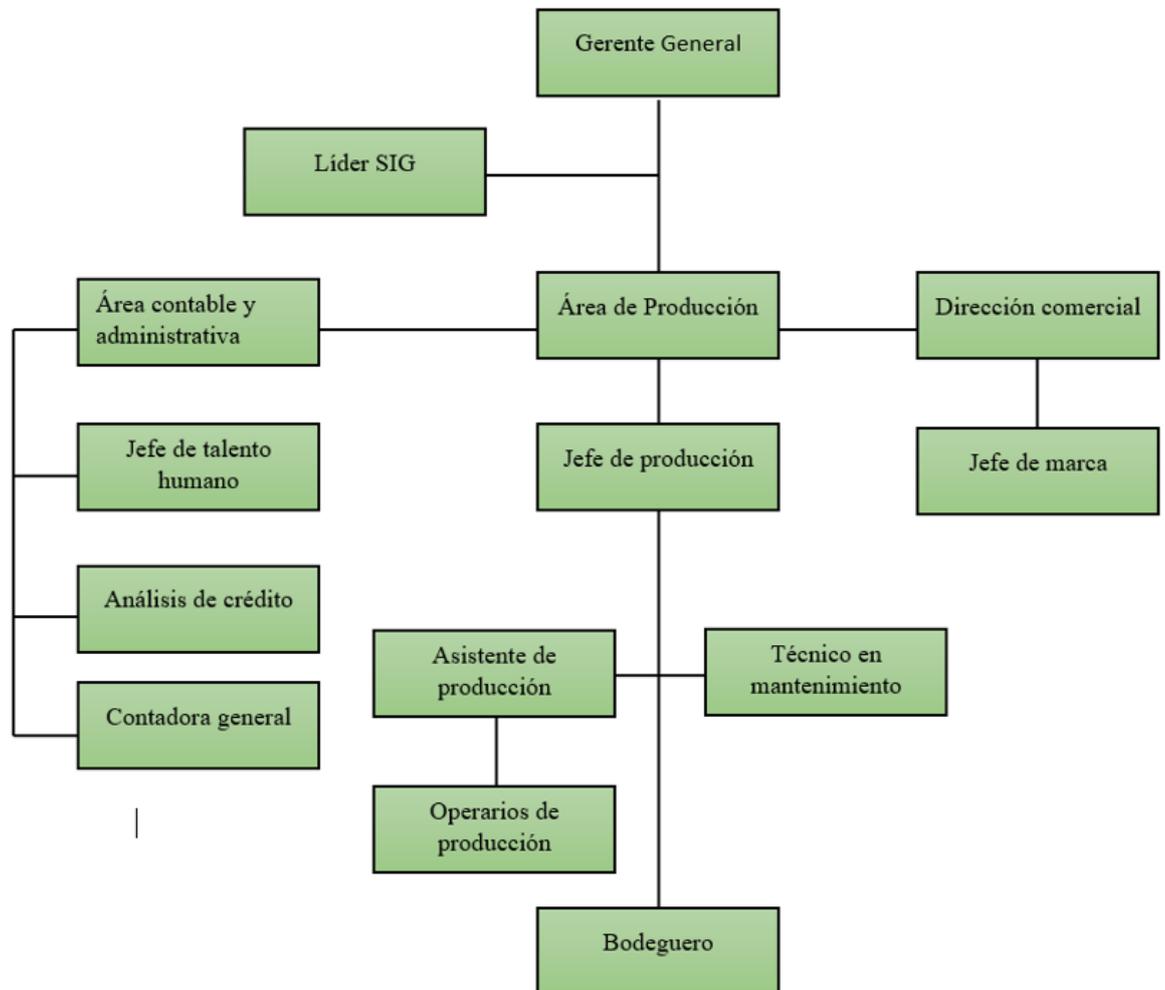


Figura 24. Organigrama estructural de la empresa.

Productos ofertados

Reencauchadora de la Sierra, cuenta con varios diseños de productos ofertados en el cambio de banda de los neumáticos al momento de realizar el proceso de reencauchado, además, la producción es realizada en base a la demanda existente. En la Tabla 13, se describe los productos y servicios brindados por la empresa.

Tabla 13. Productos/Servicios ofertados por la empresa.

Labrado		Uso	Banda	Labrado		Uso	Banda
Torque Medium/ Torque	TM/TQ	Autopista		Light Truck	LT	Mixto	
Spread Axle	SA	Regional		Multi Positional	MPO		
All Position Regional	APR	Regional		Waste Hauler Rib	WHR		
DEEP Regional Drive	DRD	Regional		Rib For ON/OFF	ROO		

Labrado		Uso	Banda	Labrado		Uso	Banda
Pick Up & Delivery Truck	PDL	Urbano		Traction	TR	Mixto	
Urban	UR			Waste Hauler Lug	WHL		
High Power Lug	HPL	Severa		Aggressive Drive Traction	ADT		

Análisis

La empresa Caucho Sierra S. A, cuenta con una amplia gama de productos ofertados con distintos labrados y usos de recorrido en la carretera para el transporte pesado como mediano. Entre las cuales, el más solicitado por parte de los clientes en el MPO, WHL, WHR, ROO Y TM/TQ.

Diagrama ABC

Para la identificación del servicio más representativo de la empresa, se llevará a cabo un análisis ABC, con el fin de centrarse a estudiar, con la información suministrada en el lapso correspondiente al año 2021 respecto al historial de ventas del servicio prestado por CAUCHO SIERRA S.A.

En la Tabla 14, se evidencia los datos esenciales para selección de la mayor demanda del servicio ofertado por la empresa a los mercados nacionales tanto como internacionales. Se realizó los cálculos respetivos en porcentaje con respecto al valor de ventas para el consumo respectivo.

Tabla 14. Historial de ventas de la empresa.

Historial de Ingresos			
Servicio/ Producto	Código	Valor de venta	% de Consumo
Reencauchado de neumáticos.	S/P00-1	459741,13	45%
Venta de partes, herramientas, accesorios, suministros al por menor para vehículos.	S/P00-2	256394,25	25%
Servicio de apoyo en la fabricación de cámaras de caucho y cubiertas.	S/P00-3	202224,85	20%
Venta artículos, componentes diversos al por mayor.	S/P00-4	74345,46	7%
Venta de componentes y artículos de caucho.	S/P00-5	32371,89	3%
Total		1025077,58	100%

Con los datos obtenidos sobre las ventas de los servicios y productos, se realizará los cálculos respectivos de los porcentajes de participación de consumo y la participación acumulada. En la Tabla 15, se detalla los resultados pertinentes.

Tabla 15. Participación de ventas de los productos

Productos	Valor de venta	% Participación	% Participación acumulada
S/P00-1	459741,13	45%	45%
S/P00-2	256394,25	25%	70%
S/P00-3	202224,85	20%	90%
S/P00-4	74345,46	7%	97%
S/P00-5	32371,89	3%	100%
Total	1025077,58	100%	

Para centrarse en determinar el servicio/producto de mayor demanda, se procede a elaborar la gráfica ABC con la respectiva restricción presentada en la Tabla 16.

Tabla 16. Rangos para determinar la categoría.

Categoría	Rango	
A	0%	80%
B	81%	95%
C	96%	100%

A continuación, en la Tabla 17 se visualiza los resultados respectivos obtenidos.

Tabla 17. Tabulación ABC

Productos	% Participación acumulada	N	Zona
S/P00-1	45%	2	A
S/P00-2	70%		A
S/P00-3	90%	1	B
S/P00-4	97%	2	C
S/P00-5	100%		C

En la Figura 25, se observa el análisis ABC para denotar el producto de mayor demanda de la empresa.

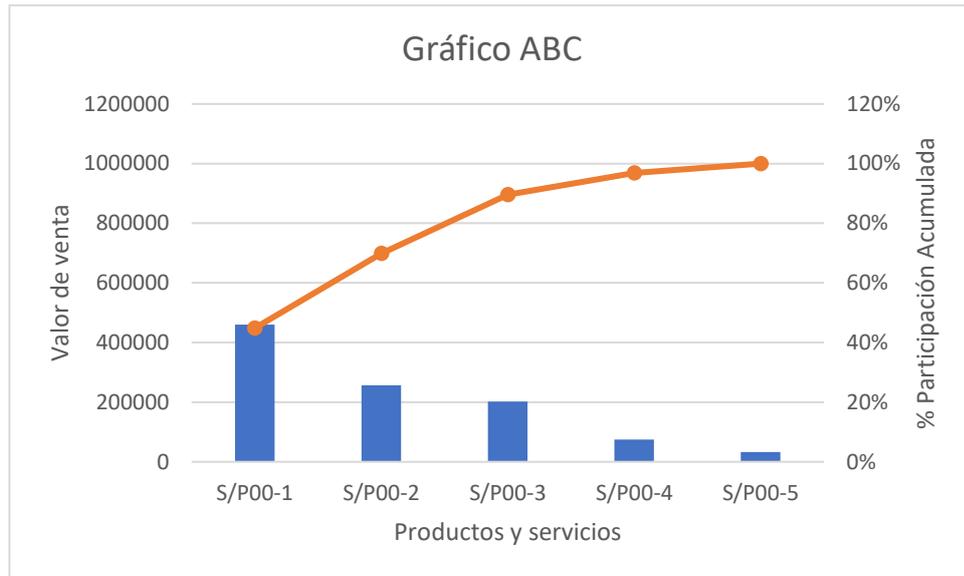


Figura 25. Grafica ABC del reencauche

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos del análisis ABC, el cual permite categorizar los productos, de esta manera se tiene que los de tipo A son los más importantes en ventas, sin embargo, existe dos productos estrella con un 45% del reencauche y 25% de la venta de herramientas, accesorios para vehículos. Se centro en el proceso del reencauche debido que el estudio se realiza en la planta principal, mientras que la venta de los accesorios y herramientas se encuentra fuera de la región de Ambato y de la planta principal. Mientras que la categorización B son aquellos de importancia secundaria y los productos C de baja importancia, se detalladas en la Tabla 17.

Diagrama SIPOC

Para una comprensión más adecuada sobre el proceso de reencauche, se representará por medio del diagrama SIPOC donde se visualiza los proveedores, entradas, los procesos, salidas y los clientes. En la Figura 26, se detalla todos los implicados que interviene en el proceso productivo.



Figura 26. Diagrama SIPOC del proceso de Reencauche.

Análisis

Tal y como se ilustra en la Figura 26, el proceso de reencauche cuenta con tres proveedores de materiales, los cuales no se detallan por principios de confidencialidad por parte de la empresa. Además, se cuenta con un sistema interno de adquisición de llantas blancas (carcasas compradas y reencauchadas por la empresa misma para su venta respectiva), después de pasar por los procesos productivos determinados para el reencauche, los neumáticos con la nueva banda colocada están lista para ser almacenados para su distribución a los clientes. Es importante destacar que la empresa no tiene un sistema de pronósticos para ajustar su producción a la demanda del reencauche de las carcasas.

Diagrama de flujo del proceso productivo del reencauchado

En este apartado se detalla específicamente las actividades de forma general, del proceso llevado a cabo para el reencauche. A continuación, en la Figura 27, se visualiza el diagrama de flujo del proceso productivo manejando la norma ANSI.

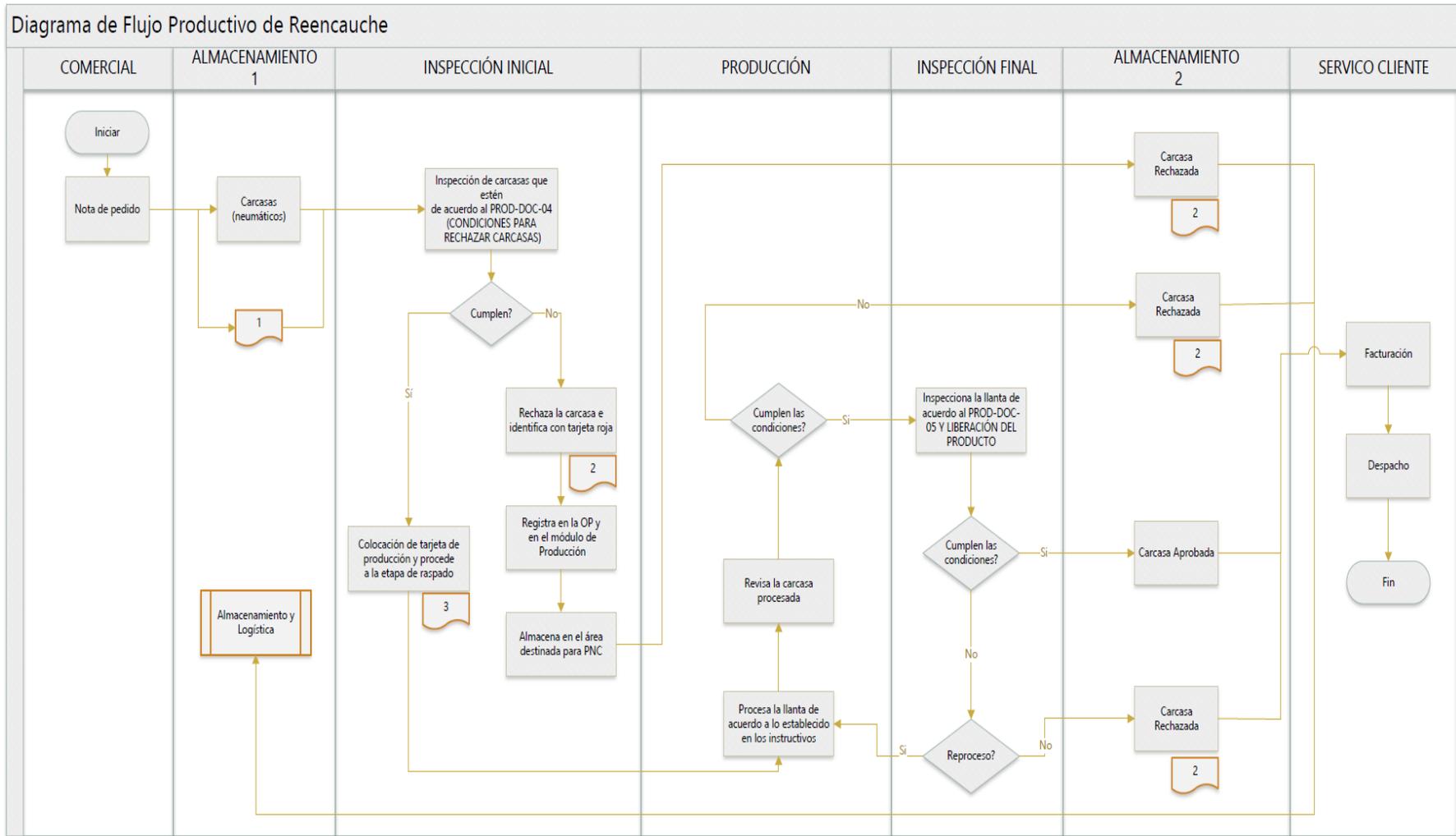


Figura 27. Diagrama de flujo del proceso del reencauche

Análisis

El proceso productivo para la realización del reencauche para cualquier tipo de neumático se realiza en 12 actividades, una vez obtenido el producto final se analiza para determinar si se cumple o no con las condiciones adecuadas para su liberación. Por lo tanto, si no se cumple con las condiciones del reencauchado del neumático esta será restringidas al área de PNC (Producto no conforme), se determina si es accesible la eliminación del defecto o falla presente en el neumático para la posibilidad de un reproceso, si es factible se extraerá nuevamente la banda colocada para poder realizar las reparaciones adecuadas que provocó el defecto en el producto y seguir el proceso productivo.

3.2 Descripción de las actividades del Proceso Productivo del Reencauche

Para obtener una descripción más detallada de cómo se realiza el proceso productivo a continuación, se explica las tareas involucradas en el reencauche por parte de CAUCHO SIERRA S.A:

Recepción de la materia prima

Durante esta fase, se procede a la recepción y almacenamiento de las llantas a ser procesadas al sistema productivo, con el propósito de llevarlas posteriormente a la siguiente etapa. Como se detalla en la Figura 28.



Figura 28. Recepción de los neumáticos

Limpieza

La primera etapa del proceso, se lleva a cabo la limpieza del neumático con el fin de reducir al mínimo la presencia de elementos extraños tales como polvo, oxido y cualquier otro contaminante que consigan interferir en las etapas siguientes y llevando un control tanto de la orden de producción. En la Figura 29, se detalla esta actividad.



Figura 29. Limpieza del neumático.

Inspección inicial

Esta actividad es crucial ya que implica la exhaustiva revisión del estado de los neumáticos a procesar, en la que se detectan posibles daños como roturas, agrietamientos y otros tipos de deterioro. Durante este proceso el operador determinara si son viables para el proceso de reencauchado, si el neumático no cumple con los criterios requeridos, se traslada a la zona de no aptos para su uso, con el fin de garantizar la confiabilidad de los neumáticos. En la Figura 30, se presenta la actividad llevada a cabo por el operario.



Figura 30. Inspección inicial del neumático.

En esta etapa, se emplea diferentes simbologías para la descripción de los daños existentes en las carcassas, como se especifica en la Tabla 18. Con el fin de identificar y reparar los daños encontrados en la etapa de reparado.

Tabla 18. Simbología de daños

Símbolo	Significado
#	Hoyo por clavo
⊥	Sección de daño
O	Reparación superficial
+	Refuerzo
RC	Reparación de ceja
RL	Reparación de liner

A continuación, en la Figura 31, se visualiza una carcasa inspeccionada y con la identificación del daño que contiene con la simbología restrictiva descrita en la Tabla 18.



Figura 31. Neumático con simbología de daño.

Raspado

En la Figura 32, se describe esta actividad consiste en remover la banda de rodamiento original, por medio de una máquina automatizada con el objetivo de conseguir apropiadamente las texturas y las medidas de la carcasa. Es fundamental una vez realizado el proceso del raspado, que la superficie de la carcasa debe quedar

completamente limpia, para lograr una adecuada adhesión de la nueva banda de rodamiento a la superficie.



Figura 32. Área de raspado el neumático

Escareado

Esta actividad, se lleva a cabo en la corona de las carcassas para la eliminación del acero dañado y se verifica cuidadosamente que no haya puntas sueltas ni cables oxidados que puedan afectar la calidad del reencauche. Además, se aplica una capa de cemento negro con el objetivo de envolver los daños identificados en los neumáticos y prevenir la contaminación en el proceso. Esta actividad se detalla en la Figura 33.



Figura 33. Área de escariado de los daños

Reparaciones

Durante este procedimiento, los trabajadores se encargan de reparar cualquier tipo de daño que pueda afectar el desempeño adecuado de los neumáticos, con el objetivo de recuperar su capacidad de carga. Es importante destacar que las reparaciones minuciosas son evaluadas con detenimiento, ya que prolongan significativamente la vida útil de las llantas. Para las reparaciones correspondientes se utilizan parches de excelente calidad, adaptándose a las limitaciones específicas de cada caso. De esta forma, se garantiza una adecuada y segura reparación de los neumáticos. En la Figura 34, se visualiza esta actividad.



Figura 34. Reparación de los daños en el neumático

Cementado

Se procede a colocar una capa de solución de caucho en las carcadas raspadas, las cuales deben estar completamente limpias de impurezas para prevenir la oxidación. Se debe esperar entre 15 y 25 minutos para que se seque antes de continuar con el siguiente proceso productivo. Esta solución es esencial para lograr una correcta adherencia de la nueva banda de rodadura sobre la goma cojín de la llanta. En la Figura 35, se detalla la actividad del cementado.



Figura 35. Aplicación del adhesivo en el neumático

Relleno

Después de llevar a cabo el proceso de escariado, la superficie de la carcasa del neumático presenta cavidades. Para solucionar esto, se utiliza el proceso de relleno, el cual implica la aplicación de un cordón de cojín con la ayuda de un miniextruder, con una adecuada temperatura y presión para rellenar los surcos. Esto permite obtener una superficie nivelada para que se pueda proceder al proceso de embandado, como se detalla en la Figura 36.



Figura 36. Relleno de los daños del neumático

Corte de banda

En esta etapa del proceso, los trabajadores cortan las bandas de rodamiento para colocar el hule al cojín del neumático, asegurándose de considerar las medidas de perímetro y ancho para evitar la descentralización o el exceso de material. La Figura 37, ilustra el proceso de corte de la banda.



Figura 37. Corte de la nueva banda

Embandado

Durante este proceso, el neumático se va girando para asegurar que la nueva banda de rodamiento se adhiera de manera uniforme a la carcasa, luego se utiliza el rodillo que contiene la máquina para presionar con el propósito de eliminar el aire que pueda quedar atrapado bajo la banda de rodamiento. En la Figura 38, se detalla el procedimiento de esta actividad.



Figura 38. Embandado de la carcasa

Armado

En esta fase del proceso, un operario se encarga de armar los neumáticos utilizando anillos de metal y envolturas de caucho para sellar completamente el neumático. Luego, se extrae todo el aire del recipiente para crear un vacío que mantenga la banda firmemente unida al casco del neumático durante el proceso de vulcanizado. En la Figura 39, se presenta el proceso de armado.



Figura 39. Armado del molde para el vulcanizado

Vulcanizado

En esta fase se lleva a cabo la unión de la nueva banda de rodamiento con la carcasa, y es esencial asegurarse de que no haya fugas de aire entre el armado (unión del neumático con tubo de caucho) y la carcasa. Para conseguir esta unión se utilizan autoclaves industriales con parámetros de temperatura, precisión y tiempo, los cuales se someten a estrictos controles de calidad.

En la Figura 40, se detalla el proceso del vulcanizado del neumático para adherir la nueva banda a la carcasa.



Figura 40. Proceso del vulcanizado

Inspección final

En la última fase del proceso se lleva a cabo la inspección final de los neumáticos reencauchados, donde cada uno es revisado de acuerdo con criterios de aceptación y liberación de producto. Esta etapa es crucial para asegurar que los neumáticos tengan la calidad adecuada antes de ser liberados al mercado. Después de esta inspección se realiza el pintado del neumático para proceder a situarlo en la zona de almacenamiento del producto terminado.

En la Figura 41, se detalla la actividad de la inspección final y el pintado del neumático.



Figura 41. Inspección final del neumático y pintado

Recepción de los neumáticos por reclamos de garantías

La empresa CauchoSierra S.A, ha experimentado aumentos respecto a las devoluciones del producto desde 2022 de mayo hasta este año, lo que ha producido, que el número de garantías receptadas durante el mes supera el 1% de la producción mensual hasta alcanzar el 3%.

Esta situación a provoca pérdidas para la organización agravando la economía, por motivos de reducción de ventas e insatisfacción al cliente. Por lo tanto, con el fin de buscar minimizar los costos para la empresa, reprocesos y reducir las garantías. Es necesario aumentar la calidad del servicio y el producto ofertado por la empresa y mermar el problema.

La Tabla 19 y 20, presentan los datos recopilados por la organización que incluyen información sobre la producción mensual, reprocesos y las garantías receptadas.

Tabla 19. Producción del reencauche de neumáticos

Producción del reencauche 2022 "CauchoSierra S.A"					
Mes	Producción	NC "Garantía"	Reproceso "Garantía"	Total Devoluciones	% Devoluciones
Enero	1139	14	3	17	1,493
Febrero	1501	17	5	22	1,466
Marzo	1305	20	6	26	1,992
Abril	1377	17	17	34	2,469
Mayo	1153	11	20	31	2,689
Junio	729	13	9	22	3,018
Julio	1381	15	23	38	2,752
Agosto	1005	22	15	37	3,682
Septiembre	1065	33	30	63	5,915
Octubre	1341	31	9	40	2,983
Noviembre	1021	28	9	37	3,624
Diciembre	1039	16	12	28	2,695
Total	14056	237	158	395	2,810

Tabla 20. Producción del reencauche de neumáticos 2023

Producción del reencauche 2023 “CauchoSierra S.A”					
Mes	Producción	NC “Garantía”	Reproceso “Garantía”	Total devoluciones	% devoluciones
Enero	977	24	15	39	3,992
Febrero	749	19	10	29	3,872
Marzo	1063	14	4	18	1,693
Abril	623	24	17	41	6,581
Total	3412	81	46	127	3,722

En la Figura 42 y 43, se ilustra los datos obtenidos de la producción del 2022 y de los 4 meses del 2023 del servicio/producto del reencauche.

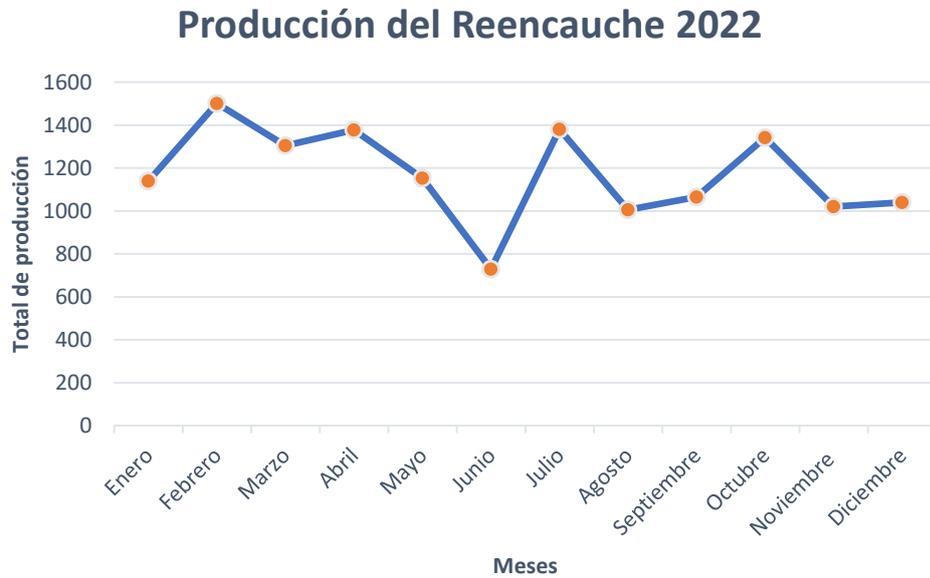


Figura 42. Producción del reencauche de neumáticos del 2022

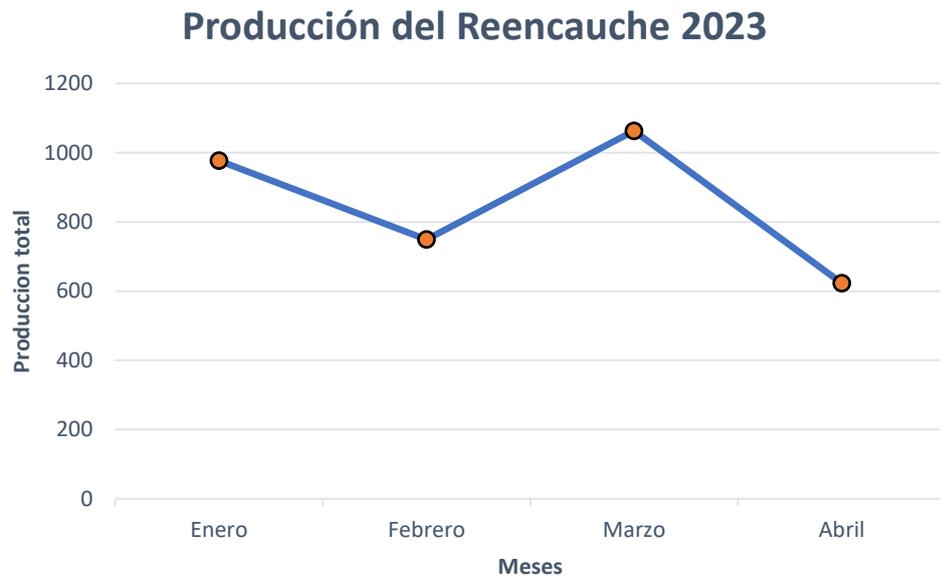


Figura 43. Producción del reencauche de neumáticos del 2023

Análisis

La producción del reencauche de los neumáticos ha estado en incremento en el año 2022, lo que generaba altas ganancias para la empresa, solo el mes de Julio se tuvo un decremento de 729 reencauches. Mientras, que en los primeros meses del 2023 se evidencia una fluctuación de producción siendo el más crítico en el mes de abril con una producción máxima de 615 llantas reencauchadas.

Devoluciones del reencauche

A continuación, se presenta la evolución del porcentaje de devoluciones del producto reencauchado durante los periodos del 2022 y los cuatro primeros meses del año 2023, como se muestra en las Figuras 44 y 45.



Figura 44. Porcentaje de devoluciones del reencauche 2022



Figura 45. Porcentaje de devoluciones del reencauche 2023.

Análisis

En las Figuras 44 y 45, se puede observar las tendencias de las devoluciones del reencauchado de neumáticos, las cuales han ido evolucionado y superando el 1% del número de garantías recibidas durante el mes, tal como se describen y tabulan en la

tabla anteriores. Por ende, se puede apreciar que los puntos más altos registrados son en los meses de septiembre, con un valor 6% y abril, del 6.5%, siendo los meses más críticos.

Por motivo, de las altas devoluciones receptoras la empresa ha adaptado estrategias como el cambio o sustitución la materia prima para el proceso, pero aun así no ha visto mejoras. A raíz de esto, el problema principal que enfrenta la empresa, con respecto al aumento de las garantías, es el desprendimiento de la nueva banda colocada en la carcasa durante el proceso de reencauche. Esto indica que se produjo una deficiencia en la ejecución del procedimiento o por otros factores que se analizarán más adelante.

En la Figura 46, se visualiza el problema sobre el desprendimiento de la banda que recibe la empresa por parte de los clientes.



Figura 46. Desprendimiento de la banda

Herramienta Brainstorming para la identificación de la situación actual de las devoluciones

Para determinar e identificar la situación actual que vive la empresa debido a los problemas referentes a la calidad del servicio/producto del reencauche por el desprendimiento de la banda, es necesario utilizar la herramienta denominada brainstorming o más conocido como lluvia de ideas.

Con el tema principal de “Problemas de calidad referente a las devoluciones por desprendimiento de la banda”, con el empleo del anexo D se registraron las ideas recopiladas a través de la implementación de esta herramienta de calidad en los operarios, al jefe de producción y de calidad que participan en el proceso del reencauche.

En las Figura 47, se muestra la recopilación y agrupación de los distintos problemas relacionados con la calidad del producto por la devolución, que se detalla a continuación:



Figura 47. Lluvia de ideas de los problemas de devoluciones por la calidad

Análisis

Al realizar la sesión de lluvias de ideas, se descubre diversos elementos o factores que influyen consideradamente en el problema de las devoluciones del desprendimiento de la nueva banda colocada en la carcasa en el proceso productivo del reencauche, relacionados a las M's de calidad lo que se discutirá más adelante sobre cuál de estos factores es el más representativo al problema del aumento de las devoluciones del reencauche y por ende las garantías.

Diagrama Ishikawa para el análisis de las causas del problema de devolución

Con el propósito de mejorar la identificación de los problemas críticos, se procede a elaborar el diagrama Ishikawa utilizando como guía la lluvia de ideas creada anteriormente.

En la Figura 48, se presenta las causas que generan el problema.

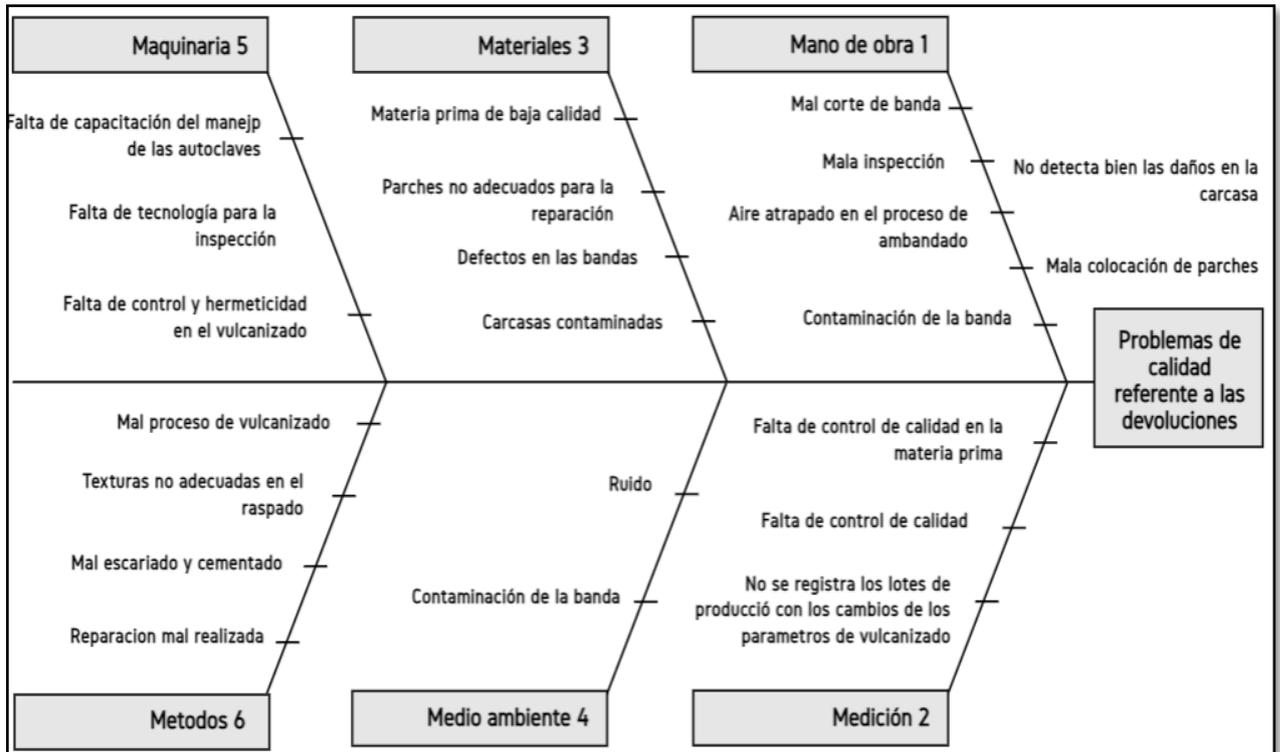


Figura 48. Diagrama de Ishikawa en referencia a las devoluciones.

Análisis

Al observar el diagrama de Ishikawa de la Figura 46, se pueden identificar que los factores causales de las devoluciones referentes a los problemas del desprendimiento de la banda, se atribuye a la calidad inadecuada de la materia prima, mano de obra, métodos y maquinaria utilizados en el trabajo.

En la Tabla 21, se representa la tabulación de datos recolectados por medio de la herramienta anterior sobre el problema de calidad referente a las devoluciones, donde se apreciará la frecuencia y el porcentaje de las causas.

Tabla 21. Tabulación de datos referente a las devoluciones del diagrama de Ishikawa

M's de calidad	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje
mano de obra	6	5	28,57
materiales	4	9	47,62
métodos	4	13	66,67
maquinaria	3	16	80,95
medición	3	19	95,24
medio ambiente	1	21	100
Total	21		

A través, del diagrama de Pareto se podrá determinar cuáles son los pocos vitales que presiden en el problema de calidad referente a las devoluciones, como se observa en la Figura 49.

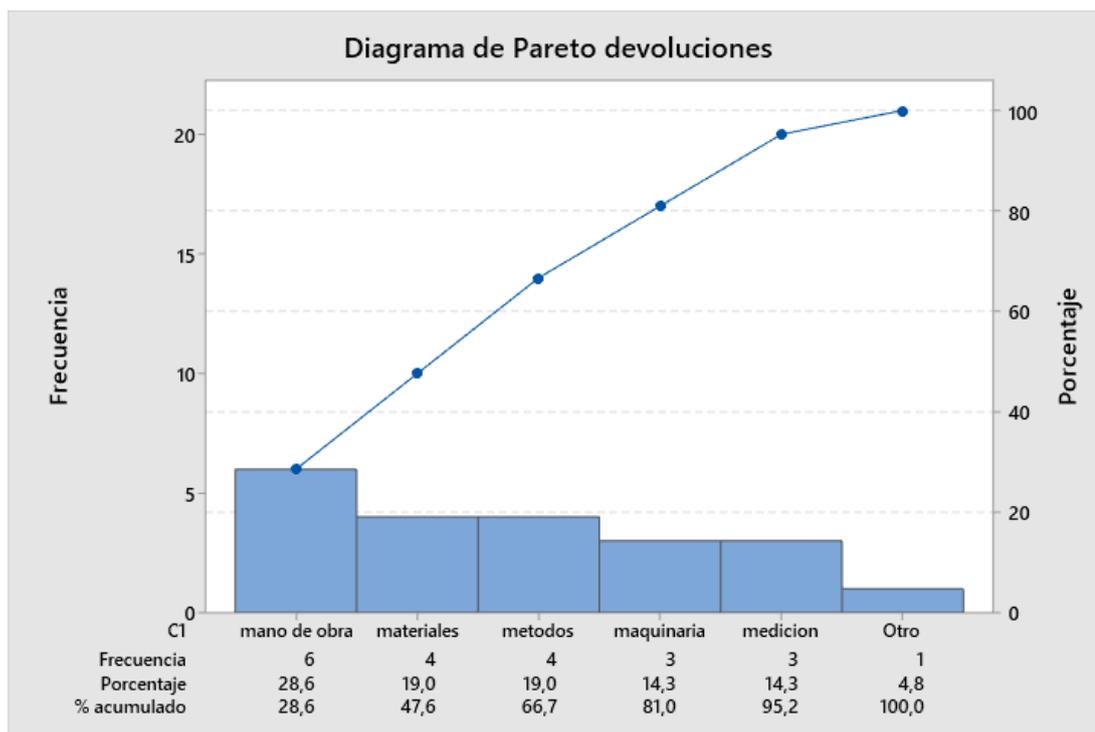


Figura 49. Diagrama de Pareto referente a las devoluciones

Análisis

En referencia a la Figura 49, se denota que los problemas relacionados por las devoluciones se ven reflejadas en 4 aspectos o variables dados siendo la primera por la mano de obra con un valor de 28.6 %, seguido por total de un 19% por los materiales y métodos de trabajo, por último, la maquinaria con un valor de 14.3% lo que conforman el 81%. En este apartado se proporcionará como punto de partida para concentrar la causa raíz del problema.

Interpretación de resultados

- Materia Prima

Esto se debe por varias razones relacionadas una por el neumático original al no ser una materia prima virgen, son materiales que ha sido utilizados previamente y esto implica que la carcasa no tenga un buen reencauchado con la banda por la fatigas sufridas o daño estructural (defectos latentes internas) que son defectos ocultos que no se evidencian durante la inspección inicial, manifestándose después del reencauche o en el empleo de esta [44].

Otra razón, relacionada es la mala calidad de los insumos del caucho, es decir, si no cumple con las especificaciones técnicas para el proceso del reencauchado como el cojín, cemento, bandas, solventes, entre otros. Afectan drásticamente al producto o servicio final. Por ultima causa es la existencia de impurezas en los materiales mencionados anteriormente son debido a la contaminación, por no haber tenido un adecuado proceso de almacenaje, con llevando a perder las propiedades mecánicas y adhesivas para un reencauche con mayor durabilidad y estas afectan drásticamente a la empresa.

- **Mano de obra**

Esto se atribuye por las malas manipulaciones que pueden ocurrir en el proceso productivo del reencauchado, en este punto se puede diagnosticar por parte de los operadores no realizan bien los reparados de los daños que existan en las carcasa del neumático, malos ángulos de corte, contaminación de la carcasa en el proceso de raspado, saneado o embandando, mala colocación de los parches y mala preparación de la superficie [45].

Por otra parte, los operarios no tenían mucho compromiso o motivación con la calidad y sobrellevaban sobrecarga laboral, debido a causas de pagos atrasados del salario lo que provoca un impedimento al momento de realizar adecuadamente las actividades. Mientras, que en el área de inspección inicial el operador no puede visualizar la parte interna de la carcasa del neumático, lo que implica que el producto puede tener una devolución, por defectos ocultos que no se evidencian en la parte interna durante la inspección inicial, manifestándose después del reencauche o en el empleo de esta.

- **Métodos**

Esto se debe a razones relacionadas con las malas técnicas empleadas en las diferentes áreas que pueden estar ocasionado ineficiencia en el proceso por procedimientos no adecuados en el raspado, escariado, vulcanizado y embandado (colocación de la banda de rodamiento). Por esta razón, al no seguir adecuadamente los métodos establecidos o no mejorar dichas actividades a lo largo del tiempo son necesario tener más control del proceso y seguimiento de cada área para poder controlar los malos procedimientos en la línea de producción [45].

- **Maquinaria**

La razón que afecte la maquinaria a la calidad del reencauche es debido a la cuestión del estado e incompleto mantenimiento, lo que aumenta la deficiencia y la variabilidad que puede existir en el proceso. La alineación como el balanceo de las máquinas es algo esencial con la finalidad de garantizar una adhesión y gran durabilidad del producto final [46].

Además, la falta de automatización de los equipos con lleva a un a tener dificultad en el control de los parámetros esenciales en la vulcanización tales como presión, tiempo y temperatura, impactando a la calidad. Los desgastes de los elementos en la maquinaria pueden provocar en la autoclave dispersión de la temperatura por asilamientos deteriorados y las cuchillas de las raspadoras generan irregularidades en la preparación de la superficie contribuyendo al desprendimiento de la banda [47].

Herramienta 5 W-1H

Para obtener un entendimiento más detallado de la situación actual de la calidad por las devoluciones, se utiliza la herramienta 5W-1H. Que está enfocada al jefe de producción y jefe de calidad. A través de esta herramienta, se logra identificar y describir en detalle los diversos problemas de calidad que se presentan en el proceso del reencauche, los cuales se registran en la Tabla 22.

Tabla 22. Herramienta 5W-H en el proceso de devolución del reencauche

Pregunta	Respuesta	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
What?						
¿Qué es lo que está sucediendo con el problema de calidad?	La empresa se ha visto afecta con el aumento de las devoluciones del producto/servicio por parte de los clientes, por el desprendimiento de la nueva banda colocada en la carcasa.	Por mal tratamiento en el proceso del reencauche dentro de la línea de producción	No se encuentra un buen curado de la carcasa presentando un reencauche crudo	Por la mala preparación de la superficie de la carcasa del neumático.	Falta de capacitación al personal en ciertas áreas de cómo realizar la tarea adecuadamente	El personal no se encuentra enfocada y no acata a las instrucciones de como realizar bien las actividades.
When?						
¿Cuándo sucede este problema de calidad?	Las devoluciones se dan cuando los clientes presentan el reclamo por defectos en el neumático, y la empresa los analiza si son por del proceso productivo o negligencia del cliente.	Debido a que el producto presenta algún defecto en el neumático o desprendimiento de la banda en una zona específica.	Por un proceso inadecuado del reencauche y calidad de los materiales.	Falta de supervisión en cada una de las etapas y control de calidad del producto o insumos usados en el proceso.	No se cuenta con la maquinaria necesaria para las inspecciones adecuadas de las carcasas.	La empresa no cuenta con un adecuado capital de inversión para la adquisición de equipos de tecnología.
Who?						
¿Quién son los responsables o involucrados en el problema de calidad?	Recaen en todos los involucrados en el proceso de reencauche, tanto los operadores, departamento de calidad, de producción que están encargados en supervisar todas las etapas de fabricación.	Son los encargados el controlar, supervisar y realizar todo el proceso.	Tiene el conocimiento de cómo llevar a cabo las actividades del proceso productivo	Resuelvan cualquier problema durante el proceso, gracias a su experiencia y conocimiento en las actividades	Es su obligación mantenerse vigilantes a las actividades o tareas del procedimiento	La empresa necesita satisfacer los criterios establecidos y de seguridad para el cliente externo

Pregunta	Respuesta	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Where?						
¿Dónde ocurre el problema de calidad?	El problema puede presentarse en cualquiera de las etapas de los procesos productivos del reencauche, ya que es un inconveniente de no conformidad del producto.	Aquí se realiza el proceso del reencauche (línea de producción) donde se va preparando el neumático para ser evaluado.	Por cuestión que todas las actividades forman parte para el reencauche donde se puede presentar el problema y presentan una mala calidad.	Los operarios deben percatarse de preparar adecuadamente el neumático a reencauchar para que no exista inconvenientes con respecto a la calidad del producto.	Por cuestión de fatiga laboral o no proceden con los métodos establecidos para el proceso en las diferentes áreas.	No se cuenta con controles adecuados de los procesos productivos y los métodos empleados por parte de los trabajadores para el monitoreo de las actividades del reencauche.
How?						
¿Cómo suceden los problemas de calidad?	Por el resultado de cualquier incumpliendo en los procedimientos de calidad o trabajo por los diferentes operarios de cada área. Por otra razones la materia prima utilizados pueden afectar al problema de calidad.	Por una deficiente adhesión que pueda existir entre las capas de neumático con la banda nueva.	Una vulcanización mal hecha para la adhesión de la banda	Debido a una preparación inadecuado de la superficie del neumático previo al reencauche.	No siguen adecuadamente los procedimientos establecidos de limpieza, raspado y embandado el proceso.	Falta de capacitación al personal en ciertas áreas de cómo realizar la tarea adecuadamente.

Análisis e interpretación de los resultados

Después de utilizar la herramienta 5W-1H en el problema centrado en las devoluciones, a los encargados del área de calidad y jefe de producción, se concluye lo siguiente:

En referente a los problemas de las devoluciones presentes en el proceso del reencauche de los neumáticos, este aumento se da por el principal tema del desprendimiento de la banda de la carcasa del neumático, esto se origina por diferentes factores.

Los procedimientos para la preparación de la superficie de la carcasa son factores críticos dentro del proceso, si los operarios no cumplen adecuadamente los pasos o los métodos establecidos existirá una inadecuado preparación, eliminación de residuos o materias y contaminación en la superficie lo que genera la no adhesión óptima con la banda nueva al neumático reencauchado, mientras que la falta de capacitación al personal en ciertas áreas tales como el raspado y saneado de cómo realizar las tareas adecuadamente es fundamental. Otro motivo, es la falta de control en el sellado de los moldes, que ya al existir grietas o desgaste por el uso afecta a la presurización de sobre y el vacío para el tener un buen vulcanizado [45].

Una solución fiable para este punto es el empleo de plantillas de radios de raspado y el uso de un calibrador de profundidad, con la finalidad de control la eliminación del caucho retirado para el correcto asentamiento de la banda en la superficie. Mientras, que el área del escariado una solución es capacitación al personal, realizar un manual mejorado del procedimiento adecuado de la preparación de la actividad del escariado y establecimiento de chequeos de la superficie preparado control de la limpieza.

Los problemas de calidad en referente a la materia prima se dan por que la carcasa no tiene un buen reencauchado por daño estructural interna que son defectos ocultos que no se evidencian durante la inspección inicial [45]. Una solución es implementar maquinaria computarizada con rayos x para la revisión interna de la carcasa para evidenciar si es buena para el reencauche.

Con referencia a la contaminación que puede existir en la carcasa por manipulación incorrecta, herramientas sin una adecuada limpieza y técnicas deficientes del proceso de limpieza profunda previo a la etapa del cementado. La solución factible a este problema es la aplicación de productos de limpieza con un recubrimiento plástico para evitar la adherencia de suciedades o polvos.

La razón que afecte la maquinaria a la calidad del reencauche es a los desgastes de los elementos que pueden provocar dispersión de la temperatura o presión por asilamientos deteriorados en la autoclave y las cuchillas de las raspadoras generan irregularidades en la preparación de la superficie contribuyendo al desprendimiento de la banda y el balanceo en la maquinaria [47].

Una solución factible al problema es realizar planes de mantenimiento preventivos con la creación de fichas de control de los equipos y la supervisión de los parámetros en las autoclaves lo esencial es la incorporación de un sistema de monitoreo.

Discusión de los resultados

Tras los análisis del empleo de las herramientas de Ishikawa, lluvia de ideas, 5w-1 la observación y entrevistas por el grupo de calidad, jefe producción y operarios se concluye que el principal problema de calidad que provocan el desprendimiento de la banda en el reencauche está relacionado al factor de la materia prima, mano de obra, maquinaria y a los procedimientos realizados por los operarios. Que más adelante se presentaran planes de mejora para poder minimizar el problema de las devoluciones.

En la Tabla 23, se detalla cada una de estas causas con la relación que tiene con las M's de calidad para su posterior mejora.

Tabla 23. Causas del desprendimiento de la banda de rodamiento

Problema	6 M's	Causa raíz
Desprendimiento de la banda de rodamiento	Mano de obra	Deficiencia en la preparación de la superficie
		Contaminación
	Materia prima y Maquinaria	Por mal estado del neumático no se ha evidenciado daño estructural interna.
	Maquinaria	Perdida de presión Variación de temperatura
	Métodos	Mala preparación de la superficie Sellado de envolturas y tubos

Descripción de los defectos en la línea de producción

Con el fin de identificar los fallas o defectos más representativos en la línea de producción de CauchoSierra S.A, se procede a fijar el área donde se tomará la recolección de los datos. Para poder analizar los defectos que se generan en la producción, se realizar por medio de una muestra establecida en la ecuación (13).

Con visitas llevadas a cabo de forma continua en días laborables y cuando haya disponibilidad por parte de la empresa.

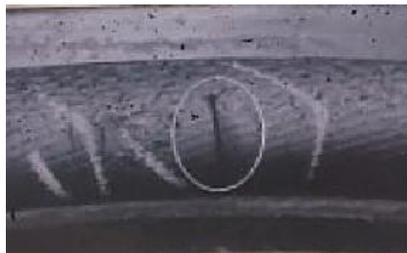
En la Figura 50, se visualiza el área de recolección de datos.



Figura 50. Sitio de recolección de datos inspección final

En la Tabla 24, se presentan los defectos o problemas derivados por la observación del proceso productivo del reencauche, recolectadas con las hojas de verificación del anexo C y con técnicas de recolección, donde se incluyen las descripciones de cada defecto encontrado con su respectiva grafica.

Tabla 24. Identificación de los defectos del proceso del reencauche.

N°	Tipo de defectos	Descripción	Gráfico
1	Empalmes	El forro interior del neumático se eleva por la existencia de aire.	
2	Grietas o cortes	Existencia de cortes o grietas que puedan traspasar al forro interior del neumático.	
3	Parches con bordes sueltas	Los bordes de los parches no se encuentran bien adheridas y son fáciles de extraer.	
4	Empalmes en la banda	Este defecto se encuentra principalmente en la banda por abertura abiertas o sobresalidas.	
5	Sopladuras	Por atrapamiento de aire entre la banda y el cojín, existiendo sopladuras de aire en el neumático.	

N°	Tipo de defectos	Descripción	Gráfico
6	Pestañas dañadas	Pestañas distorsionadas al finalizar el proceso de vulcanizado.	
7	Parches cerca de la ceja	Existencia de parches por reparación muy cerca de la pestaña que pueden dañar más la ceja.	
8	Grietas circunferenciales	En la lona estructural se evidencia grietas circunferenciales en la zona del hombro.	
9	Envejecimiento (fisuras)	Fisuras de ozono o envejecimiento que no se extiendan a una profundidad mayor de 1,6 mm.	
10	Flujo no constante en la unión	Entre el cojín y la banda no existen un flujo constante en la zona del hombro en ambos lados.	
11	Vacíos en los hombros	En los hombros de llantas de tracción contiene vacíos sin rellenar con unión de la banda.	
12	Banda descentrada	La banda no se encuentra centrada y tiene una tolerancia de 5 mm colocada en la carcasa.	

13	Distorsión de banda	Desplazamiento de los bloques de la banda, cierres de vacíos, distorsión de bajo rendimiento.	
-----------	----------------------------	---	--

Análisis

Basándonos en la información recopilada mediante la observación y entrevistas, se pudo identificar 13 categorías de defectos en total que se presentan en el reencauche. Algunos de estos defectos mencionados pueden ser considerados y ser procesados oportunamente, mientras que en otros casos no el mismo procedimiento. Esto implica el traslado del neumático al área de producto no conforme, filtrar la información por el motivo que no se pueden reprocesar y retirar la banda colocada. No obstante, según el operario encargado de realizar la inspección del producto final, no todos los defectos ocurren con frecuencia.

Una vez identificados los defectos de calidad presentes en la empresa, se recopilan datos para determinar la frecuencia con la que ocurren en el transcurso de un mes. Esta información es crucial para identificar posibles fallos y tomar medidas para mejorar la calidad del proceso.

En la Tabla 25, se presentan los resultados del análisis de los defectos o fallas, presentes con las frecuencias y los porcentajes con las que estas ocurren. Relacionados con la muestra extraída de la población detallada en la ecuación (3), obtiene los siguientes resultados.

Tabla 25. Análisis de los defectos del reencauche en la línea de producción

Tipo de defecto	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	% Frecuencia Acumulado
Sopladuras	29	29	46,032
Flujo no constante en la unión (mal vulcanizado)	18	47	74,603
Pestañas dañadas	6	53	84,127
Grietas o cortes en el neumático	3	56	88,889
Empalmes	2	58	92,0635
Grietas circunferenciales	2	60	95,238
Vacíos en los hombros	1	61	96,825
Parches con bordes sueltas	1	62	98,413
Envejecimiento del neumático (Fisuras)	1	63	100
Empalmes en la banda	0	63	100
Parches cerca de la ceja	0	63	100
Banda descentrada	0	63	100
Distorsión de banda	0	63	100
Total	63		

Para la creación del diagrama de Pareto del proceso del reencauchado de neumáticos en “Caucho Sierra S. A”, se utilizan los datos recolectados en el anexo B y estratificados de la Tablas 25. El objetivo de este análisis es identificar los defectos que son significativos (pocos vitales) presentes en la línea de producción.

La Figura 51, se presenta el gráfico de Pareto que ilustra todos los defectos generados en el proceso final, que conforma el 80% de problemas a tener una mejora.

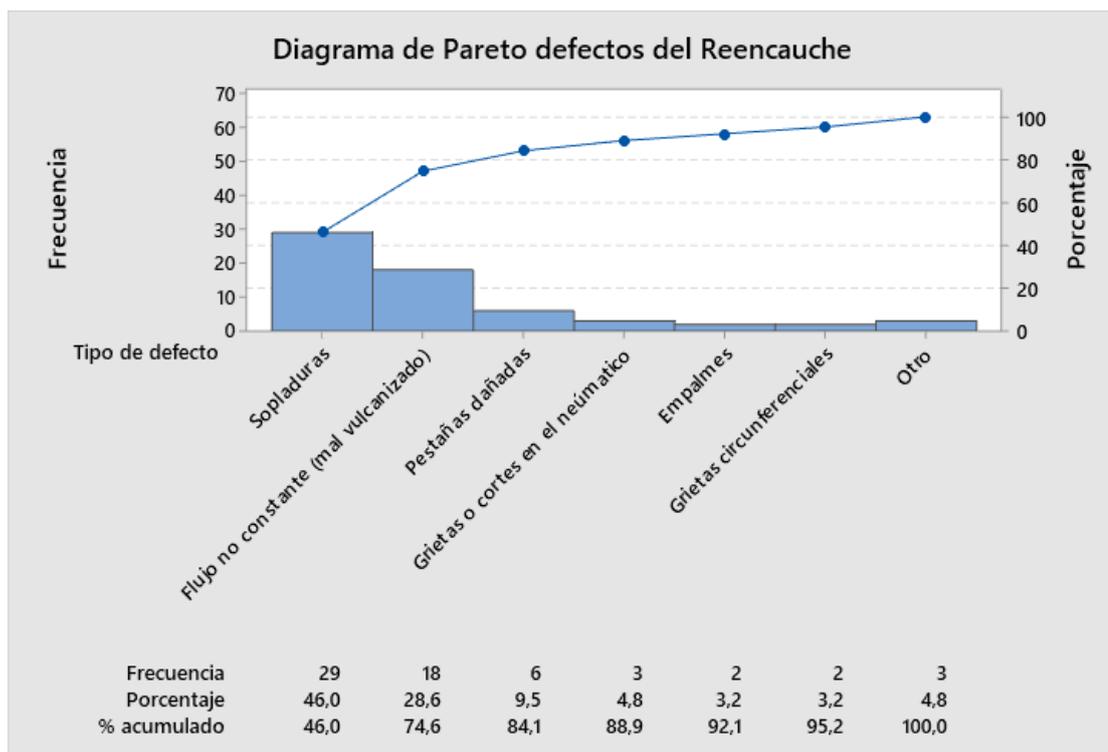


Figura 51. Diagrama de Pareto de los defectos del reencauche

Análisis

Se revela por medio del análisis estadístico que los factores críticos o pocos vitales más relevantes que impactan al proceso en la aparición de los defectos. En primer lugar, se identificó un 46% de sopladuras de la carcasa, seguido de un 28.6% de flujo no constante por un mal vulcanizado (reencauche crudo), Finalmente, con un 9.5% de pestañas dañadas, representado en conjunto el 84.1% de los defectos identificados.

Interpretación de resultados

El defecto de mayor importancia y frecuencia en la línea de producción del reencauche se encuentra en las sopladuras como asimismo en el flujo no constante en la unión. Estos problemas se derivan prácticamente por las altas temperaturas y el tiempo en las autoclaves industriales para la cocción, es decir, la unión de la banda con la carcasa.

Además, se identificó cambios repentinos en los parámetros de las autoclaves en los diferentes lotes de producción dejando de seguir los procedimientos establecidos, por cuestiones del desprendimiento de la banda nueva de las carcasas. A pesar de estos

defectos, existen otro más que afectan a la calidad para la empresa, entre esta se encuentra el defecto de las pestañas dañadas o distorsionadas.

Es importante destacar que estos inconvenientes tienen un impacto negativo en la calidad del producto/servicio final y en la capacidad de cumplir con los planes de producción de manera satisfactoria. Por lo tanto, abordar estos problemas de manera efectiva es fundamental para mejorar el rendimiento y la eficiencia del proceso.

Diagrama de Ishikawa para el estudio de los factores de los pocos vitales

Con el objetivo de examinar las causas fundamentales que dan origen a los posibles defectos identificados en el proceso del reencauche, se utilizó la herramienta de análisis denominado diagrama de Ishikawa, que se muestra en la Figura 6. En este diagrama, se definen las 6M asociadas a la calidad logrando estructurar de forma coherente las posibles causas raíz del problema.

De esta manera, se realiza una investigación exhaustiva con la ayuda del departamento de calidad para comprender mejor las causas subyacentes que contribuyen a los defectos potenciales.

A continuación, en la Figura 52, se detalla el análisis de las 6M respectivo para los defectos encontrados.

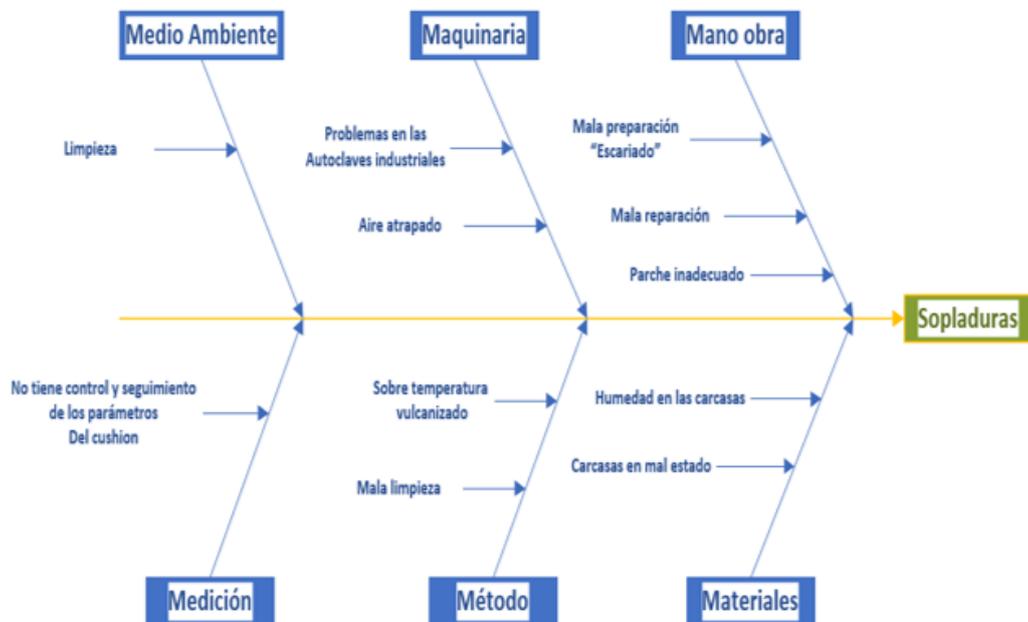


Figura 52. Diagrama causa-efecto de las sopladuras

Al observar el diagrama de Ishikawa, se pueden identificar que los factores causales referentes al defecto de las sopladuras son un problema de calidad que se atribuye a la mano de obra incorrecta, además de los materiales, métodos y la maquinaria.

Por medio, del empleo del diagrama de Pareto se determinará los pocos vitales con relación a las M's de calidad, con la necesidad de mejorar estas causas que afectan a la creación del defecto de la sopladura.

La Tabla 26, se muestra la frecuencia y el porcentaje de cada una de las causas identificadas.

Tabla 26. Frecuencia de la causa de la sopladura

Causas del defecto de las sopladuras			
Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% acumulado
Mano de obra	3	3	27,273
Materiales	2	5	45,455
Maquinaria	2	7	63,636
Método	2	9	81,818
Medición	1	10	90,909
Medio ambiente	1	11	100,000
Total	11		

Por medio de la Tabla 26, ilustramos los datos para identificar el 80% de los causales del defecto ya mencionado. Como se muestra a detalle en la Figura 53.

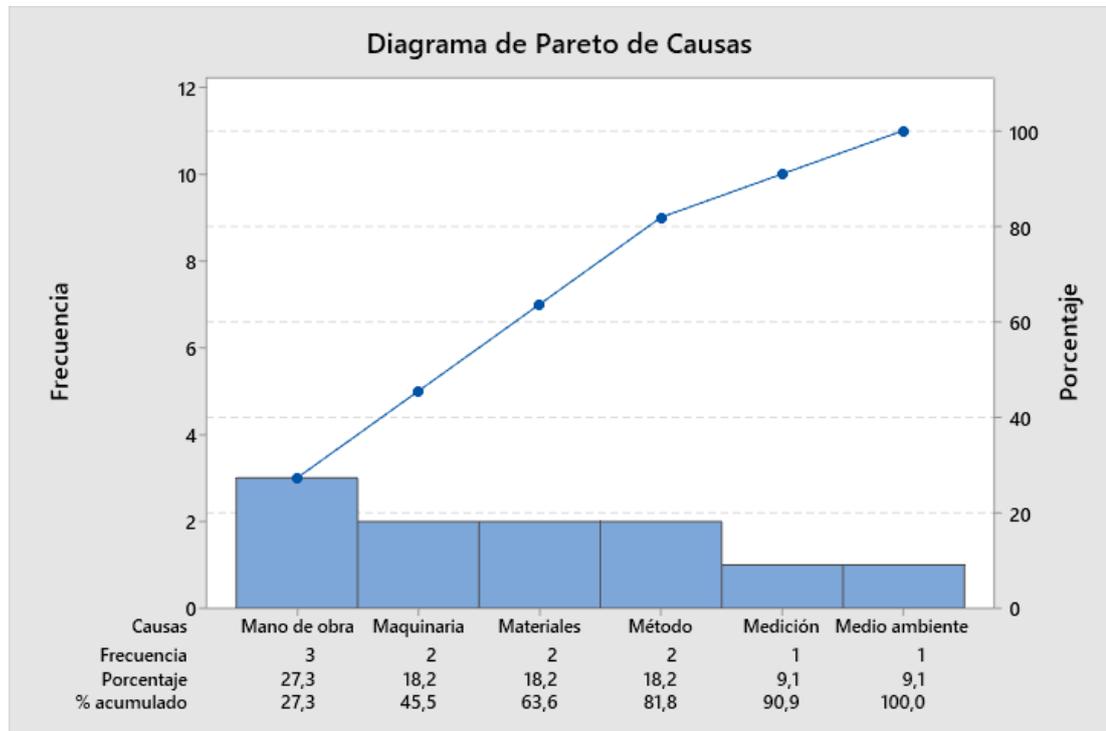


Figura 53. Diagrama de Pareto de las sopladuras

Análisis

Al examinar el primer defecto se concluye que la relación de las causas potenciales que afectan directamente, son la mano de obra con un 27,3% siendo la principal, seguido de la maquinaria al igual que los materiales y por último el método con un porcentaje del 18.2%, como se muestra en la Figura 53.

Interpretación de resultados

Con lo analizado se discute los resultados obtenidos, a lo cual se dedujo lo siguiente:

- **Mano de obra**

En relación con la mano de obra tiene mayor impacto en este punto por consecuencia del personal al momento de realizar un mal escariado, es decir, algunos puntos de la carcasa no se eliminan adecuadamente en su totalidad existiendo puntas de alambres del acero dañado visibles que afectan al reencauche. Otro motivo, es por la mala

reparación al existir daños no reparados adecuadamente y por parches inadecuados esto provoca que el neumático no cumpla adecuadamente el funcionamiento de capacidad de la carga. Además, de esto provoca atrapamiento de aire lo que provoca las existencias de las sopladuras no necesariamente en el área de reparado sino también en el proceso de embandado, así dificultando y disminuyendo la calidad del producto final [45].

- **Materiales**

Los problemas de calidad referente a las sopladuras en el neumático se originan por utilizar carcacas que se encuentre con humedad en su interior y la empresa no tenga un adecuado proceso de secado, ya que internamente quedan atrapado burbujas de aire que al momento del proceso de vulcanizado dañando la estructura del neumático. Otro motivo, para la que puede presentarse este defecto es por el estado de la carcasa pese a que supere por error la inspección inicial, tiende a revelar sus defectos después del proceso de vulcanizado [45].

- **Métodos**

En relación con los métodos empleados es debido a la sobre temperatura y el tiempo en el proceso de vulcanizado esto depende directamente también por las especificaciones del cojín y la banda para obtener un buen pegado o cocción de la carcasa con la nueva banda instalada. En este punto, cada banda que se emplea para el reencauchado tiene sus especificaciones técnicas para el vulcanizado, a lo cual la relación temperatura y tiempo la empresa por relación de pruebas con relación a experimentación. Otro motivo para que exista las sopladuras es por la mala no se utilizan las técnicas adecuadas o las herramientas se encuentran en mal estado para tener una óptima reparación, escariado en la eliminación de los alambres de la carcasa. Si la superficie del neumático no se prepara adecuadamente antes de aplicar el caucho de reencauche, pueden quedar residuos de suciedad, grasa o agentes desmoldantes que impiden una adhesión uniforme. Estos residuos pueden crear espacios donde se formen burbujas durante el vulcanizado [45].

- **Maquinaria**

Un control deficiente de la temperatura y la presión durante el vulcanizado puede resultar en un curado desigual del caucho de reencauche, esto puede llevar a la formación de burbujas. Se puede ver afectado por daños o desgastes en los empaques de la autoclave, sensores que afecten a una lectura incorrecta de los parámetros afectando al buen curado del neumático generando este defecto [47].

Mal vulcanizado

A continuación, en la Figura 54, se detalla el análisis de las 6M respectivo al defecto del mal vulcanizado (flujo no constante).

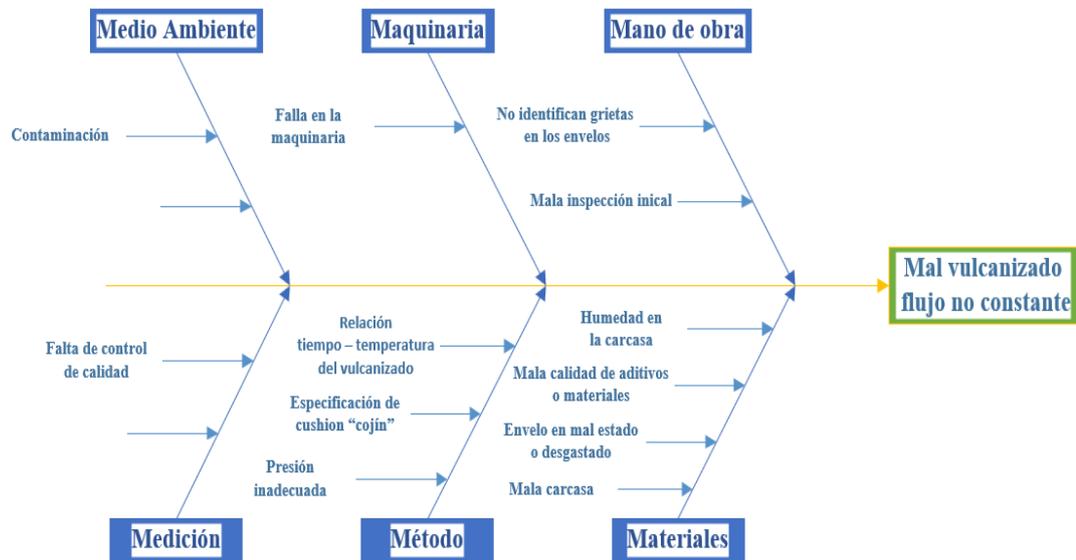


Figura 54. Diagrama causa-efecto del mal vulcanizado (flujo no constante)

Se pueden evidenciar en la Figura 54, que los factores que causan tal defecto en el reencauche, con mayor cantidad y relacionado con la calidad del producto se atribuye a los materiales y la ejecución de métodos.

Para determinar los pocos vitales que generan este defecto, con la necesidad de mejorar estas causas que afectan a creación en relación con las M's de calidad, se emplea el diagrama de Pareto.

La Tabla 27, se muestra la frecuencia y el porcentaje de esta con las causas identificadas.

Tabla 27. Frecuencia de la causa del mal vulcanizado (flujo no constante)

Causas del defecto mal vulcanizado flujo no constante			
Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% acumulado
Materiales	4	4	33,333
Método	3	7	58,333
Mano de obra	2	9	75,000
Maquinaria	1	10	83,333
Medición	1	11	91,667
Medio ambiente	1	12	100,000
Total	12		

En la Figura 55, se detalla y se ilustra los datos recopilados para identificar los factores claves que genera el defecto ya mencionado.

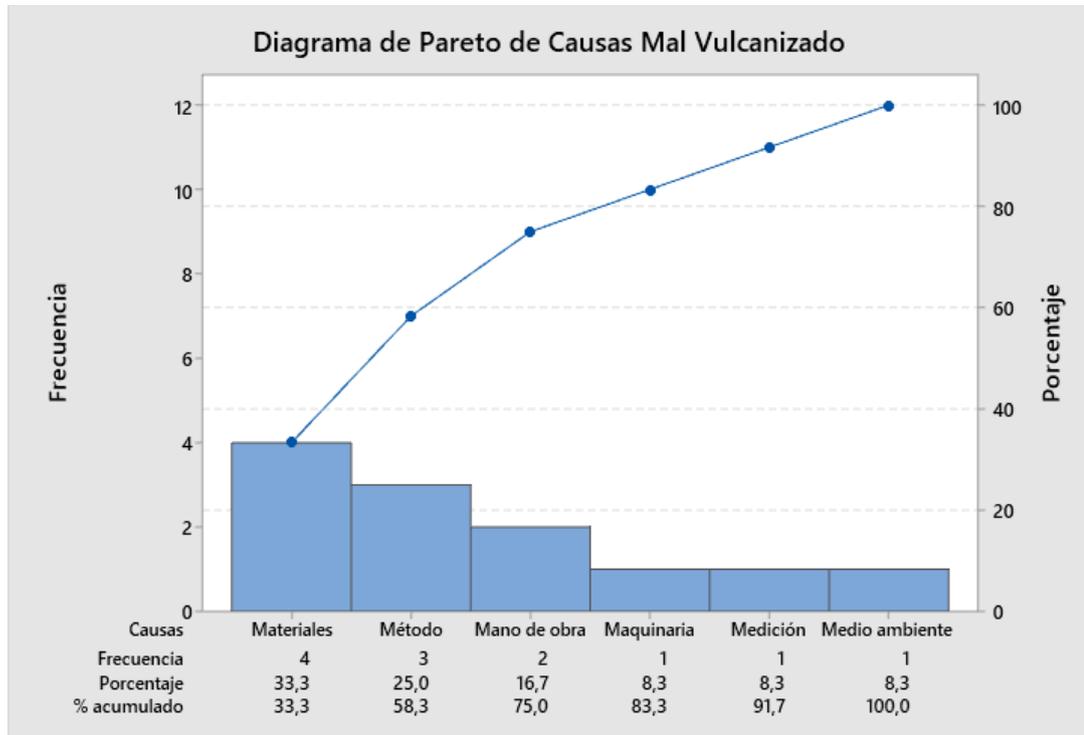


Figura 55. Diagrama de Pareto del mal vulcanizado (flujo no constante)

Análisis

Se evidencia que los elementos más significativos que contribuyen al problema del mal vulcanizado en el reencauche de los neumáticos son: la materia prima ya que esta presenta el porcentaje más alto en relación a los demás con un 33,3%, seguido por los métodos mal ejecutados o no llevados acorde a las especificaciones del vulcanizado con un valor de 25%, además con 16.7% relacionado con la mano de obra por el personal que en ocasiones pasan en alto algunos defectos presentes y por último la maquinaria con el 8.3%, esto debido a los factores ya descritos en la Figura 55.

Interpretación de resultados

- Materiales

Los problemas de calidad referente al mal vulcanizado (flujo no constante), en el neumático se originan por utilizar carcassas que se encuentre con humedad en su interior lo que genera al momento de la cocción del cojín en las autoclaves, no se vulcanicen bien por la mala distribución del calor en el neumático. Otro motivo, para la que puede presentarse este defecto es por el estado de la carcasa pese a que supere por error la inspección inicial, tiende a revelar sus defectos después del proceso de vulcanizado [45].

El desgaste del envelo presenta otra cuestión significativa, al no tener una buena calidad del caucho o desgaste por el uso afectan en el proceso del vulcanizado, esto al no ser reparado adecuadamente o por pasar por descuido del operario; genera una adherencia deficiente con la nueva banda a la carga del neumático, dificultando la cocción del cojín por no tener el calor necesario por dichas fugas existentes. Además, el desgates en las válvulas de los envelos generan perdida de presión, lo que da como resultado la mencionado un mal vulcanizado [45].

- Métodos

Los métodos ejecutados en relación con el tiempo de vulcanizado por las autoclaves y la temperatura incorrecta, no curara adecuadamente el caucho lo que resulta un mal vulcanizado, afectando la calidad para que el producto final del reencauche con la nueva banda colocada. Esto por cuestiones que la empresa cambia los parámetros de

cocción del neumático y no siguen adecuadamente las especificaciones ya establecidas, además, al momento de los cambios en relación del tiempo–temperatura del vulcanizado los operarios no informa los ajustes realizados y genera dificultades en el proceso. Es decir, que al momento de modificar los parámetros del autoclave y reemplazar los materiales de la nuevas bandas dificultan un buen vulcanizado, esto por no tener pruebas técnicas de los ajustes hechos sin tener una base concreta para el proceso, además que cada banda tiene sus propias especificaciones de vulcanizado la empresa previamente tenia los parámetros ya establecidos por la realización de pruebas y seguimiento de sus proveedores para tener un flujo constate de la cocción del cojín (buen vulcanizado) [45].

- **Mano de obra**

En relación con la mano de obra, los operarios revisan el estado del envelo, pero a veces, por los desgastes no pueden observar minuciosamente como se encuentra la estructura interna, lo cual es un aspecto que dejan pasar por alto en el proceso del armado. Otro motivo es la reparación realizada del envoltorio, ya que, si no está bien curados los agujeros presentes, el cojín no se adherirá a la nueva banda en el vulcanizado ejecutados por las autoclaves. La inspección por parte de los operarios es fundamental por el estado de la carcasa, pero pese a que supere por error la inspección inicial, tiende a revelar sus defectos después del proceso de vulcanizado [45].

- **Maquinaria**

La autoclave por el tiempo que lleva en funcionamiento a sufrido desgaste en sus componentes tales como las resistencias, sistema de calentamiento o del aire afectan la uniformidad y estabilidad de la temperatura, lo que estaría afectando a la calidad del vulcanizado. La falta de sellado por la hermeticidad inadecuada se presentado en ocasiones por fugas de aires durante el proceso de vulcanizado, lo que afecta la uniformidad de la presión y la distribución de la temperatura, resultando en una vulcanización desigual y deficiente. Otro componente por la mala vulcanización al no tener un flujo constante es el compresor ya que este también ha venido presentando paros inesperados lo que afectaría a la adhesión y el rendimiento del neumático [47].

Pestañas dañadas

A continuación, en la Figura 56, se detalla el análisis de las 6'M del diagrama de Ishikawa con respecto al defecto de pestañas deformes o dañadas.

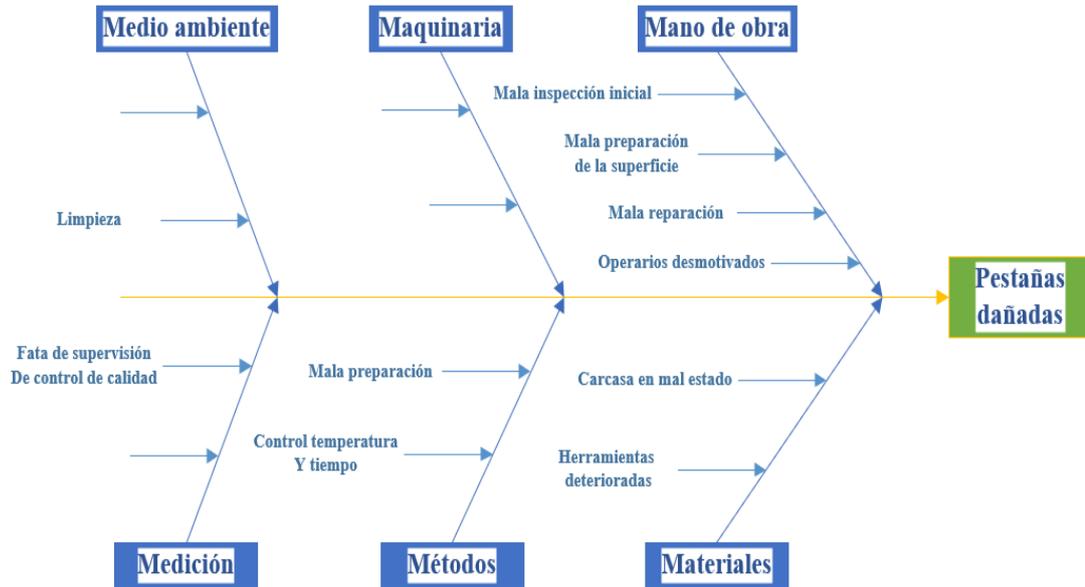


Figura 56. Diagrama causa-efecto de las pestañas dañadas

Se pueden evidenciar que los factores que causan tal defecto en el reencauche, con mayor cantidad y relación con la calidad del producto se atribuye a la mano de obra, materiales y los métodos ejecutados.

Para determinar los pocos vitales que generan este defecto, con la necesidad de mejorar estas causas que afectan a la creación en relación con las M's de calidad, se emplea el diagrama de Pareto.

La Tabla 28, se muestra la frecuencia y el porcentaje con las causas identificadas.

Tabla 28. Frecuencia de la causa de las pestañas dañadas

Causas del defecto pestañas dañadas			
Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% acumulado
Mano de obra	4	4	40,000
Materiales	2	6	60,000
Método	2	8	80,000
Medición	1	9	90,000
Medio ambiente	1	10	100,000
Total	10		

En la Figura 57, se detalla y se ilustra los datos recopilados para identificar los factores claves que genera el defecto ya mencionado.

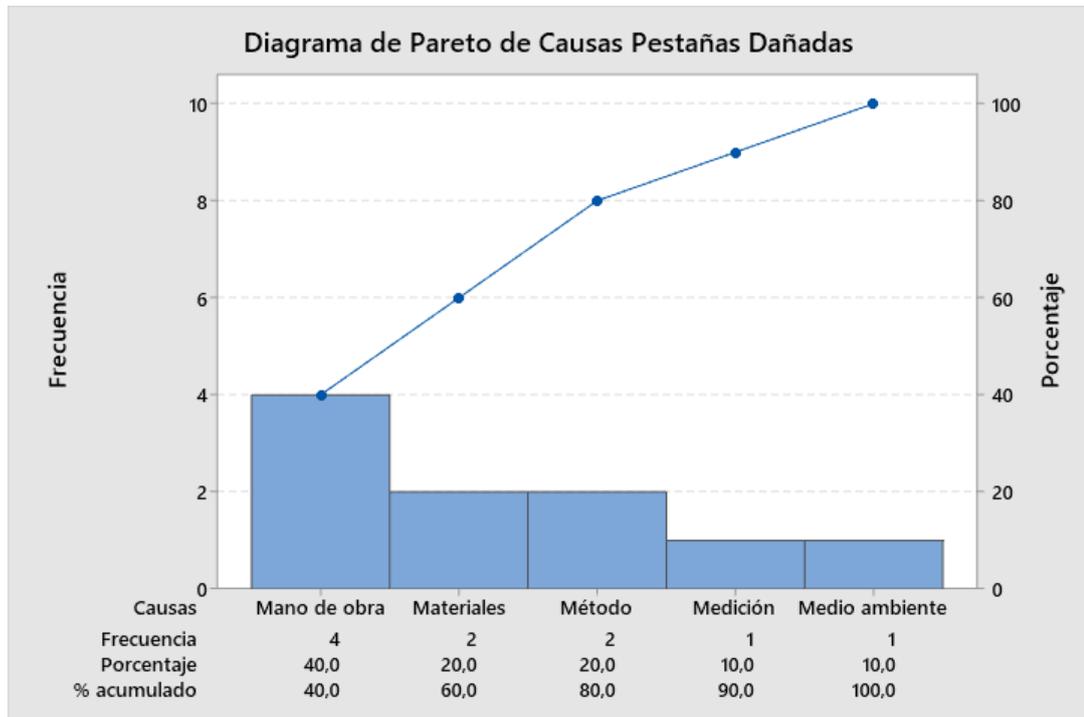


Figura 57. Diagrama de Pareto de las pestañas dañadas

Análisis

Se evidencia que los elementos más significativos que contribuyen al problema de pestañas dañadas o distorsionadas en el reencauche de los neumáticos son: la mano de obra ya que esta presenta el porcentaje más alto en relación con un 40%, seguido por los materiales de mal estado de los neumáticos y además de los métodos ejecutados

con un valor de 20% respectivamente, esto debido a los factores ya mencionados anteriormente.

Interpretación de resultados

- Mano de obra

Los operarios desempeñan un papel fundamental en el proceso, ya que utilizan una simbología para detectar daños presentes en la carcasa del neumático y su respectivo check list para los chequeos. Sin embargo, en ocasiones se producen errores en el área de inspección inicial, lo que dificulta la correcta identificación de los bordes del neumático y pasen de ser percibidos a simple vista por el operario. Además, una mala reparación de las pestañas o cejas, ocasionan que en el momento del proceso de vulcanizado se deformen y se dañen, por las aberturas que pueden existir por la mala preparación de la carcasa con una reparación deficiente por parte del operario encargado de dicha área.

Otro factor, que es observado es el personal desmotivado que afecta a negativamente en los procedimientos de las áreas productivas. Esto se debe a que la alta gerencia no cumplía con los pagos salariales a tiempo, esta situación repercute en la calidad del producto, ya que los operarios no realizan su trabajo de manera adecuada por la insatisfacción y preocupación causadas por los problemas económicos.

- Materiales

La producción del defecto de la pestaña, ya sean dañadas o deformes, se relaciona por la calidad de la materia prima empleada, en ocasiones, una carcasa en mal estado pasaba inadvertida durante la inspección inicial, que no era detectada a veces por el operario, pero solía ser detectada en el área de reparación o raspado [45]. Sin embargo, la gran mayoría se evidencia al fin del proceso del vulcanizado, esto por razones que al pasar bien la inspección inicial y tener una carcasa en casi en buenas condiciones para el reencauche este defecto se presentaba en la inspección final.

El uso de herramientas desgastadas dificultaba una correcta reparación de los bordes del neumático, esto por cuestiones que la empresa no contaba con un adecuado

abastecimiento de las herramientas por factores económicos y por la etapa que pasan por el aumento de las devoluciones del producto.

- **Métodos**

En la ejecución de una mala preparación del proceso por los operarios, que no se realiza de manera eficaz cada una de la etapas y pasos necesarios para adecuar la carcasa, antes de aplicar la nueva banda que involucra diferentes aspectos. Entre esto es la limpieza insuficiente en los bordes del neumático, lo que provoca que contenga la presencia de contaminantes [45].

La falta de desbastado en la zona del borde la ceja, en ocasiones no se retiraba toda la área dañada o contaminada para su reparación, esto provocaba poca durabilidad de la reparación y generaban en el proceso del vulcanizado la deformación de la ceja por el calor y el tiempo implantado en las autoclaves que ingresan por las aberturas presentes en el neumático.

Identificación de las causas raíz de los defectos

A través del análisis de las causas utilizando los diagramas de Ishikawa, se logra identificar el origen de los diferentes defectos presentes. Es en este punto donde se emplea la técnica de los 5 "por qué" para investigar en profundidad las causas subyacentes tanto en el caso de los tres defectos potenciales como son las sopladuras, mal vulcanizado y pestañas dañadas.

Los 5 ¿Por qué?

La aplicación de esta técnica busca obtener resultados que puedan ser comparados con los obtenidos a través de la herramienta previa, permitiendo así una visión más completa de las causas fundamentales asociadas a los defectos en estudio. En las Tablas 29, 30 y 31, se detalla a profundidad el análisis exhaustivo de cada defecto para la determinación de la causa raíz.

Tabla 29. Análisis 5 porqué de la causa raíz de las sopladuras

Defectos de las sopladuras		
1	¿Por qué se produce las sopladuras en los neumáticos reencauchados?	Porque existe contaminación en la carcasa al ingresar al proceso de vulcanizado.
2	¿Por qué?	Por una mala preparación de la superficie de la carcasa del neumático.
3	¿Por qué?	Los operarios no ejecutan bien las reparaciones y el proceso de escariado.
4	¿Por qué?	Por el estado de la carcasa de los neumáticos que evidencia mucho daño estructural.
5	¿Por qué?	No se evidencia todos los daños en el proceso de inspección inicial, ya que no se puede ver a simple vista.

Análisis

Este tipo de defecto se presenta por cuestiones que los operarios no ejecutan adecuadamente ciertos pasos para la preparación de la superficie de la carcasa del neumático, percutiendo en las áreas de escariado y reparado. Otro factor es la mala inspección inicial en ciertos parámetros, ya que para evidenciar daño por el interior o estructural no se lo puede hacer a simple vista.

Tabla 30. Análisis 5 porqué de la causa raíz del mal vulcanizado (flujo no continuo)

Defectos de las mal vulcanizado (flujo no continuo)		
1	¿Por qué se produce un mal vulcanizado por el flujo no continuo en los neumáticos reencauchados?	Por un mal proceso del vulcanizado de los neumáticos en la cámara de las autoclaves.
2	¿Por qué?	Por la pérdida de presión o falta de presión y mala distribución de calor dentro de las autoclaves.
3	¿Por qué?	Por una mala colocación de los envelo y desgastes molde en el neumático.
4	¿Por qué?	Existe aire atrapado en los moldes que no son sacados en su totalidad creando un mal sellado.
5	¿Por qué?	Los operadores no revisan de manera regular los moldes para el recubrimiento del neumático.

Análisis

Se determinó que el causante principal es la falta de presión dentro del proceso de vulcanizado y la mala distribución del calor en los neumáticos lo que generaría que el vulcanizado no tenga el flujo continuo con el cojín, esto relacionado con los forros

(envélos) desgastado o con fisuras, que no penetren adecuadamente el calor en ciertos lugares perdiendo la hermeticidad en las carcasas dentro del vulcanizado.

Tabla 31. Análisis 5 porqué de la causa raíz de pestañas dañadas

Defectos de las pestañas dañadas		
1	¿Por qué se produce las pestañas dañadas en los neumáticos reencauchados?	Existencia de una cristalización del neumático en el proceso de vulcanizado.
2	¿Por qué?	Al no tener una adecuada reparación en la ceja.
3	¿Por qué?	Por el estado en que se encuentra el neumático.
4	¿Por qué?	Por una mala inspección inicial por parte del operario.
5	¿Por qué?	Falta de capacitaciones tanto en la zona de inspección y de reparaciones.

Análisis

Después de una minuciosa evaluación del defecto, se determinó que las imperfecciones en el neumático reencauchado se atribuyen por una mala reparación de la zona de la ceja presentando porosidad o aberturas que provoca que se cristalice y se desprenda al caucho. Esto erradicado por una mala inspección inicial del operario al no reconocer los límites de daños que debe presentar el neumático para poder ser reencauchado

Discusión de resultado

Basándonos en el estudio de los diagramas de Ishikawa y el empleo de la técnica de los 5 por qué, se han identificado las causas raíz de cada problema de los defectos presentes en el reencauche.

En la Tabla 32, se detalla cada una de estas causas con la relación que tiene con las M's de calidad para su posterior mejora.

Tabla 32. Causa raíz de los defectos del reencauche

Defecto	Causa raíz	6 M's
Sopladuras	Mala preparación de la superficie por escariado y reparación.	Mano de obra
	Por mal estado del neumático no se ha evidenciado daño estructural interna.	Materia prima
	Humedad en los neumáticos.	Métodos, Materia prima
	Sobrecalentamiento.	Métodos
Mal vulcanizado (Flujo no constante)	Por falta de presión en el proceso de vulcanizado	Maquinaria
	Envelos desgastados	Mano de obra y materia prima
Pestañas dañadas	Mala reparación	Mano de obra y
	Mala inspección del neumático	Métodos

3.3 Evaluación de la calidad sigma del proceso del reencauche

3.3.1 Análisis de variabilidad de la línea de producción

Para estudiar el desempeño y el comportamiento del proceso productivos es necesario analizar la variabilidad que existe a lo largo del tiempo. Para ello, se emplea los datos recopilados anteriormente que son por atributos que sigue una distribución Binomial y su aproximación a la normal. Esto se debe a que un neumático reencauchado no tiene que presentar ningún defecto para su liberación, es decir, cumple o no cumple con las especificaciones (paso o no pasa) [30].

Con el anexo C, se recopilaron los datos de la investigación registrando la cantidad de neumáticos reencauchados defectuosos y los que son enviados a ser reprocesados por tener algún tipo de defecto encontrado. Estos datos se muestran en la Tabla 33.

Tabla 33. Datos de defectos en la línea de producción de reencauche

Tipo de defecto										
Lote	Sopladuras	Flujo no constante en la unión (mal vulcanizado)	Pestañas dañadas	Grietas o cortes en el neumático	Empalmes	Vacios en los hombros	Grietas circunferenciales	Parches con bordes sueltas	Envejecimiento del neumático (Fisuras)	Total
1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6
2	4	1	0	1	0	0	0	1	0	7
3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	5
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0		0	0	1	0	0	0	3
6	0	3	0	0	0	1	0	0	0	4
7	3	1	0	0	0	0	0	0	1	5
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
12	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4
13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
15	2	3	1	0	0	0	0	0	0	6
16	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
20	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	29	18	6	3	2	2	1	1	1	63

Cartas de control tipo P

Mencionado anteriormente, cuando se trabaja con un proceso en el que los datos siguen una distribución binomial, se emplea una herramienta conocida como cartas de control tipo P que son adecuadas analizar la proporción de defectos. En este caso, con el formato empleado del anexo C y con la Tabla 33, se procesan mediante el uso del software Minitab, incluyendo sus herramientas estadísticas. Lo cual, brindara

información necesaria sobre el estado actual del proceso por medio del informe de capacidad.

Los datos recopilados se presentan en la Tabla 34, y se calculan los valores de la cantidad de proporción de defectos de cada lote, con el uso de la formula específica de la ecuación [4].

Tabla 34. Datos para la gráfica de la carta de control tipo p

Lote	Muestra del lote (ni)	Neumáticos defectuosos (di)	Proporción de defectuosos
1	48	6	0,095
2	48	7	0,111
3	48	5	0,079
4	48	0	0,000
5	48	3	0,048
6	48	4	0,063
7	48	5	0,079
8	48	2	0,032
9	48	2	0,032
10	35	1	0,016
11	48	3	0,048
12	48	4	0,063
13	48	3	0,048
14	48	2	0,032
15	48	6	0,095
16	48	3	0,048
17	32	2	0,032
18	48	0	0,000
19	48	2	0,032
20	48	3	0,048
Total	931	63	

Para el cálculo de los límites de carta de control, es necesario encontrar los valores p y n, empleando la ecuación (5), en la Tabla 35, se detalla los valores encontrados.

Tabla 35. Datos para los límites de control p

Datos	
P	0,0676
n	46,55

Una vez obtenido dichos valores para armar la carta de control y su grafica se utiliza la ecuación (6), consiguiendo los resultados de los límites de control en Tabla 36.

Tabla 36. Límites de carta de control p

Límites de la carta	
LCS	0,1728
LC	0,0676
LCI	0

Gráfica de carta de control

Para crear la carta de control, se utiliza el software Minitab para procesar la información. En este proceso, se establece y se calculan los valores de los límites de control tanto línea central, superior como inferior con el empleo de la ecuación (6), ya mencionado.

Mediante el uso de la carta P proporcionado por el software, se representa en la Figura 58, donde se analiza la variabilidad del proceso del reencauche de neumáticos.

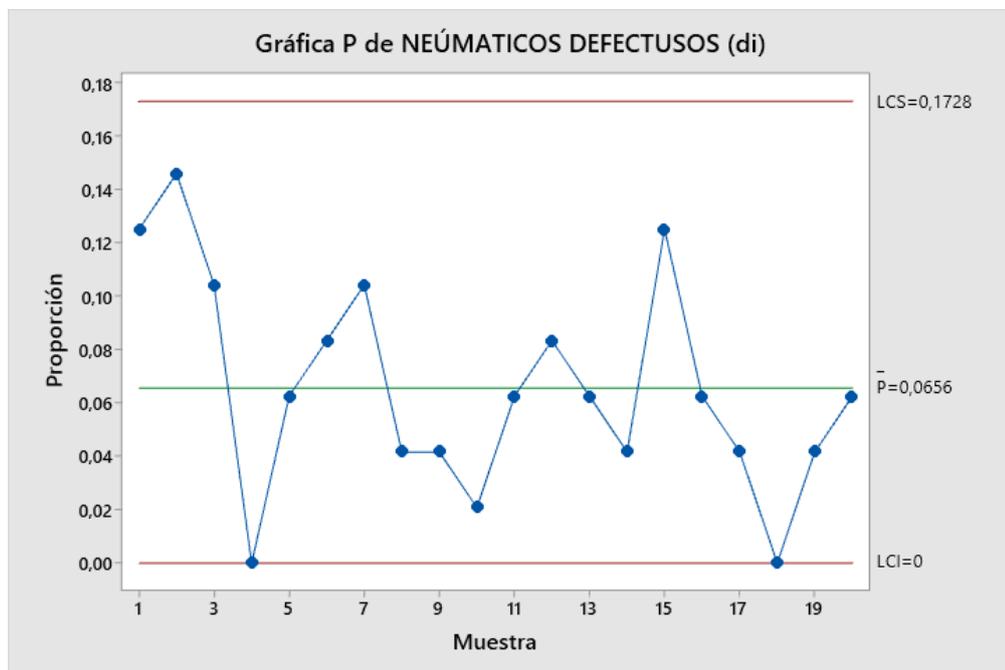


Figura 58. Grafica de la carta de control p del proceso de reencauche

Para determinar el comportamiento del proceso y poder interpretar la carta de control y sus causas de inestabilidad, es necesario dividir en seis zonas iguales con el fin de examinar el comportamiento los puntos de la carta [31].

Por medio de la Tabla 3, se pretende utilizar con el fin de analizar e interpretar los resultados de la carta de control, los cuales nos servirán para determinar si el proceso está experimentando variaciones. Esto permitirá identificar cuando un proceso es inestable y que tipo de causas que generan dicha inestabilidad [30].

Análisis de la carta de control

Se puede observar en la Figura 58, no se registran puntos fuera de los límites de control en el proceso de reencauche de neumáticos, es decir, que el proceso es estable con un control estadístico, pero presenta una variación debido a que los puntos no está constantes o cercanas a la línea centro que sería lo ideal y tiene un patrón aleatorio. Esto puede deberse a causas comunes, que son inherentes a las condiciones habituales de la M's de calidad. Además, de cada muestra de lote 48 neumáticos reencauchados es de esperar que la cantidad de defectos (proporción de defectos) varíe entre los valores de 0 a 0,1728 y con un promedio de 0,0656.

Sin embargo, con el fin de obtener una comprensión más precisa del proceso, se emplea la carta de control np, siendo, más adecuado por tener un tamaño de muestra constante. Esta carta se utiliza para analizar la cantidad de defectuosos por subgrupos o lote, en este caso, se utilizan los mismos datos recopilados en la Tabla 37.

Tabla 37. Datos para la gráfica de la carta de control tipo np

Lote	Neumáticos defectuosos (di)	Udi
1	6	3,150
2	7	3,150
3	5	3,150
4	0	3,150
5	3	3,150
6	4	3,150
7	5	3,150
8	2	3,150
9	2	3,150
10	1	3,150
11	3	3,150
12	4	3,150
13	3	3,150
14	2	3,150
15	6	3,150

16	3	3,150
17	2	3,150
18	0	3,150
19	2	3,150
20	3	3,150

Para el cálculo de los límites de carta de control, es necesario encontrar los valores p y n , empleando la ecuación (6), en la Tabla 38, se detalla los valores encontrados.

Tabla 38. Datos para los límites de control np

Datos	
n	48
p	0,065625

Una vez obtenido dichos valores para armar la carta de control y su gráfica se utiliza la ecuación (7), para encontrar los límites de control, detalla en la Tabla 39.

Tabla 39. Límites de la carta de control np

Límites de control	
LCS	8,2975
LC	3,15
LCI	0

Grafica carta de control

Para crear la gráfica de la carta de control, se utiliza el software Minitab para procesar la información recolectada. En este proceso, se establece y se calculan los valores de los límites de control tanto línea central, superior como inferior ya encontrados anteriormente, para su rectificación.

En la Figura 59, se representa la carta np proporcionada por el software, donde se analiza la variabilidad del proceso del reencauche de neumáticos por subgrupo.

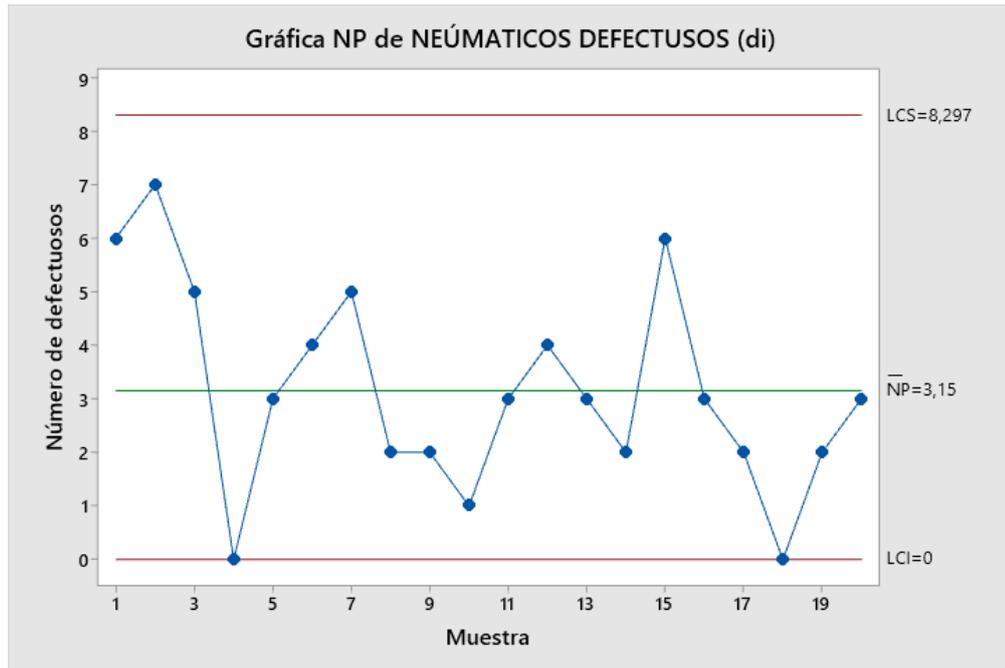


Figura 59. Grafica de la carta de control np del proceso de reencauche

Análisis de la carta de control

En la Figura 59, se puede deducir que el proceso productivo del reencauchado de neumáticos, presentando variabilidad similar a la Figura 58, al no estar cercana al centro de la línea ciertos puntos. Se evidencia, que los datos representados en la carta exhiben un comportamiento impredecible o aleatorio, es posible que ocasionalmente puedan existir en el transcurso del tiempo puntos fuera de los límites de control o que se comience a identificar un patrón en común. No se han identificado puntos que estén fuera de los límites de control, lo que indica que la variación del proceso se debe principalmente por causas comunes que pueden presentarse en el día a día [48].

Por lo tanto, se estima que de una muestra de 48 neumáticos reencauchado e inspeccionados, la cantidad productos defectuosos o rechazados al final del proceso productivo, fluctuó de 0 hasta 8. Además, de tener un valor promedio de 3,15. Esta cantidad de producto no conforme representa para la empresa contratiempos en la producción, reprocesos y lo más importante pérdidas económicas, por tal motivo es un punto crítico que se puede mejorar.

Interpretación del resultado

Aunque no se ha identificado puntos fuera de los límites de control, se evidencia ciertos puntos cercanos a estos límites, generando variabilidad y que esto no garantiza que el proceso cumpla con los criterios de calidad. En las industrias de inyección de suelas de cauchos para calzado, según estudios mencionan que los procesos en su gran mayoría se mantienen un control estadístico adecuado, sin embargo, no pueden cumplir las expectativas deseadas [49].

Debido a que estas causas de los problemas no siguen un comportamiento en específico más bien un sistema aleatorio y no uno en especial, se relacionan por ser causas comunes de la M's, estos problemas son debido a la materia prima utilizada, la rotación de los operarios en los diferentes puestos, contaminación existente y el proceso de vulcanizado que presenta variación para la cocción del cojín con la banda nueva en la carcasa. Otros factores que afecta la variabilidad en el proceso son debido a los métodos ejecutados, ya que la empresa ha empleado diversos parámetros para el vulcanizado creando así un proceso con falla en el producto final, por nuevas adquisiciones de banda de rodamiento para las carcasas con diferente especificación para el vulcanizado.

Informe de capacidad del proceso

Para el análisis de capacidad del proceso de la línea del reencauche, con el empleo del software Minitab se evaluará el proceso para determinar su estado.

En la Figura 60, se representa la capacidad desarrollada obtenida con los datos recopilados anteriormente.

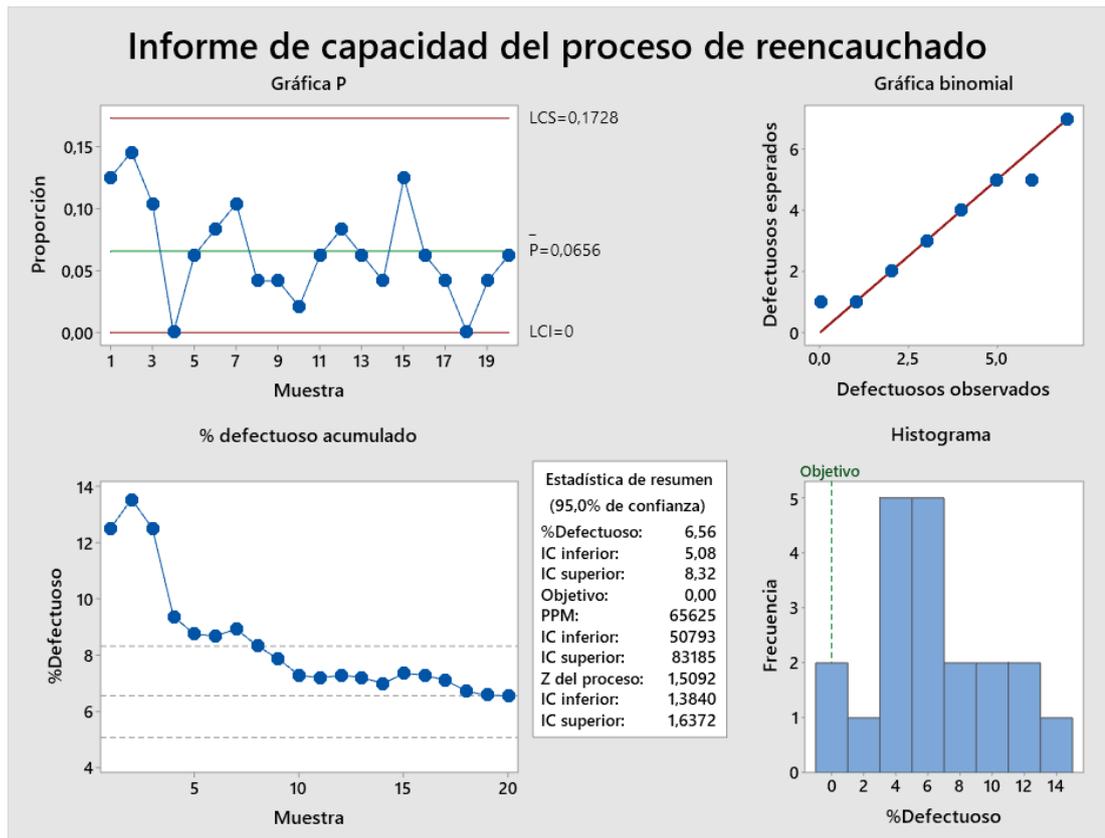


Figura 60. Informe de capacidad del proceso de reencauche de neumáticos.

En relación con la representación de la Figura 60, se lleva a cabo un análisis detallado de cada gráfica.

Análisis e interpretación de resultados

- Carta de control P

La gráfica de la carta de control P, detalla y rectifica que el proceso se encuentra en bajo control, presentando un patrón aleatorio, sin embargo, presenta variabilidad media alta ya que no se encuentra cerca de la línea centro ciertos puntos, siendo necesario analizar adecuadamente en relación con las M's de calidad las causas que generan estos tipos de defectos en el cambio de la banda nueva en el neumático y métodos del proceso de reencauche.

- **Gráfica binomial**

Al analizar la ilustración, se puede observar que los datos no siguen una adecuada distribución binomial exacta, ya ciertos puntos relacionados con los defectuosos esperados y defectuosos observados no se encuentran cerca de la línea central. Una posible explicación de esto podría ser la presencia de puntos que se encuentran en el límite de control inferior.

- **Porcentaje de defectuoso acumulado**

Este tipo de gráfica evalúa el valor acumulado de elementos defectuosos con el propósito de determinar si se ha tomado una cantidad suficiente de muestra para lograr una valoración estable del porcentaje de defectuoso. Se evidencia que a lo largo de la línea central se mantendría estable a partir de la muestra 15, esto indica que el estudio de capacidad ha incluido una cierta cantidad apta de muestras para obtener una valorización estable y fiable de la media del porcentaje de defectuosos de los productos.

- **Histograma**

Al analizar y observar que la mayoría de las barras se encuentran al lado derecho del trazo de la línea de objetivo, se puede concluir que el proceso no es capaz de cumplir con los estándares requeridos. En esta representación gráfica se examina la distribución del porcentaje de defectuosos en cada muestra y su frecuencia.

Resumen estadístico del proceso

Según la información proporcionado con el software Minitab [50], en la Figura 60, se representa la relación con el análisis del informe de capacidad, se puede observar un resumen estadístico que revela datos significativos. Dicha información se presenta en la Tabla 40.

Tabla 40. Resumen estadístico del proceso de reencauche

Estadístico resumen	
Porcentaje de defectuosos	6,56
Límite superior	8,32
Límite inferior	5,08
PPM	65625
Z del proceso	1,5092

Se estima que, con un nivel de confianza del 95.0%, al procesar un millón de neumáticos reencauchados, en promedio, se esperaría que aproximadamente 65625 de ellos presente defectos. Además, el porcentaje de defectuosos del 6.56% se encuentra dentro del rango establecido por los límites inferior y superior (5.08% - 8.32%). Esto sugiere que el proceso cumple con las especificaciones establecidas, ya que la tasa de defectuosos se mantiene dentro de los límites aceptables.

La estabilidad del proceso de reencauche tiene una cierta estabilidad, ya que no se encuentra significativamente desviada a ningún límite. Además, se destaca que el valor de z, utilizada para evaluar la capacidad del proceso, es 1.5092. Para interpretar este valor, se considera que un valor entre 1 y 2 indica que el punto de datos está moderadamente alejado de la media, pero aún se encuentra dentro de un rango [30]. En otras palabras, el valor z de 1.5092 sugiere que el punto de datos está relativamente cerca de la media del proceso, pero presenta cierta variabilidad.

En conclusión, el proceso actual se encuentra dentro de los límites aceptables en términos de calidad, pero existe la oportunidad de realizar mejoras adicionales para reducir aún más la tasa de defectuosos y aumentar la calidad del producto.

Nivel sigma del proceso

Se realiza una evaluación del nivel de calidad del proceso de la línea de reencauche, dado que los datos siguen una distribución Binomial, cercana a la distribucional Normal (“paso o no pasa”), se emplea las partes por millón (PPM), siendo características de la métrica sigma. Esta métrica se determina mediante el informe de capacidad del proceso, como se muestra en la Figura 60.

Para calcular el nivel de calidad sigma del proceso, es necesario el empleo de la fórmula descrita en la ecuación [13].

En la Tabla 41, se detalla el valor obtenido del nivel de calidad sigma, después de aplicar la formula correspondiente.

Tabla 41. Nivel sigma de la línea de reencauche

Valor del nivel sigma de la línea de reencauche	
Z_c	3,02

Rendimiento del proceso

Además, otra métrica de calidad que se emplea y que es relevante conocida como el índice Yield “Y”, que proporciona información sobre el rendimiento del proceso. Para determinar este índice, se relaciona el valor del nivel sigma encontrado anteriormente, siendo necesario aplicar la ecuación (10).

Después de aplicar la formula correspondiente, se obtiene el rendimiento del proceso detallado el valor en la Tabla 42.

Tabla 42. Índice Yeild del proceso reencauche

Valor del rendimiento del proceso	
<i>Yeild</i>	0,934

Al aplicar la formula mencionada, se obtiene un valor de Yeild igual a 0,934375. Este valor indica que la probabilidad de que un neumático reencauchado al finalizar por la línea de producción sin presentar ningún tipo de defecto, lo cual se considera

Con el propósito de verificar nivel sigma encontrado del proceso anteriormente, se aplica el anexo F y el valor del índice Yeild hallado. En caso de ser necesario realizar una interpolación, se aplica la ecuación (11).

Capacidad del proceso

Con el propósito de conocer la capacidad del proceso potencial, refiriéndose para medir el cumplimiento con las especificaciones del producto. Para encontrar dicho valor, se aplicará la ecuación (9).

Después de aplicar la formula correspondiente, se obtiene el rendimiento de proceso detallado el valor en la Tabla 43.

Tabla 43. Capacidad potencial del proceso

Capacidad del proceso	
C_p	1,005

Con un valor C_p de 1,005 del proceso, indica que la variación del proceso está muy cerca del límite de especificación. Esto significa que el proceso tiene una capacidad limitada para mantenerse dentro de las especificaciones y existe una mayor probabilidad de que se produzcan defectos o errores fuera de los límites establecidos. Para una mayor interpretación de este valor se utiliza el anexo G, como guía para reconocer en cual categoría se presenta el proceso, que será analizado más adelante.

Resumen del nivel de calidad del proceso

Una vez realizado los cálculos pertinentes en la obtención del índice de capacidad del proceso empleando las métricas Six Sigma, se procede a evaluar el funcionamiento de la línea productiva del reencauche. En la Tabla 44, se detalla todos los datos encontrados anteriormente, proporcionando una visión completa de la situación actual.

Tabla 44. Métrica sigma del proceso de reencauche de neumáticos

Calidad del proceso de reencauchado	
PPM	65625
Nivel Sigma	3,015
Nivel Sigma largo plazo	1,5
Rendimiento "Yeild"	0,9343
Capacidad del proceso	1,005
Promedio de defectos	3,15

Interpretación de resultados

Este análisis exhaustivo permite determinar como se encuentra actualmente el rendimiento de la línea productiva y establecer posibles áreas de mejora. Por medio de este análisis estadístico, se obtuvo los siguientes resultados:

- Partes por millón

Con un nivel del 95% de confianza, el análisis estadístico estima que se obtiene un porcentaje del 6.56% de productos defectuosos, es decir, al producir una cantidad de un 1.000.000 de neumáticos reencauchados se tendrá un total de 65,625 defectos o errores en el proceso de producción.

Con base a estos resultados, se concluye que el valor del PPM es considerado respectivamente medio alto y el proceso contiene una tasa de defectos significativo. Esto refleja que no cumple el proceso con los estándares de calidad deseados o esperados por la empresa, es probable que se requiera mejoras como acciones correctivas para minimizar los productos defectuosos y mejorar el producto respecto a la calidad.

- Nivel Sigma

El proceso contiene un nivel sigma de 3.01, este valor indica que se encuentra aproximadamente entre el límite de especificación más cercano y el rendimiento del proceso. En términos generales, se considera en un estándar aceptable o regular para la calidad del proceso, pero no representa un valor six sigma que toca empresa se enfoca en llegar. Además, el nivel sigma a largo plazo del proceso productivo se encuentra en un valor de 1.52 sigma, asumiendo que ocurriera un desplazamiento sigma de 1.5 a partir del valor nominal, generando así el nivel del proceso real de 3.01 sigma. Todo esto refleja que el desempeño del proceso productivo se mantiene con un rendimiento promedio al igual que la mayoría de las empresas en términos de calidad a nivel global [51].

El proceso de reencauche de neumáticos representa un funcionamiento regular, ya que su valor sigma no se encuentra tan bajo, sino en una posición competitiva para mejora con respecto a la calidad, sin embargo, esto no quiere decir que se tenga una calidad adecuada. En estudios realizados a organizaciones, enfocados en Six Sigma y el Lean se ha demostrado tener niveles inferiores a 3 sigma, asociados a un rendimiento bajo [52] [51].

Considerando que el rendimiento regular o típica que puede tener una empresa se sitúa en torno a un nivel 3 sigma, y que se busca alcanzar un nivel de desempeño de 4 sigma. Es necesario tener en consideración los siguientes aspectos de la Figura 61.

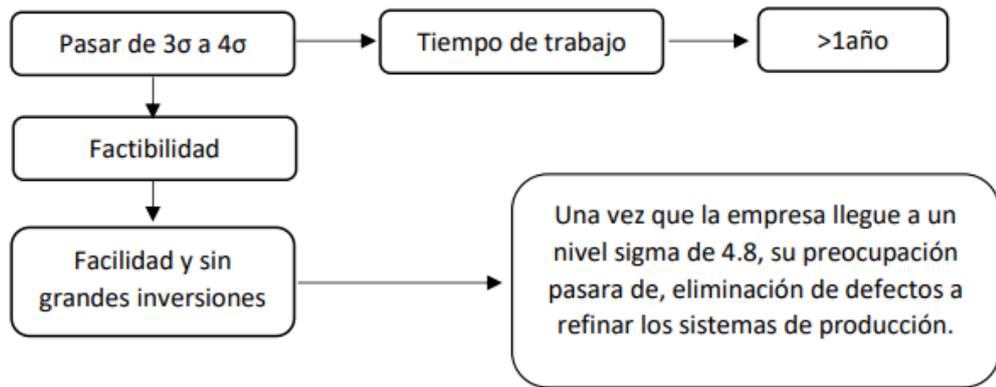


Figura 61. Seguimiento Six Sigma

- **Rendimiento del proceso “Yeild”**

El proceso representa un rendimiento del 93%, que al producir neumáticos reencauchados y al pasar al área de inspección final, éstas se encuentren libres de cualquier tipo de defecto. Además, este valor del indicador se considera temporalmente aceptable con un buen desempeño, pero es necesario buscar y analizar alternativas de mejoras para aumentar el rendimiento a lo largo del tiempo y el nivel de conformidad, con propósito de reducir la variabilidad del proceso [30].

- **Índice de capacidad del proceso potencial “Cp”**

En base a la información recolectada del proceso, se obtuvo el valor del índice de la capacidad potencial de 1, correspondiente a una categoría o clase de 3. Lo que indica que no es adecuado para el trabajo en cuestión, de manera que se requiera a más profundidad el análisis del proceso, modificaciones significativas para lograr alcanzar con los estándares de calidad deseados o satisfactoria [30].

- **Promedio de defectos**

En este punto, la media de defectos en el reencauche de neumáticos se sitúa en aproximadamente 3 productos defectuosos, que incluyen sopladuras y mal vulcanizado. Esta cifra se calcula por cada lote de producción compuesta por 48 unidades de neumáticos con la nueva banda de rodamiento.

3.4 Plan de mejora del proceso del reencauche de neumáticos

Con el análisis y la identificación de las causas que generan el aumento de las garantías por el desprendimiento de la banda y estudiado la variabilidad que existe en el proceso, es esencial crear acciones para la reducción de este problema que tiene la empresa actualmente. Con este fin, se propone mejoras destinadas a reducir o eliminar las causas identificadas, con el propósito de controlar adecuadamente la calidad del proceso del reencauche de los neumáticos.

En la Figura 62, se detalla la estructura del seguimiento y desarrollo para el plan de mejora de los procesos con el fin de tener una visión clara del entorno.

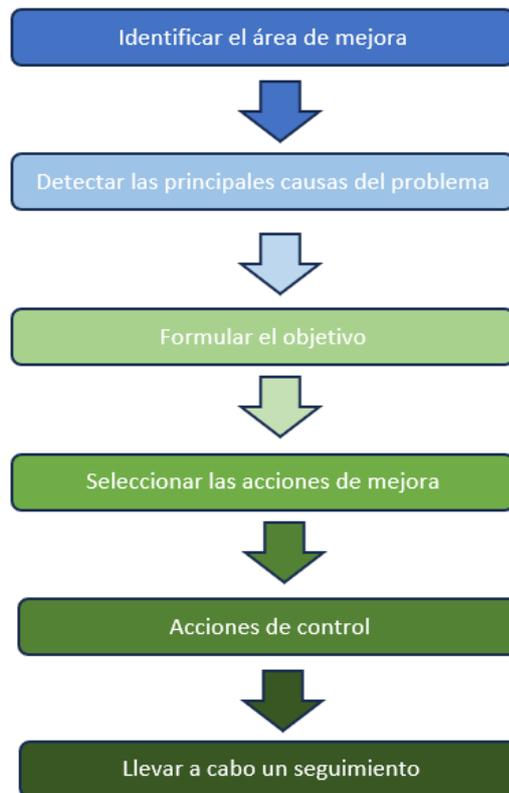


Figura 62. Desarrollo de un plan de mejora

3.4.1 Planteamiento del plan de mejora

Durante esta etapa, se generaron diferentes alternativas para mejorar el proceso del reencauchado, teniendo en cuenta los resultados del estudio de las causas que afecta el proceso productivo, estas acciones buscan mejorar y estabilizar su rendimiento.

En la Tabla 45, se presenta las propuestas de mejora con relación al proceso del reencauche de neumáticos para la empresa “Caucho Sierra S.A”, por cuestión de las devoluciones por desprendimiento de la banda.

Tabla 45. Propuesta para la solución de las causas a los problemas

Problema de la calidad	Causa	Propuesta de solución	M's
Devoluciones por desprendimiento de la banda	Mala preparación de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos escariado y raspado - Plan de mantenimiento a la raspadora - Planes de capacitación 	Mano de obra Métodos
	Contaminación por mala manipulación en la preparación de la superficie	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de productos de limpieza - Colocación de bandas protectora de plástico 	Mano de obra Métodos
	Por mal estado del neumático no se evidenció daño estructural interna.	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas nuevas de inspección por tecnología 	Maquinaria Métodos
	Mal vulcanizado	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos de mantenimiento - Automatización de la autoclave - Reparación de envelos o moldes 	Maquinaria Métodos Mano de obra

La dirección de la empresa muestra un gran compromiso con la calidad de sus productos y busca disminuir significativamente la cantidad de productos devueltos, reduciendo las garantías. En consecuencia, estas propuestas serán consideradas para su implementación en un futuro próximo para el beneficio de la empresa, a continuación, se detalla las propuestas de los planes creados para la mejora.



**PROCEDIMIENTOS
PARA EL
REENCAUCHADO DE
NEUMÁTICOS**



Índice de contenido

Introducción.....	126
Objetivo.....	127
Alcance.....	127
1. Preparación de la superficie.....	128
1.1 Procedimientos para la verificación de la superficie del raspado.....	128
1.2 Procedimientos del escariado.....	136
1.3 Procedimientos de limpieza.....	141
1.4 Procedimientos del reparado.....	146
2. Procedimientos del reparado de los moldes (armado).....	152

Introducción

El presente plan de mejora para la empresa “Cauchos Sierra S.A”, tiene la necesidad de elevar la calidad del reencauche y asegurar la confianza en el mercado, debido a los aumentos de las devoluciones por desprendimiento de la banda con el objetivo de reducir este problema. Este plan de procedimiento plasmará las actividades a ejecutar o cumplir de manera adecuada en la preparación de la superficie de la carcasa, el documento está destinado a los operarios del proceso productivo de ciertas áreas. A medida que se mejora el proceso se cambiará ciertos apartados en el documento.

Objetivos

General

Establecer acciones correctoras a las causas que provocan el desprendimiento de la banda de rodamiento en la preparación de la superficie en ciertas áreas del proceso productivo de la empresa Cauchos Sierra S.A.

Específico

Potenciar la eficiencia y mejoramiento en las actividades del proceso productivo y aumentar las destrezas de los operarios con la finalidad de elevar la calidad de los productos reencauchados de la empresa Cauchos Sierra S.A.

Alcance

Abarca a las áreas de raspado, escariado, armado y relleno, con el propósito fundamental de establecer una adecuada preparación de la superficie, eliminación de la contaminación, hermeticidad de los foros y radios de raspados óptimos, así mismo, se busca implementar seguimientos y monitoreos de las actividades del proceso.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO CAUCHO SIERRA S, A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Mala preparación de la superficie	
Procedimiento	Raspado	
Responsable	Jefe de producción y operarios	

1. Objetivo

Establecer procedimientos e inspecciones estandarizadas para garantizar la uniformidad de la eliminación del caucho desgastado, verificando que se cumplan con las especificaciones para una preparación de la superficie adecuada y tener una buena base para la aplicación de la banda de rodamiento.

2. Alcance

El procedimiento comprende al operador del área de raspado del proceso de reencauche de neumáticos.

3. Responsables

Jefe de producción: Persona encargada en coordinar y supervisar las actividades que se llevan a cabo en la fabricación del producto reencauchado, cumpliendo la función de planificar la producción y de recurso con estándares de eficiencia.

Jefe de calidad: Responsable de garantizar que el producto cumple con los estándares y requisitos establecidos, con la supervisión del proceso, inspecciones y análisis para corregir posibles problemas.

Operarios: Persona responsable en la ejecución de las actividades laborales de producción del producto, siguiendo el procedimiento establecido.

4. Términos

Moto tool: Herramienta eléctrica o neumática manual empleado para las actividades de pulir, esmerilar y perforar materiales en el neumático.

Regleta de exteriores: Empleado para la medición de radios de la carcasa para verificar el correcto raspado con su respectivo radio.

Remanente: Indica cuanto caucho se encuentra disponible antes de llegar a los indicadores de desgastes.

5. Desarrollo

Para realizar un control correcto sobre la eliminación de la banda de rodamiento antigua o desgastada, se describe las actividades a seguir por parte del operador, con la finalidad de preparar la superficie uniforme y tener una buena base para la adhesión de la nueva banda, con lo que se deberá emplear las siguientes herramientas detallada en la Tabla 46.

Tabla 46. Herramientas utilizar para el control del raspado

Herramienta	Descripción	Figura
Plantilla de radios	Ayuda a rectificar que el radio de la corona de la carcasa raspada este uniforme a la plantilla del radio a emplear y no exista ángulos que afecte al reencauche.	
Calibrador de profundidad	Permite rectificar el grosor de superficie de la carcasa raspada en diferentes zonas con la finalidad de determinar la eliminación adecuada del caucho.	
Cinta métrica	Ayuda a tomar medidas para que no exista dispersión de la eliminación del caucho de los hombros y que ambos tengan las misma longitud o medida.	

Una vez retirado la antigua banda de rodamiento, se deberá comprobar la uniformidad de la superficie de la carcasa, siendo necesario emplear las herramientas descritas para

verificar el radio de raspados, remanente del caucho y de los hombros, con el propósito de cumplir con las especificaciones requeridas para cada neumático. Se detallan las actividades a continuación:

Pasos para la verificación del raspado

1. Una vez raspado el neumático, se empleará la plantilla con la identificación del radio de neumático a verificar, colocando sobre la corona de la superficie comprobando el radio de raspado es el correcto y no exista ángulos que puedan afectar la adhesión.



Figura 63. Plantilla de radio de raspado

2. Se controlará por medio de un calibrador de profundidad la cantidad adecuada del remanente del caucho entre 2 a 3 mm según la norma INEN 2582, para asegurar que no se llegue a las lonas de la carcasa, realizando una pequeña cavidad en la superficie y recopilar la medida.



Figura 64. Verificación de profundidad del raspado

3. Verificar que ambos costados tengan la misma medida proporcional, desde el punto de la ceja hasta el borde del raspado realizado posteriormente. Si la medida no corresponde exactamente con al otro costado se debe rectificar.



Figura 65. Medición de los costados a los hombros

4. Si todo está perfectamente realizado y se ha comprobado el correcto raspado sin ángulos o irregularidades, se continuará al siguiente proceso.

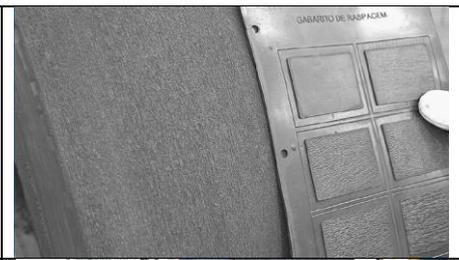
Con estas acciones correctoras se mejora la calidad del proceso del reencauche y además la reducción de devoluciones por el desprendimiento de la banda.

Una vez, optado estas verificaciones se realizará la correcta preparación de la superficie en el área de raspado, en la Tabla 47 se detalla los pasos a seguir por parte del operario.

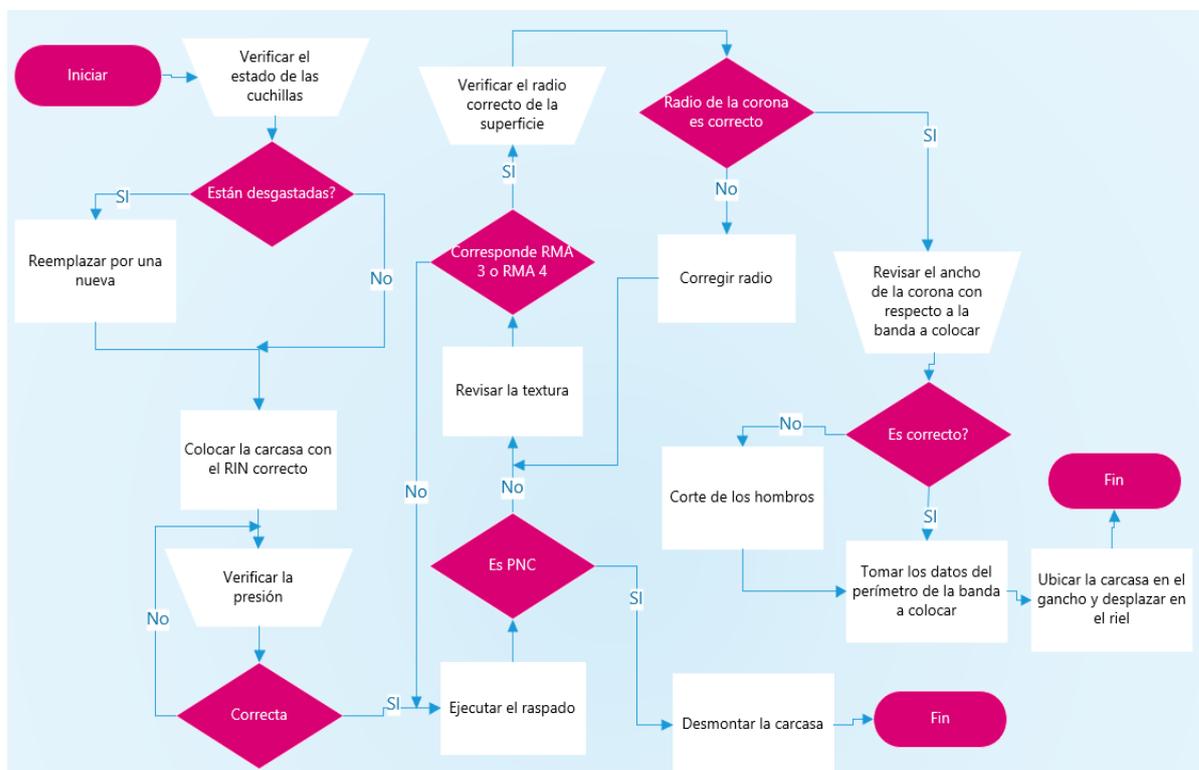
Tabla 47. Procedimiento del proceso de raspado

		Procedimiento del Raspado
N°	Procedimientos	Gráfico
1	Verificar el estado de las cuchillas de la máquina, para tener un adecuado desbaste del caucho de la banda desgastada.	
2	Identificar y colocar el RIN en la máquina de acuerdo con el tamaño de la carcasa y lubricamos el caucho del RIN.	
3	Calibrar el pedestal de la máquina con la verificación que la regleta este en 0°.	
4	Inflar el neumático a una presión acorde a 1.8 bares con una tolerancia de +/-0.2 bares. Radios menor a R17 se recomienda bajar la presión a 1.2 bares con la misma tolerancia de error.	

5	<p>Verificar que la ceja de al flanco del RIN para evitar que no exista fugas de aire y excentricidad en la rotación de la llanta.</p>	
6	<p>Iniciar el proceso del raspado desde el centro hacia los extremos, el desbastado entre 1 a 2 mm en cada corte, ayudando a conservar el radio de raspado requerido.</p>	
7	<p>Revisar el radio de raspado corresponda con el requerido, con la ayuda de una regleta de exteriores.</p>	
8	<p>Se realizar una pequeña cavidad en la carcasa con el empleo la herramienta a baja revolución hasta exponer el primer cinturón.</p>	
9	<p>Verificar el remante de la carcasa que este entre 3 a 4 mm antes de llegar a los cinturones, con la ayuda de un calibrador de profundidad.</p>	

10	Verificar la medida de los laterales y la textura del raspado de la superficie se encuentre entre RMA 3 o RMA 4.	
11	Medir el ancho de la corona de la superficie para comprobar con la misma medida la banda a colocar, con un a tolerancia de - 0.5 mm en cada lado.	
12	Medir el perímetro de forma automática, con la finalidad del corte de la banda para su colocación.	

5. Flujoograma



6. Control y Seguimiento

- Establecimiento de chequeos de la superficie carcasa

Para tener un buen control con respecto al tema del retiro de la antigua banda del neumático, es necesario contar con un registro de inspecciones para la verificación de la calidad dentro de esta área, con el fin de monitorear su desempleo a lo largo del tiempo.

Se seleccionará aleatoriamente una muestra 4 a 8 neumáticos de un lote de 48 unidades producidas en un día que salen del área de escareado, tratando de buscar irregularidades en la superficie. Se describe en la Tabla 48, actividades que se deben seguir para el control y seguimiento.

Tabla 48. Recolección de datos para el control del raspado

Recursos	Actividad		Frecuencia	Herramienta
Operador	Recolección de datos	El operador deberá registrar en 4 o 5 puntos diferentes el grosor resultante de la superficie raspada con la finalidad de controlar su uniformidad de la corona.	Diario	Anexo H
Jefe de producción	Monitoreo del proceso	Encargado de verificar y controlar que el operador este registrando los datos como también el adecuado proceso de raspado.	Semanal	Anexo I
Jefe de calidad	Análisis de los datos	El jefe de calidad realizara el análisis de los datos obtenidos y recolectados por los operarios y verificar que no exista desviaciones en el proceso de raspado.	Semanal	Anexo J Software Minitab o Excel

7. Monitoreo

Con la finalidad de tener un monitoreo del raspado de la superficie del neumático se empleará la carta de control X y R. Donde se realizará un control estadístico para determinar desviaciones o existencia de variabilidad que puedan afectar a la calidad del reencauche. Con los datos recolectados por parte de los operarios que serán analizados por el jefe de calidad que evaluará el comportamiento y que no exista punto fuero de los límites de control.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Escariado	
Procedimiento	Manual de procedimiento del escariado	
Responsables	Jefe de producción y operario	

1. Objetivo

Establecer una guía de los procedimientos a seguir en el proceso de escariado de la superficie de la carcasa y tener un seguimiento adecuado.

2. Alcance

El procedimiento comprende a los operadores de las áreas de escariado del proceso de reencauche de neumáticos.

3. Responsables

Jefe de producción: Persona encargada en coordinar y supervisar las actividades que se llevan a cabo en la fabricación del producto reencauchado, cumpliendo la función de planificar la producción y de recurso con estándares de eficiencia.

Operarios: Persona responsable en la ejecución de las actividades laborales de producción del producto, siguiendo el procedimiento establecido.

4. Términos

Moto tool: Herramienta eléctrica o neumática manual empleado para las actividades de pulir, esmerilar y perforar materiales en el neumático.

Sanear: Proceso de preparar y limpiar la superficie del neumático, consta en la eliminación de cualquier residuo de la carcasa de los daños presentes.

Carda de carburo: Herramienta de desbaste o de limpieza con la finalidad de preparar adecuadamente la superficie del neumático.

5. Desarrollo

Se describe información sobre lineamientos a seguir por parte del operador e integrarla al manual existente de la empresa con la ayuda del jefe de calidad y producción. Se detalla en la Tabla 49, las actividades indispensables a verificar como también ejecutar por los operarios con el fin de preparar adecuadamente la superficie a escariar y estar libres de cualquier contaminante para el siguiente proceso.

Tabla 49. Procedimientos para el área de escariado

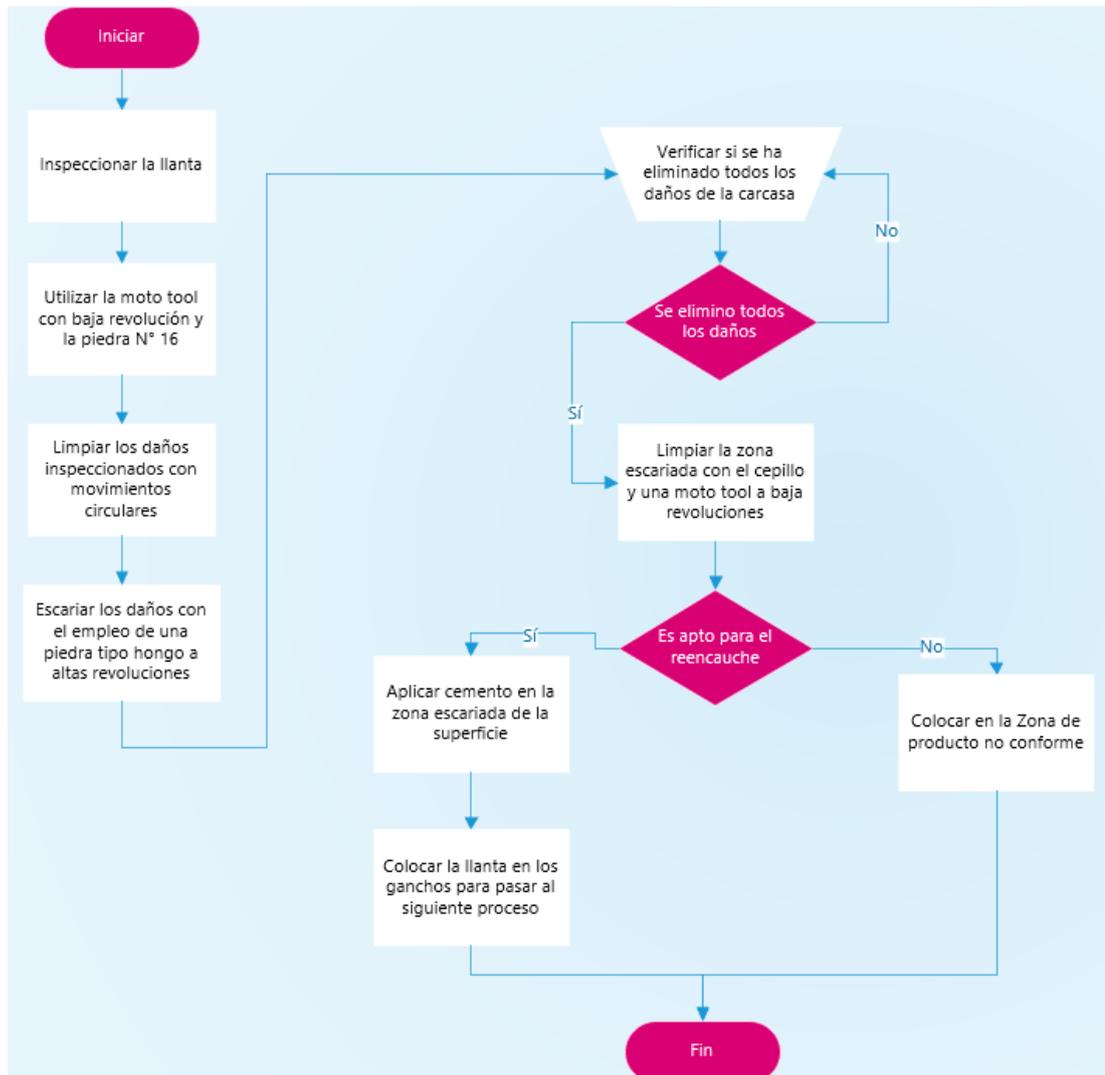
		
N°	Procedimientos para verificar	Gráfico
1	Una vez inspeccionado la carcasa, utilizar la moto tool de baja revoluciones entre 2000 - 3000 RPM. Con una piedra de grano o carda de carburo grueso N° 16, para limpiar los daños del neumático con movimientos circulares de preferencia para evitar quemar el área a sanear..	
2	Trabajar necesariamente en un ángulo de 30° en la superficie de la corona y un ángulo de 45° en los costados del neumático, con movimientos circulares.	
3	Donde exista alambres expuestos o sobresalidos, emplear moto tool de alta revolución entre 20000 - 22000 RMP, con piedra de punta tipo hongo para forjar los cables dañados o estructura separada y con la ayuda de un punzón para levantar las puntas sobresalidas de los cables o alambres.	

4	<p>Con baja revolución de la moto tool y el empleo de un cepillo de alambre, observar el área saneada que esté libre de oxido, sin huele quemado y que no exista alambres expuesto. Se procede a la limpieza de cada área saneada.</p>	
5	<p>Utilizar un cepillo de huele para eliminar el polvo y limpiar la superficie escariada.</p>	
6	<p>Aplicar cemento negro en cada uno de los daños saneados, para evitar la contaminación de la estructura del neumático.</p>	

Nota:

Si la carcasa presenta daños en los lados laterales solo superficiales se procede a eliminar el daño con el empleo de cualquier uso de piedra, sin olvidar el tamaño y grosor de la herida.

6. Flujograma



7. Control y seguimiento

- Establecimiento de chequeos en la superficie preparada

Para tener un buen control con respecto al tema de las superficies escariadas del neumático que se encuentre en óptimas la preparación, es necesario contar con un registro de inspecciones o verificación de la calidad dentro de esta área, con el fin de monitorear su desempeño a lo largo del tiempo.

El procedimiento o la actividad será ejecutada por el jefe de calidad, por medio de un chequeo visual a profundidad con ayuda de una lupa si fuera necesario, con el fin de tener una inspección de alta precisión.

Se seleccionará aleatoriamente una muestra 4 a 8 neumáticos de un lote de 48 unidades que salen del área de escareado, tratando de buscar en cada muestra indicios o presencia de oxidación (contaminación), mala limpieza, alambres sueltos y residuos de caucho viejo. Dichos resultados serán analizados y recopilados, por medio, de una carta de control tipo p para ser analizadas semanal o periódicamente.

En la Tabla 50, se detalla la ficha de control que se empleará para la realización de las inspecciones de las muestras de las superficies saneadas.

Tabla 50. Ficha de control para el proceso de escariado

CAUCHO SIERRA S. A						
Registro de superficies escareadas				 CAUCHO SIERRA <small>ESPECIALISTAS EN LLANTAS Y REENCAUCHE</small>		
Lote						
Área						
Fecha						
Responsable						
N°	Bordes irregulares	Adherencia de caucho viejo o pequeñas fibras	Oxidación	Producto		Observaciones
				Pasa	No pasa	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

8. Monitoreo

Para llevar al cabo el análisis estadístico se emplea la carta de control P/NP, con finalidad de vigilar la conformidad de la preparación superficial del escareado y detectar incrementos de no conformidad o defectos específicos.

Preparación de la superficie por contaminación

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Procedimiento	Limpieza de la carcasa	
Proceso	Reparación y rellenado	
Responsable	Jefe de producción y operario	

1. Objetivo

Establecer estrategias de limpieza para la minimización de exposiciones que puedan contaminar las superficies previo a la renovación de la banda.

2. Alcance

El procedimiento abarca el proceso previo al encementado y del rellenado del reencauche, para la ejecución del trabajo concientizando al personal sobre la criticidad de mantener las superficies complementes limpias.

3. Responsables

Jefe de producción: Persona encargada en coordinar y supervisar las actividades que se llevan a cabo en la fabricación del producto reencauchado, cumpliendo la función de planificar la producción y de recurso con estándares de eficiencia.

Operarios: Persona responsable en la ejecución de las actividades laborales de producción del producto, siguiendo el procedimiento establecido

4. Contenido

La preparación adecuada de la superficie antes de aplicar la nueva banda es fundamental, requiriendo actividades de limpieza profunda para eliminar cualquier residuo o suciedad que pueda afectar la adherencia entre las capas de la banda. Las actividades adicionales para ejecutar son:

- Realizado el reparado del neumático de todos los daños que hayan existido y previo a la etapa de la aplicación del adhesivo (cemento), se deberá realizar una

limpieza profunda en la superficie de la carcasa con la aplicación de un producto de limpieza (solvente) para eliminar cualquier tipo de impurezas y contaminantes que puedan existir en la superficie del neumático.



Figura 66. Producto de limpieza de superficie de la carcasa

Pasos para la aplicación del solvente de limpieza

- El operador aplicara el solvente de limpieza en la todo la superficie del neumático, por medio de una brocha.



Figura 67. Aplicación del solvente de limpieza

- Se realiza su respetiva limpieza junto con un cepillo suave de cerdas medias o gruesas para frotar con la superficie y eliminar cualquier residuo.



Figura 68. Limpieza de la superficie con el solvente

- Esperar que el producto se seque uniformemente por toda la superficie, en un tiempo entre 3 a 6 minutos para ejecutar la siguiente actividad de la aplicación del cemento.

Propuesta 2

- Otra alternativa, para que no exista contaminación en la superficie es recomendable aplicar el recubrimiento plástico que viene incluido con el cojín antes de ingresar al embandado. Al encontrarse suspendido los neumáticos por medio de un gancho y estar a la espera de aplicar la nueva banda, puede adherirse partículas contaminantes a la carcasa por la mala manipulación o partículas por el pulido. Como se observa en la Figura 69.



Figura 69. Carcasas suspendidas en el proceso

Pasos para la colocación

- Inspeccionar que no exista presencia de polvos en la superficie para asegurar que este limpio y libre de cualquier contaminante. El operador aplicara el forro de plástico con el cojín de manera uniforme sobre toda la superficie del neumático.



Figura 70. Aplicación de la película protectora

- Asegurarse que no exista aires de burbujas, dejar un sobrante del rollo de foro del plástico para cubrir por completo la superficie y cortar el cojín.



Figura 71. Forrado con la película protectora

- Inspeccionar que todo este correcta y posteriormente pasar al siguiente proceso con la ayuda de los ganchos de sujeción para pasar al siguiente proceso.



Figura 72. Inspección del recubrimiento

	MANUAL DE PROCEDIMIENTO CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Reparación	
Procedimiento	Correcta reparación de las heridas de la carcasa	
Responsable	Jefe de producción y Operario	

2. Objetivo

Determinar actividades a seguir para la ejecución adecuada para las reparaciones de los daños presentes en el neumático.

3. Alcance

El procedimiento comprende al operador del área de reparaciones del proceso de reencauche de neumáticos.

4. Responsables

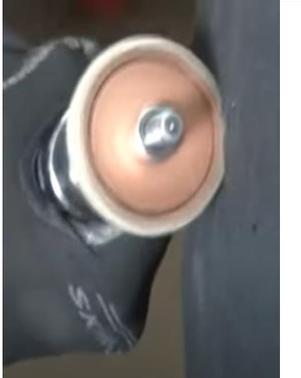
Jefe de producción: Persona encargada en coordinar y supervisar las actividades que se llevan a cabo en la fabricación del producto reencauchado, cumpliendo la función de planificar la producción y de recurso con estándares de eficiencia.

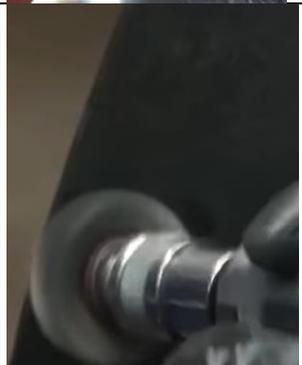
Operarios: Persona responsable en la ejecución de las actividades laborales de producción del producto, siguiendo el procedimiento establecido

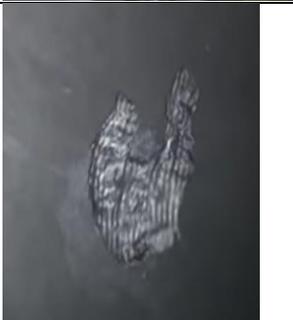
5. Desarrollo

Las actividades para el adecuado tratamiento de las reparaciones de las fallas o heridas presentes en la carcasa, es importante la correcta manipulación de las herramientas, empleo de técnicas para los diferentes heridas y colocación de los parches con sus límites de reparo dando un proceso efectivo del reencauche, en la Tabla 51 se describe las actividades a seguir por parte del operario para una mejor comprensión.

Tabla 51. Procedimientos para la reparación de los daños del neumático.

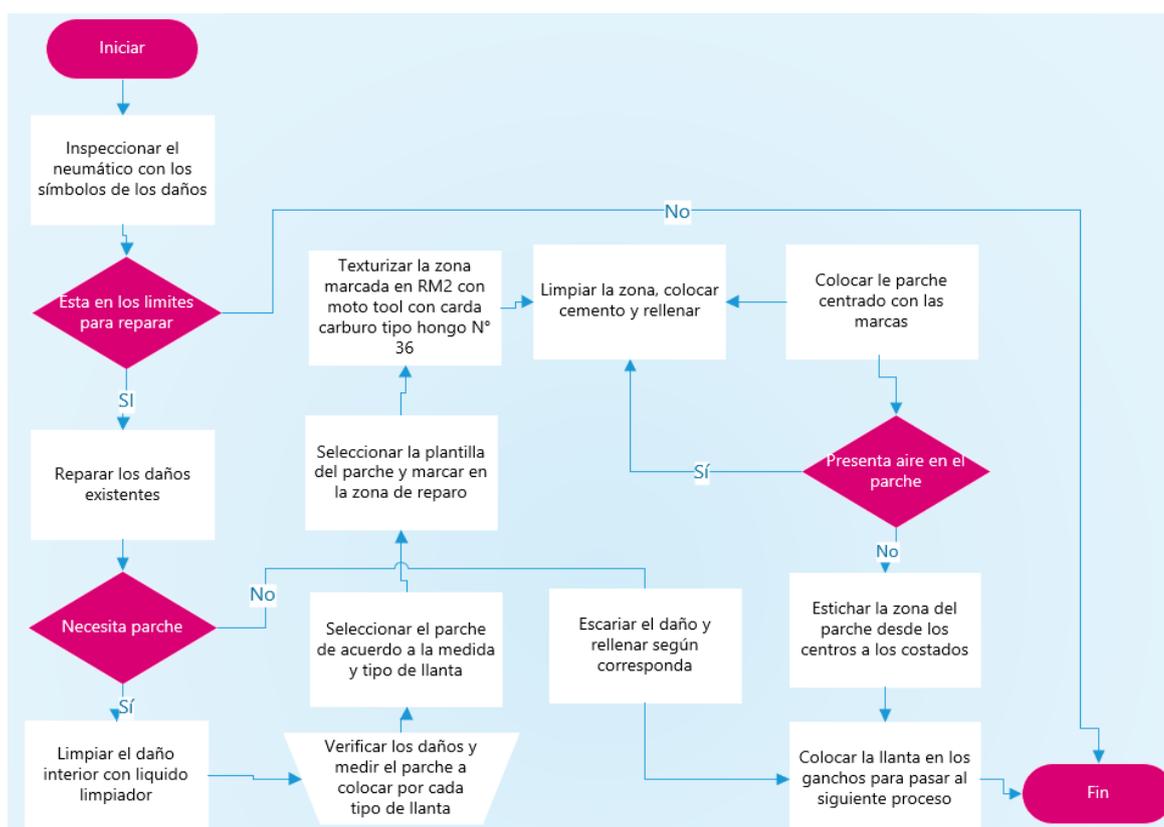
N°	Procedimientos para verificar	Gráfico
1	Inspeccionar cuidadosamente todos los daños para la reparación, aunque sean menores o de mayor refuerzo, por medio de los símbolos realizados Lien la inspección inicial.	
2	Para reparación de cejas, examinar si solo presenta roturas únicamente del caucho y sea superficial, utilizando un cepillo de alambres proceder a retirar el caucho y prepara la superficie a una textura RM2. En caso de que sea daño estructural rechazar el neumático a la zona producto no conforme.	
3	Daños de clavo, utilizar un taladro de baja revoluciones con un buril de carburo o broca de tungsteno diamante, de acuerdo con el diámetro del daño y limpiar la penetración.	
4	Con la moto tool de baja 2000 - 3000 RPM y una carda de carburo grano N°16, limpie la superficie del daño y limpiar el interior del daño con un buril de carburo.	

5	<p>Examinar la parte exterior del daño si existen cuerdas o alambres expuestos, corte con una moto tool de alta revoluciones entre 20000 - 22000 RMP, para cortar los alambres sin quemar el caucho.</p>																																																					
6	<p>Limpiar el daño exterior con moto tool de baja rpm (2000 - 3000 RPM) y un cepillo de alambre, con el propósito de quitar el hule quemado.</p>																																																					
7	<p>Aspirar el interior de la llanta eliminando impurezas y aplique líquido limpiador en zona del daño.</p>																																																					
8	<p>Limpiar con un scraper la superficie a texturizar para la aplicación del parche para eliminar los silicones del liner y evitar la contaminación de las herramientas y lograr mejor adhesión entre parche y llanta.</p>																																																					
9	<p>Seleccionar el parche de acuerdo con la medida y tipo de llanta usando la tabla de parches de los proveedores.</p>	 <table border="1" data-bbox="1094 1823 1396 2027"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Neumático</th> <th rowspan="2">Radial</th> <th rowspan="2">Dimensiones</th> <th rowspan="2">Indice de Velocidad</th> <th colspan="3">Indicador de Velocidad</th> </tr> <tr> <th>C x R (mm)</th> <th>90 (mm)</th> <th>98 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>145</td> <td></td> <td>10 X 15</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>155</td> <td>S-T</td> <td>15 X 30</td> <td>-</td> <td>12</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>165</td> <td></td> <td>20 X 35</td> <td>8</td> <td>20</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>U-H</td> <td>6 X 6</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td></td> <td>10 X 10</td> <td>6</td> <td>10</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td></td> <td>3 X 3</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>205</td> <td>2v</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Neumático	Radial	Dimensiones	Indice de Velocidad	Indicador de Velocidad			C x R (mm)	90 (mm)	98 (mm)	145		10 X 15	6	10	10	155	S-T	15 X 30	-	12	12	165		20 X 35	8	20	14	175	U-H	6 X 6	3	6	10	185		10 X 10	6	10	14	195		3 X 3	3	6	10	205	2v	-	-	8	15
Neumático	Radial	Dimensiones					Indice de Velocidad	Indicador de Velocidad																																														
			C x R (mm)	90 (mm)	98 (mm)																																																	
145		10 X 15	6	10	10																																																	
155	S-T	15 X 30	-	12	12																																																	
165		20 X 35	8	20	14																																																	
175	U-H	6 X 6	3	6	10																																																	
185		10 X 10	6	10	14																																																	
195		3 X 3	3	6	10																																																	
205	2v	-	-	8	15																																																	

10	<p>Seleccionar la plantilla según el tamaño del parche a utilizar, marcar los centros del daño y que coincidan con el centro de la plantilla.</p>	
11	<p>Texturizar la zona marcada con el empleo de la moto tool con carda de carburo tipo hongo de grano N° 36, hasta llegar a la textura RM2 y procede a aspirar el residuo.</p>	
12	<p>Encementar el área texturizada dependiendo el cemento utilizado dejar secar, y rellenar el daño con el cojín por el exterior cuidando que éste quede perfectamente compactado.</p>	
13	<p>Aplanar el relleno o hule del cojín hasta que quede perfectamente liso con la carcasa y que no exista excesos. Tanto en el exterior como en el interior de la llanta y que no exista porosidad.</p>	
14	<p>Colocar el parche centrándolo con las marcas realizadas en el interior del neumático como en el parche, abriendo el forro del parche desde el centro.</p>	

<p>15</p>	<p>Alisar el parche por medio de un rodillo, desde los centros hasta los extremos para evitar que exista aire atrapado en el interior y aplicar sellador de butilo alrededor.</p>	
------------------	---	---

6. Flujograma



7. Control y seguimiento

Para tener un buen control con respecto al correcto reparado de los daños de la carcasa, es necesario contar con un registro de inspecciones o verificación de la calidad dentro de esta área, con el fin de monitorear su desempleo a lo largo del tiempo.

El procedimiento será ejecutado por el jefe de calidad, se seleccionará aleatoriamente una muestra 4 a 8 neumáticos de un lote de 48 unidades.

En base a una ficha donde permita controlar la actividad o parámetros adecuados con la finalidad de asegurar la calidad del proceso de reparado, en la Tabla 52 se detalla la información.

Tabla 52. Ficha de control para el proceso de reparado

CAUCHO SIERRA S. A				
REPERACIONES				
Fecha		Promedio		
Operador				
Responsable				
N°	Método	Descripción	Valor	Observaciones
1	Verificación	Inspección de las heridas de la carcasa, realiza la señalización de los daños a reparar		
2	Reparado	Correcta preparación de las heridas Empleado adecuado de las herramientas para el reparo. Correcta preparación de la zona de la herida de la carcasa.		
3	Preparación	Identifica el parche a utilizar de acorde a la herida y tipo de neumático. Emplea la tabla de los proveedores. Preparación correcta previo a la colocación		
4	Limpieza	Eliminación correcta de impurezas en la zona de la herida. Aspirado y cepillado de la zona para mejor adhesión.		
5	Colocación	Emplea la plantilla de parches. Correcta colocación del parche.		
6	Estichado	Correcto aplanado desde el centro a los extremos al colocar el parche y libre de burbujas de aire.		

N°	Referencia	Puntos
1	Supera los objetivos propuestos	5
2	Cumple con los detalles de la actividad propuesto	4
3	Llega a los necesario de los requisitos	3
4	Cumple con algo de los detalles requeridos	2
5	No cumple	1

Nota: Si el resultado final al analizar el proceso cuenta con un valor promedio igual o mejor a 2,5, es necesario un mayor seguimiento y determinar el causante.

	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Armado	
Procedimiento	Reparación de los envelos	
Responsable	Operario	

1. Objetivo

Implementar procedimientos para la verificación y reparos de los forros empleados en el proceso de vulcanizado y mejorar el vacío de la presión.

2. Alcance

El procedimiento comprende a los operarios encargados en a la zona de armado con el molde antes de ingresar al proceso de vulcanizado.

3. Responsable

Operarios: Persona responsable en la ejecución de las actividades laborales de producción del producto, siguiendo el procedimiento establecido.

4. Glosario

Envelos: Molde o forro de caucho que recubre al neumático para entrar al proceso de vulcanizado.

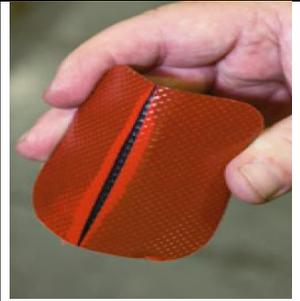
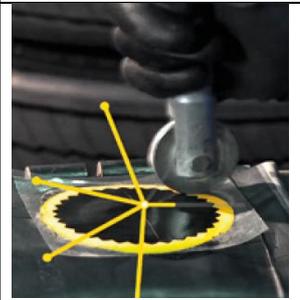
Estichar: Actividad de aplanar con el uso de un rodillo el área a tratar.

5. Desarrollo

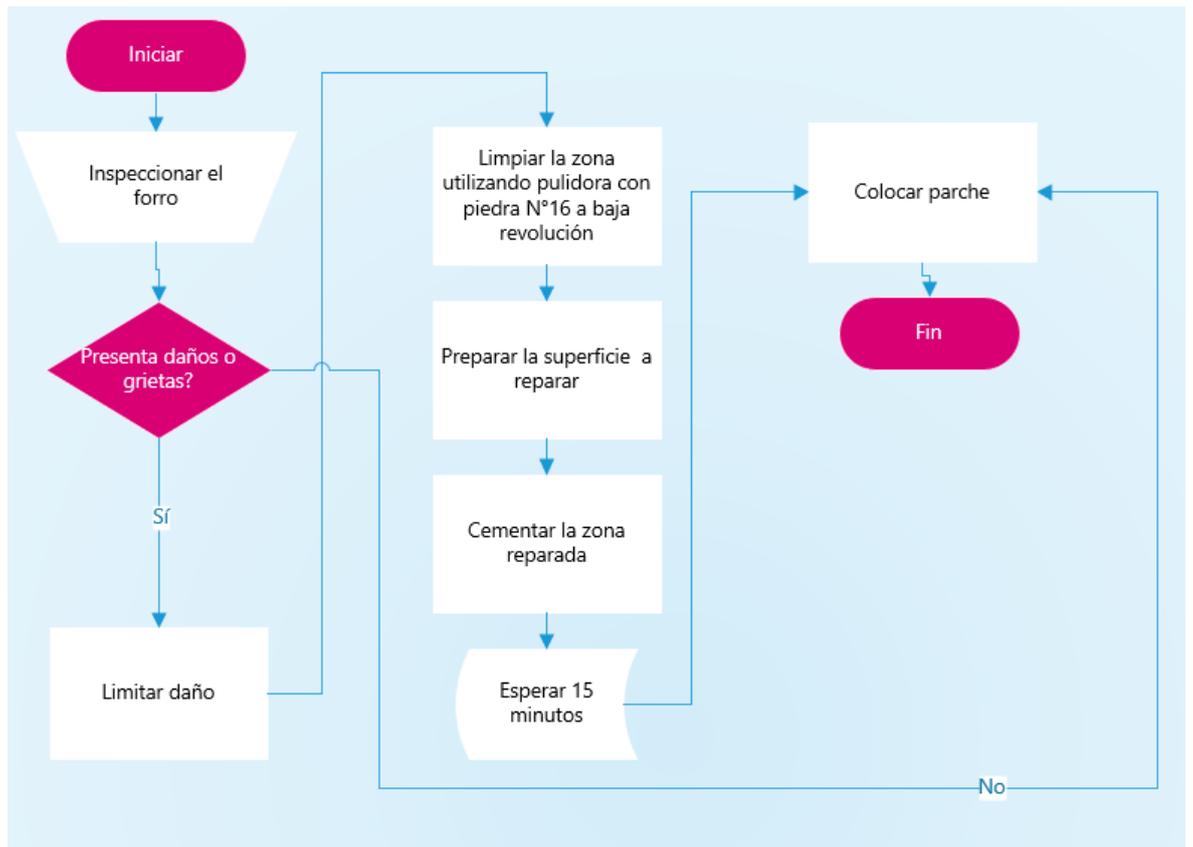
Se enlista ciertas actividades para cumplir la reparación que pueden existir como grietas, rasguños o pequeñas deformaciones y daños menores en los moldes, con el fin que no exista fugas en el vulcanizado y tener buena adherencia del calor al neumático. Estas actividades se detallan en la Tabla 53.

Tabla 53. Procedimiento para el reparo de envelos o del molde.

Ítem	Procedimiento de reparación de envelopes	Gráfico
1	Inspeccionar los envelos, moldes y tubos para detectar cortes, grietas o algún desgaste en la estructura.	
2	Aplicar espuma de jabón a los envelos y tubos inflados con el fin de determinar fugas que no son detectadas a simple vista.	
3	Existir cortes o daños alargados es necesario limitar los extremos con la ayuda de tijeras para evitar que el corte continúe.	
4	Utilizar la pulidora con piedra de grano fino N° 36, a baja revoluciones se limpia el área dañada con precaución de no dañar más el tubo o envólpe.	
5	Limpiar con una turbina de baja revoluciones con un cepillo de alambres mini grueso para evitar residuos de cauchos.	

6	<p>Aplicar cemento azul con la brocha en el área reparada y dejar secar por 15 minutos.</p>	
7	<p>Aplicar el parche retirando el plástico protector desde la mitad hasta los extremos y se procede con la otra mitad.</p>	
8	<p>Aplanar o estichar el parche en toda la zona desde el centro a los extremos para evitar burbujas de aire atrapados en la zona del parche.</p>	

6. Flujograma



caucho
Sierra
especialistas en reencauche

**MANTENIMIENTO
DE MAQUINARIAS**



Índice de contenido

Introducción.....	158
Objetivo.....	159
Alcance.....	159
Plan de mantenimiento de la maquinaria del proceso del reencauche.....	160
Formatos para la recopilación de datos de los equipos o máquinas.....	162
Mantenimiento preventivo del área de los compresores	165
Mantenimiento preventivo de la máquina raspadora.....	167

Introducción

La efectividad del proceso del reencauche depende directamente de la confiabilidad de la maquinaria involucrada. Una falla imprevista del autoclave, compresores o raspadora son consecuencias graves que afectan a la calidad y tengan consecuencias en la productividad. Es por este motivo, que se ha diseñado un programa integral de mantenimiento preventivo, que permite anticiparse y evitar tiempos de paradas costosos por averías mayores. Así garantizamos la disponibilidad total de la maquinaria necesaria para una buena calidad con el objetivo de una excelencia en cada reencauche realizado.

Objetivo

Programar un plan de mantenimiento efectivo de los equipos involucrado en el proceso del reencauche la empresa Cauchos Sierra S.A, con la finalidad de aumentar la calidad del producto.

Alcance

El procedimiento tiene el objetivo de evitar pérdidas de presión, sobrecalentamientos o variación de la temperatura y desigualdad del raspado en la superficie de la carcasa, por cuestión de falta de mantenimiento de la maquinaria y el monitoreo de equipos, dando como resultado problemas en el reencauche.

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Compresores y raspadora	
Procedimiento	Planes de mantenimiento preventivo de las maquinarias	
Responsable	Jefe y técnico de mantenimiento	

1. Objetivo

Definir criterios para la programación de un plan de mantenimiento estructurado de los equipos y los elementos involucrados en el proceso del reencauche, verificando un correcto desempeño y precisión de la máquina con el propósito de obtener un producto de calidad.

2. Alcance:

El procedimiento abarca al departamento de mantenimiento con el propósito de definir actividades específicas que se realizarán sobre los componentes de la maquina raspadora y área de compresores. El procedimiento abarca a los técnicos y jefe de mantenimiento con el propósito de prevenir interrupciones no planificadas debido a la falta de mantenimiento adecuado del área de los compresores y sistemas de control.

3. Responsables

Jefe de mantenimiento: Persona responsable de supervisar, ordenar y coordinar las diferentes actividades del mantenimiento de la empresa.

Técnicos en mantenimiento: Especialistas sobre maquinaria de reencauche encargado de ejecutar de identificar fallos y repararlos, para mantener la eficiencia y seguridad de los equipos o máquinas.

Operarios: Personal de colaboración en las actividades de mantenimiento de los equipos dados por los técnicos o jefes de la rama.

4. Términos

Ficha técnica: Proporcionan información clave de la máquina, con la finalidad de comprender la adecuada realización de mantenimiento indicado por los fabricantes y facilitar la identificación de los componentes.

Hoja de registro de fallos: Documento donde se registra datos relevantes sobre fallas de la maquinaria, siendo valioso para un análisis para una mejora continua y toma de decisiones en el mantenimiento.

Mantenimiento: Cronograma de actividades planificadas o no, con la finalidad de reparar, perseverar el rendimiento de los equipos y garantizar la eficiencia operativa.

5. Desarrollo:

Las actividades para llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo eficiente, para ejecutar una adecuada operación de las máquinas en el proceso productivo con el propósito de obtener una superficie dentro de las especificaciones y una presión óptima en el vulcanizado, las siguientes tareas se mencionan a continuación:

1. Recopilar datos fundamentales sobre los equipos y las máquinas para examinar y evaluar sus condiciones o estado de manera objetiva, con aspectos relevantes como la antigüedad, historial de mantenimiento, desgates, disponibilidad de repuestos, establecido el siguiente formato de la Tabla 54.

Tabla 54. Hoja de recolección de información de máquina del proceso

Hoja de registro de máquinas			
		CAUCHO SIERRA S. A	
Fecha		Revisión	
Operador		Hora	
N°	Máquina	Código	Observación
Nota:			
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/> Jefe de mantenimiento			

2. Recopilar datos técnicos de las máquinas que serán de guía y de información necesaria para el mantenimiento. En este apartado son indispensables ciertos documentos que ayudarán al personal de mantenimiento como:

- **Fichas técnicas:** Documento donde se evidencia toda la información técnica y detalla sobre el equipo, tales como sus características completas y especificaciones.
- **Planos:** Representación gráfica detalla de la estructura y componentes que contiene un equipo, con datos relevantes para la comprensión del funcionamiento de cada componente y reparación.

- **Manuales:** Documento que contienen instrucciones, guías y descripciones operativas del equipo/máquina, funcionamiento, mantenimiento, solución a problemas y entre otros aspectos.
- **Historial de fallos y reparaciones:** Recopilación detallado de los contratiempos y las totas las reparaciones realizadas que existieron en la máquina para su registro, siguiendo el formato de la Tabla 55.

Tabla 55. Registro de mantenimientos de los equipos

Registro de mantenimientos				
Área				
Máquina				
Fecha	Descripción del problema	Responsable	Repuestos	Observaciones

3. Elaborar un plan de actividades detallados al momento de realizar el mantenimiento, por medio de formatos que registren informaciones relevantes. Donde se ejecute una orden de trabajo para el inicio del proceso de mantenimiento del equipo como se describe en la Tabla 56.

Tabla 56. Orden de trabajo de mantenimiento presente en las máquinas

Orden de trabajo de mantenimiento CAUCHO SIERRA S, A			
Área			
Código de máquina		Operador	
Mantenimiento aplicar:			
<input type="checkbox"/> Predictivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Preventivo			
Operario		Fecha	
Hora de inicio		Hora de finalización	
Descripción del problema:			
Causa del problema:			
Solución del problema:			
Observaciones:			
<hr/> Firma del ejecutor			

- Creación de hoja de control de mantenimiento general de las máquinas o equipos, con el objetivo de mantener una estricta limpieza, inspección de cada área para no tener inconvenientes a largo plazo y no afecte al sistema productivo como se indica en la Tabla 57.

Tabla 57. Hoja de control de mantenimiento de maquinaria

		Programa de mantenimiento preventivo			
		CAUCHO SIERRA S. A			
Código					
Fecha					
Responsable					
N°	Actividades	Realizado	No Realizado	Frecuencia	Observación
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

5. Poner en marcha las actividades a realizar del mantenimiento de los equipos o maquinas del proceso.

Se realizará el mantenimiento con las actividades descritas para las maquinas que se detallan en la Tabla 58 y 59.

Tabla 58. Hoja de control de mantenimiento de los compresores

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPRESORES			
		CAUCHO SIERRA S. A			
Código					
Fecha					
Responsable					
N°	Actividades para verificar	Realizado	No Realizado	Frecuencia	Observación
1	Limpieza exterior del compresor			Diario	
2	Comprobar fugas, ruidos y vibraciones inusuales			Diario	
3	Limpieza de filtros de aire			Diario	
4	Revisión y limpieza del enfriador			Semanal	
5	Verificación del buen estado del motor			Semanal	

6	Verificación y ajuste de niveles de aceite			Semanal	
7	Revisión de la parte eléctrica			Semanal	
8	Inspección y limpieza de la unidad de mantenimiento			Semanal	
9	Verificación fugas de aire y aceite			Mensual	
10	Inspección de manómetros			Mensual	
11	Verificación y ajustes de correas			Mensual	
12	Inspección del purgador			Mensual	
13	Inspección de válvulas de seguridad			Mensual	
14	Inspección de tuberías			Mensual	
15	Drenar trampa de agua			Mensual	
16	Lubricación de piezas			Mensual	
17	Calibración de manómetros			Trimestral	
18	Limpieza e inspección del sistema de enfriamiento			Trimestral	
19	Cambiar el filtro de separadores			Anual	
20	Control de presión			Anual	
21	Cambios de filtros refrigerante y aire			Anual	
22	Control de temperatura (aire-aceite)			Anual	
23	Cambios de correa			Anual	
24	Cambio del kit de válvulas como admisión, termostática y solenoide			Cada 3 años	
25	Cambio de rodamiento del motor y rotores del compresor			20000 hrs. trabajo	
26	Reacondicionar el tornillo			30.000-40.000 hrs. trabajo	

Tabla 59. Hoja de control de mantenimiento de la raspadora

		Programa de mantenimiento preventivo Raspadora			
		CAUCHO SIERRA S. A			
Área					
Fecha					
Responsable					
N°	Actividades para verificar	Realizado	No Realizado	Frecuencia	Observación
1	Limpieza exterior de la máquina			Diario	
2	Comprobar fugas, ruidos y vibraciones inusuales			Diario	
3	Revisión de desgates de las cuchillas de raspado, rodillos y correas.			Diario	
4	Verificación del ajuste de cuchilla de raspado.			Semanal	
5	Alineación de la cuchilla de raspado			Semanal	
6	Búsqueda de fallas o anomalías de la máquina			Mensual	
7	Lubricación de las partes móviles de la máquina			Mensual	
8	Revisión de la parte eléctrica			Semanal	
9	Verificación de la tensión de las correas y poleas.			Mensual	
10	Revisión de los sistemas hidráulicos y neumáticos			Mensual	
11	Calibración y alineación de la máquina			Mensual	
12	Revisión de los sensores			Mensual	
13	Verificar el estado de los discos y cepillo de pulido.			Mensual	
14	Revisar el estado de las escobillas protectoras del cabezal			Mensual	
15	Revisar las condiciones de los sensores de precisión.			Mensual	
16	Inspeccionar las conexiones eléctricas del motor			Mensual	



CAPACITACIÓN A LOS OPERARIOS



Índice de contenido

Introducción.....	169
Objetivo.....	170
Alcance.....	170
Plan de capacitación de los operarios del proceso del reencauche.....	171
Cronograma de capacitación	174

Introducción

En el entorno de la industria del reencauche de neumáticos, es fundamental la capacitación del personal en los procesos productivos como un componente esencial para fomentar el crecimiento y excelencia en las operaciones. Con la finalidad de actualizar los conocimientos y las habilidades empleadas como base para alcanzar estándares de buena calidad en referencia a la mano de obra. Este plan de capacitación plasmara las actividades a ejecutar de manera adecuada en la preparación de la superficie de la carcasa para el reencauche, destinado a los operarios del proceso. A medida que se mejora el proceso se cambiara ciertos apartados en el documento.

Objetivo

Potenciar la eficiencia y mejoramiento en las actividades del proceso productivo y aumentara las destrezas de los operarios con la finalidad de elevar la calidad de los productos reencauchados de la empresa Cauchos Sierra S.A.

Alcance

Este programa abarca a todos el personal involucrado en el proceso productivo del reencauche de las áreas de preparación de la superficie, desde operadores hasta supervisores. Centrándose en aspectos importantes y técnicas adecuadas para la preparación de la carcasa a reencauchar.

	PLAN DE CAPACITACIÓN CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Raspado, escariado y reparado	
Procedimiento	Capacitación al personal de producción	
Responsables	Jefe de producción y calidad	

1. Justificación

El proceso de reencauche es un proceso altamente dependiente de la mano de obra para la empresa, lo que resalta la importancia de que los operarios estén plenamente capacitado para llevar a cabo una correcta preparación de la superficie de la carcasa. Teniendo la necesidad de encontrar operarios ciertamente capacitados y especializados en áreas cruciales para el proceso del reencauche dando énfasis en la inspección inicial, escariado y reparaciones representan un desafío considerable. Estas áreas son especialmente sensibles, ya que concentran la mayor probabilidad de tener errores dentro del proceso productivo. Por tal razón, se planea tener un programa de entrenamiento y capacitación del personal

2. Objetivo

Brindar capacitación y entrenamiento adecuados al personal encargados de los procesos de Caucho Sierra S, A, con el fin de minimizar los defectos y devoluciones del reencauche, proporcionando a los trabajadores las habilidades como también los conocimientos necesarios.

3. Alcance

El siguiente proceso abarca a los operarios que se encuentre involucrados en el área del raspado, escareado, reparación con la finalidad de tener una correcta preparación de la superficie de la carcasa y no exista inconveniente para el reencauche.

4. Responsables

Jefe de producción y calidad: Persona encargada de diseñar el contenido sobre la capacitación de técnicas relevantes para supervisar el desarrollo adecuado de las actividades del reencauche y su evaluación del desempeño general de los trabajadores.

5. Duración

El plan de capacitación se llevará a cabo en un período de dos meses aproximadamente, con una carga horaria total de 30 horas distribuidas en sesiones diarias entre 1 a 2 horas cada una.

6. Recursos

Para la capacitación, se requerirá una sala de entrenamiento equipada con proyector, pizarrón y material didáctico. También se proporcionarán muestras de diferentes materiales para las prácticas de inspección visual

7. Contenido

Es fundamental la comprensión de los procedimientos a seguir para la correcta ejecución previo al reencauche, sin embargo, fallas en las actividades pueden ocasionar un producto de mala calidad y ser devuelta. Para la implementación óptima de los nuevos procedimientos es necesario la capacitación defensiva a los operarios para la adecuada preparación de la superficie, con el fin de afianzar la competencia técnica de los operarios detallando puntos y aspectos claves en las reuniones de capacitación, explicando lo importante de realizarlo adecuadamente.

Se proponen diversas actividades para llevar a cabo la capacitación, las cuales incluyen clases dinámicas teóricas, prácticas y evaluaciones para fortalecer el proceso formativo de los operarios en el proceso del reencauche. Como se detalla en la Tabla 60.

Tabla 60. Cronograma de capacitación de los trabajadores para el proceso reencauche.

		PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CAUCHO SIERRA S. A	
Proceso	Raspado, escariado y reparación		
Responsable	Jefe de producción, Jefe de calidad		

N°	Actividades	Horas	Lugar	1 Mes				2 Mes						
				1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Suministrar guías y asesoramiento sobre los procedimientos	16:30 a 17:30 (miércoles, viernes)	Sala de reunión de la empresa											
2	Capacitación de métodos y técnicas adecuadas para el proceso de raspado, reparado e escariado.	16:00 a 18:00 (lunes, miércoles, viernes)	Sala de reunión de la empresa											
3	Explicación de la criticidad de ejecutar de manera adecuada la actividad.	16:30 a 17:30 (lunes, miércoles o viernes)	Sala de reunión de la empresa											
4	Uso y manejo de herramientas de escariado y reparación.	16:00 a 17:30 (lunes, miércoles)	Sala de reunión de la empresa											
5	Identificación y reparación de áreas dañadas en el escariado.	16:30 a 17:30 (lunes, miércoles)	Sala de reunión de la empresa											
6	Métodos de eliminación de contaminación de la superficie de la carcasa.	17:00 a 18:00 (miércoles, viernes)	Sala de reunión de la empresa											
7	Resolución de dudas y entendimiento del proceso.	16:00 a 18:00 (lunes, miércoles, viernes)	Sala de reunión de la empresa											
8	Realización de demostraciones de paso a paso del procedimiento de la correcta ejecución.	16:30 a 17:30 (lunes, miércoles)	Sala de reunión de la empresa											
9	Ejecución de los operarios del procedimiento inducido.	17:00 a 18:00 (lunes, viernes)	Planta											
10	Revisión y discusión de resultados obtenidos en las prácticas.	16:30 a 17:30 (miércoles, viernes)	Sala de reunión de la empresa											



PROYECTOS PARA IMPLEMENTAR



Índice de contenido

Introducción.....	178
Objetivo.....	179
Alcance.....	179
Implantación de un sistema de control en el vulcanizado.....	180
Control y seguimiento del proceso del vulcanizado.....	183
Inspección inicial computarizado.....	182
Máquinas con tecnología de inspección	184
Técnica de inspección por radiografía	185
Técnica de inspección por Shearografía	186

Introducción

Con el afán de tener una mejora continua en el proceso de reencauche para satisfacer las necesidades del cliente, incrementar la calidad, eficiencia y obtener un control de las operaciones.

Objetivo

Implementar mejoras en las áreas de vulcanizado e inspección inicial con la finalidad de elevar la calidad de los productos reencauchados de la empresa Cauchos Sierra S.A.

Alcance

Abarca al proceso de inspección inicial y el vulcanizado del proceso productivo del reencauche, elaborado propuestas viables para un buen control de parámetros de cocción del caucho y neumáticos que no son aptos para este proceso.

	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Vulcanizado	
Procedimiento	Implementación de un sistema de control	
Responsables	Falta de control de temperatura	

1. Objetivo

Implementar un sistema de control y monitoreo de los parámetros de temperatura en el proceso de vulcanizado.

2. Alcance

Abarca todo el proceso de vulcanización para la evaluación de control de los parámetros para la curación del cojín en las autoclaves industriales, con la finalidad monitorear el proceso y ser totalmente confiable.

3. Responsable

Técnico en automatización: Profesional especializado en sistema y proceso automatizados, con la función de diseñar, instalar y reparar sistemas automáticos y controladores industriales de un proceso.

4. Desarrollo

Para tener un proceso eficaz con respecto al parámetro de temperatura en el proceso del reencauche por la vulcanización en las autoclaves, es necesario realizar un seguimiento de la temperatura y que no exista variaciones al implementar un sistema de control. Al automatizar la maquinaria para la vulcanización se obtendrá un monitoreo adecuado como:

- **Monitoreo en tiempo real:** Por medio de la pantalla HMI permitirá monitorear los datos de la temperatura y presión por sensores apropiados durante el proceso de vulcanización del neumático, permitiendo visualizar de forma inmediata el estado de los parámetros y facilita la detección temprana de cualquier problema o desviación.

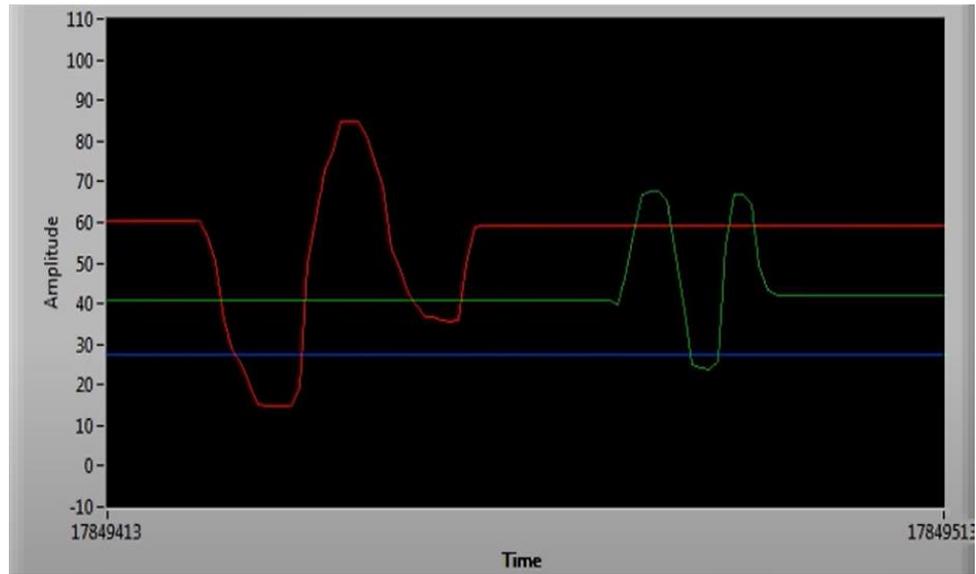


Figura 73. Grafica del proceso de vulcanizado por HMI [53].

- **Control preciso de los parámetros:** Se tendrá un adecuado control de los valores para el proceso tanto para la temperatura, presión y tiempo que son tres factores importantes. Este sistema automatizado podrá controlar automáticamente los dispositivos para mantener los parámetros dentro de los rangos establecidos y no exista anomalías.



Figura 74. Control de los parámetros por HMI [53].

- **Alarmas y notificaciones:** Alertar de manera visual al igual de forma audibles a los operadores en caos que los parámetros se salgan de los limites tolerables o establecidos, esto ayuda a prevenir situaciones críticas y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

FECHA/HORA	INFORME ALARMA
02-13 13:32	BAJA TEMPERATURA

Figura 75. Notificaciones y lista de alarmas del vulcanizado [53].

- **Registro de datos:** Recolectar los datos del proceso de vulcanización en diferentes momentos de los factores de temperatura y presión. Siendo de importancia para una análisis y seguimiento de la maquinaria de igual manera de la optimización continua del proceso.
- **Interfaz intuitiva y fácil de usar:** Facilidad en la operación que permitirá a los trabajadores a monitorias eficazmente los parámetros, sin tener tanto conocimiento de la tecnología, tan solo con una capacitación simple del sistema de funcionamiento.



Figura 76. Panel del control del proceso de vulcanizado [53].

Esta mejora tendrá un gran aporte para determinar si existe variación de calor en zonas de la autoclave, por medio de los sensores instalados en la maquinaria. Comparando en todo momento la temperatura deseada con la real y poder tener un monitoreo correcto del proceso de vulcanizado, con el objetivo de mejorar la calidad del producto.

5. Control y seguimiento

Para asegurar que el proceso de vulcanizado cumpla con los parámetros adecuados y que no exista inconvenientes en la vulcanización de los elementos de adhesión de la banda al neumático. Se describe en la Tabla 61, actividades que se deben seguir para el control y seguimiento.

Tabla 61. Recolección de datos para el control del raspado

Recursos	Actividad		Frecuencia	Herramientas
Operador	Recolección de datos	El operador registrara de cada lote de producción los parámetros de la vulcanización si no existe un decreciente en la presión y temperatura.	Diario	Anexo K
Jefe de producción	Monitoreo del proceso	Encargado de verificar y controlar que el operador este registrando los datos como también el adecuado proceso de los parámetros.	Semanal	-
Jefe de calidad	Análisis de los datos	El jefe de calidad realizara el análisis de los datos obtenidos y recolectados por los operarios y verificar que no exista desviaciones en el proceso.	Semanal	Anexo L, software Excel o Minitab

6. Monitoreo

Con la finalidad de tener un monitoreo en los parámetros en la vulcanización de la temperatura y presión se empleará la carta de control X y R. Donde se realizará un control estadístico para determinar desviaciones o existencia de variabilidad que puedan afectar a la calidad del reencauche. Con los datos recolectados por parte de los operarios que serán analizados por el jefe de calidad que evaluara el comportamiento y que no exista punto fuera de los límites de control.

	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN CAUCHO SIERRA S. A	Código:
		Versión:
		Fecha:
Proceso	Inspección Inicial	
Procedimiento	Inspección computarizada	
Responsable	Operario	

1. Objetivo

Identificar técnicas electrónicas avanzadas para evaluar y detectar daños estructurales del neumático usado, en el área de inspección inicial reduciendo susceptibles a fallas prematuras como el desprendimiento de banda.

2. Alcance

Esta información abarca al operador encargado en el área de inspección inicial del proceso del reencauche de neumáticos, para diagnosticar posibles defectos o daños que no son observados a simple vista y pueden afectar el proceso productivo.

3. Responsable

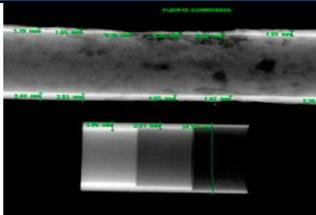
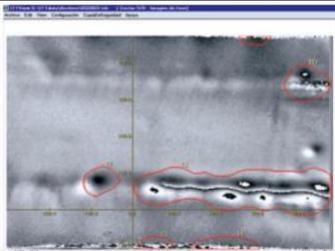
Operarios: Persona responsable en la ejecución de las actividades laborales de producción del producto, siguiendo el procedimiento establecido.

4. Desarrollo

Se describe información de técnicas para la inspección como las NDT (pruebas no destructivas), método utilizado para evaluar la integridad del neumático sin dañarlo. Basándose con el empleo equipos de diagnóstico, técnicas avanzadas para detectar y analizar posibles defectos, daños e irregularidades en la estructura del neumático, que pueden afectar la efectividad y seguridad del reencauche.

Para tener evaluaciones más detallado de la estructura del neumático que revelan daños internos no visibles para el operador a simple vista. En la Tabla 62, se incluye algunas técnicas de inspección electrónica NDT que se pueden utilizar en la inspección del neumático para el reencauche.

Tabla 62. Técnicas de inspección no destructivas

Técnicas	Descripción	Gráfica
Radiografía	Emplea radiaciones ionizantes como rayos x o gamma, para producir imágenes de la estructura interna del neumático. Esto hace posible detectar defectos como grietas, separación de capas o defectos en las cintas de acero.	
Inspección visual por computadora	Emplea un sistema de visión por computadora para obtener imágenes de alta resolución de la superficie del neumático ya analizar a detalle en búsqueda de algún defecto tales como cortes, desgates, deformaciones, entre otros, lo que permite identificar las áreas problemáticas.	

Algunas máquinas que utilizan estas tecnologías no destructivas para la inspección del neumático se detallan en la Tabla 63 y 64.

Tabla 63. Máquina con técnica inspección computarizado

Máquina	ITT CUBO 2500
<p>Características</p> <p>Precio: 22000 \$</p> <p>Tecnología: Italiana</p> <p>Tamaño: 2800x2800x2100 mm</p> <p>Pesos: 3500 Kg</p> <p>Alimentación: 7Kw – 380V-50, 60 Hz</p> <p>Técnica: Inspección computarizada.</p> <p>Duración análisis: 8 minutos</p> <p>Presión: 8-10 bar</p>	
<p>Observación:</p> <p>Contiene un sistema que facilita la carga y descarga, además, se destaca por su capacidad para detectar defectos en la carcasa del neumático sometidos a prueba, y cuenta con un software que permite medir el tamaño de cada defecto, brindando así un valioso respaldo técnico en línea.</p>	

Tabla 64. Máquina con técnica shearografía

Máquina	ITT SFERA 3003
<p>Características</p> <p>Precio: 15000 \$</p> <p>Tecnología: Italiana</p> <p>Tamaño: 3000x2200x2300 mm</p> <p>Pesos: 3000 Kg</p> <p>Alimentación: 380V-50, 60 Hz</p> <p>Técnica: Shearografía</p> <p>Duración análisis: 5 minutos</p> <p>Presión: 8-10 bar</p>	
<p>Observación:</p> <p>Contiene un sistema de tres cámaras que facilita un análisis más detallado de las partes de los hombros, y superficie (corona). Además, contiene un sistema que facilita la carga y descarga equipado por un brazo, con una resolución de imagen de 2 a 5 mm².</p>	

5. Recomendación

La adquisición de la maquinaria con la tecnología de shearografía, por medio, de rayos x es indispensable para mejorar la inspección inicial y final, con la finalidad de observar los daños internos como también si existe no adherencia del cojín con la banda y la carcasa después del proceso del reencauche, evitan reclamos por desprendimiento de banda. Siendo recomendable la compra de ese equipo y aumentar la calidad del proceso.

3.4.2 Seguimiento de la variabilidad del proceso

Para poder monitorear el tema de las devoluciones con el fin de determinar la disminución o aumento por el desprendimiento de la banda, es posible emplear las cartas de control por atributos. Esto se debe a que las devoluciones pueden clasificarse en dos categorías: "desprendimiento de banda" y "otros motivos de devolución". Al utilizar una carta de control por atributos, se podrá analizar la proporción o el porcentaje de devoluciones de desprendimiento de banda en relación con el total de devoluciones.

En esta situación, la carta p se utilizará para supervisar la proporción de elementos defectuosos en muestras específicas. Cada muestra correspondería a una cantidad predefinida de neumáticos reencauchados en un mes de producción, registrando la cantidad de neumáticos devueltos debido a desprendimiento de banda y a otros motivos.

Siendo necesario definir el período de tiempo para recolectar los datos por semana, mes, trimestre. Al emplear esta carta de control, se evidenciará de manera rápida y efectiva si existen cambios significativos en el porcentaje de devoluciones por desprendimiento de banda a lo largo del tiempo, permitiendo tomar medidas preventivas como correctivas para mejorar la calidad del proceso de reencauche y reducir las devoluciones.

Mientras en la línea de producción, es necesario medir nuevamente la variabilidad del proceso mediante diversas métricas y cartas de control, con el objetivo de analizar si ha aumentado los niveles de calidad, rendimiento y los defectos en la producción.

Tabla 65. Control y seguimiento del proceso

Proceso	Métricas	Tipo de carta	Capacidad proceso	Software
Inspección final	PMM, Yield	Carta P Carta Np	Informe de la capacidad del proceso por medio de la distribución binomial	Minitab

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En base al análisis de la situación actual en la línea de producción de CAUCHO SIERRA S.A, se detectaron 13 defectos en el proceso de reencauche de neumáticos. Estos defectos resultaban en deficiencias que no cumplían con los estándares de calidad establecidos, generando la necesidad de reprocesos. Esta situación implicaba un uso innecesario de los recursos destinados a la producción.
- Los resultados obtenidos mediante el análisis de Pareto, en base a los datos recolectados sobre los defectos en el proceso del reencauche, revelaron que las sopladuras representan el 46,03%, seguidas por el mal vulcanizado (flujo no continuo) con un 28,6% y posteriormente, los daños en las pestañas con un 9,5%. Estos hallazgos resaltan los problemas más significativos en la línea de producción.
- El análisis de los resultados obtenidos por medio de las herramientas de calidad, se evidencio que los aumentos de las garantías por parte de los clientes, se debe al desprendimiento de la banda de rodamiento debido, a causas en la mano de obra, procedimientos, métodos y la maquinaria empleada al proceso del reencauche del neumático.
- Por medio la aplicación de la carta P por a tributos, se reveló que el proceso tiene una variabilidad media alta esto causado por variaciones comunes, pero se encuentra bajo control estadístico y no presenta puntos fuera de los límites. Sin embargo, los datos no presentan ningún patrón o tendencia a seguir más bien fluctúan de manera aleatoria a lo largo de los límites de control. Mientras que la carta Np, indica, que de una muestra de 48 neumáticos reencauchado e inspeccionados, la cantidad productos defectuosos o rechazados al final del proceso productivo, fluctúa de 0 hasta 8. Además, de tener un valor promedio de 3.15. Esta cantidad de producto no conforme representa para la empresa contratiempos en la producción, reprocesos y genera pérdidas económicas.

- El rendimiento Yield en la empresa es bajo, con un total del 6.57% de probabilidad de que se presente algún defecto durante el proceso del reencauche del neumático. Además, este valor del indicador se considera temporalmente aceptable con un buen desempeño, pero si la empresa no considera estos valores y no implementa acciones correctivas, es probable que las tasas de defectos aumenten con el tiempo, lo que podría tener consecuencias negativas en la calidad de los productos y en la reputación de la empresa. Por lo tanto, es necesario buscar y analizar alternativas de mejoras para aumentar el rendimiento a lo largo del tiempo y el nivel de conformidad, con el propósito de reducir la variabilidad del proceso.
- Con el estudio estadístico del índice de capacidad por medio de las partes por millón (ppm), se determinó que el proceso tiene un nivel Sigma de 3.01, pero se encuentran a un nivel global promedio que es comúnmente observado en la mayoría de las empresas. Además, el valor de la capacidad (Cp) es de 1.001, lo que indica el proceso no es adecuado para el trabajo en cuestión, de manera que se requiera a más profundidad el análisis del proceso, modificaciones significativas para lograr alcanzar con los estándares de calidad deseados o satisfactoria. Para lograrlo, es necesario realizar ajustes y mejoras que permitan reducir la variabilidad y alcanzar un desempeño más consistente y satisfactorio en la producción.
- Mediante los planes de mejora, se han propuesto una serie de acciones con el objetivo de reducir la variabilidad, minimizar el impacto de las devoluciones por desprendimiento de banda de rodadura y mejorar la calidad del producto final. Para lograr esta mejoría algunas alternativas son monitorear el proceso de raspado y control por medio de regletas de radios como también la profundidad de eliminación de la banda usada, instruir adecuadamente a los operadores para realizar de manera efectiva la preparación de la superficie de la carcasa a reencauchar, entre otros más. La implementación de estas medidas busca asegurar una mayor eficiencia y calidad en el proceso del reencauche reduciendo las garantías.

4.2 Recomendaciones

- Es necesario realizar un estudio de stock de inventarios, ya que existe un inadecuado suministro de materias primas para el proceso lo que provoca que no se produzcan los diferentes modelos de labrados en el reencauche.
- Realizar seguimiento de los neumáticos reencauchados cuando se empleen nuevos parámetros para el proceso de vulcanizado y nuevos materiales, con la finalidad de mejorar la trazabilidad de los neumáticos y evaluar cualquier cambio en la cantidad de devoluciones o defectos asociados al proceso.
- Se pueden considerar la adopción de nuevas herramientas para el control de fallos con el fin de potenciar el rendimiento del proceso hasta alcanzar un nivel sigma óptimo.
- Implementar formatos de control en las diferentes áreas del proceso del reencauche, para determinar si las actividades cumplen con los parámetros mínimos y así aseguren la calidad del producto que se está reencauchando, con el fin de tener un adecuado control del proceso.
- Compartir información especializada en six Sigma a los operadores de la empresa, incentivando su participación mediante una estrategia motivacional. El objetivo es reducir los defectos en el área de producción y lograr la implementación de procesos estadísticamente controlados. Asimismo, se busca asegurar que los operadores cuenten con un nivel homogéneo de conocimientos en cuanto a los estándares de calidad.
- Se sugiere llevar a cabo un estudio exhaustivo de variabilidad mediante el uso de cartas de control y la evaluación de métricas de calidad, en relación con los procesos críticos. Esta revisión debería llevarse a cabo después de 3 meses de haber implementado las mejoras propuestas. Los resultados obtenidos serán valiosos como referencia para futuros proyectos de investigación y para tener una visión precisa del estado actual de la empresa.

- Implementar un sistema de incentivos para los operarios con puede impactar a elevar la calidad del producto reencauchado y reducir las devoluciones. Con el objetivo de lograr metas específicas de calidad, además, de fomentar la participación de los operarios en la identificación de mejoras en el proceso. Esta estrategia no solo motiva a los operarios a alcanzar estándares más altos, sino que también fortalece su compromiso con la excelencia en la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] N. Paredes Leica, «Plan de mejora de los procesos productivos de la elaboración de telas en la empresa Productexti CÍA. LTDA,» Ambato, 2019.
- [2] D. Villa Uvidia, Y. Villacis Venegas y M. Osorio Rivera, «Grado de utilización de las herramientas de calidad en una empresa industrial,» Revista Científica Dominio de las Ciencias, vol. 7, n° 4, pp. 648-660, 2021.
- [3] R. Rodríguez Moreno, I. Flores Jiménez y M. Vázquez Alamilla, «Factores que afectan a la calidad y productividad en las empresas,» Xikua, vol. 3, n° 5, 2018.
- [4] Y. Pérez Guerra, «La mejora continua de los procesos en una organización fortalecida mediante el uso de herramientas de apoyo a la toma de decisiones,» Latindex, vol. 10, n° 1, pp. 9-19, 2017.
- [5] V. Garafalo Largo, V. Ruiz Arana, R. Mendoza Macias y S. Rodríguez Mércan, «Control estadístico de procesos y reducción del desperdicio,» Alfa Publicaciones, vol. 4, n° 3.1, pp. 6-19, 2022.
- [6] M. Carmen Isabel y S. Nastasi Román, «Plan de mejora en los procesos de producción de reencauche al frío en la empresa reencauche Europea Reneu S.A,» España, 2018.
- [7] T. Herrera, Eduardo Granadillo y J. Gómez, «La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional,» SciELO, vol. 16, n° 1, pp. 47-60, 2018.
- [8] G. Diaz Muñoz y D. Salazar Duque, «La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial,» PODIUM, n° 39, pp. 19-36, 2021.
- [9] D. Lancho Huarag, «Análisis y propuestas de mejora para la gestión de productos terminados en una empresa de elaboración de productos para el reencauche de neumáticos,» Lima, 2019.
- [10] K. Mazariegos Lemus, «Mejorar el proceso de producción de una banda de reencauche, en la empresa grupo Cobán S. A,» Guatemala, 2015.
- [11] N. Terán Ayay, J. Vasquez Ramirez y Pablo Alvarado, «Calidad de servicio en las organizaciones de Latinoamérica,» Ciencia Latina Multidisciplinar, vol. 5, n° 1, p. 1184, 2021.

- [12] K. Chavez Chiroque, «Propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos para aumentar la producción en la empresa reencauchadora del norte E.I.R.L.» Chiclayo, 2020.
- [13] A. Ariel Castro y J. John Cuenca, «Calidad en el servicio en una empresa de reencauche en Bogotá,» Calí, 2017.
- [14] L. Álvarez Puente, «La evolución del reencauche de llantas en Colombia después de su normalización,» Bogotá, 2012.
- [15] F. Moscoso Paredes, «Manual de especificaciones técnicas y estándares de trabajo para el reencauche de neumáticos,» Cuenca, 2010.
- [16] Noboa Álvarez y E. Vásquez Erazo, «Factores que indican en el proceso de reencauche en la empresa reencauchadora Amazónica,» CienciaMatria, vol. 8, n° 4, pp. 1396-1402, 2022.
- [17] Ministerio de Ecuador, «Producción.gob,» Ministerio de producción, comercio exterior y pesca, 07 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.produccion.gob.ec/registro-de-empresas-reencauchadoras/>.
- [18] M. Ruidíaz Ariza y P. Vargas Rodríguez, «Diseño del sistema de gestión de calidad para la reencauchadora Bandtek S.A,» Bogotá, 2018.
- [19] Carlos Pimenta de Moraes, «Aplicação do Lean Manufacturen em,» VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, vol. 2, n° 7, pp. 5-18, 2012.
- [20] Hidalgo Manzanedo y Juliet Silvia, «Propuesta de mejora en el proceso de reencauche de llantas en un Mype,» Lima, 2017.
- [21] J. Calderón Orozco, «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,» Quito, 2017.
- [22] Guillermo Humberto y Rios Gonzales, «Aplicación de Kaizen para mejorar la calidad del proceso de reencauche en la empresa reencauchadora Beto S:R:L, San Martín de Porres, 2017,» Lima, 2017.
- [23] C. Noriega Perez, «Propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos para reducir las pérdidas económicas por devoluciones en la empresa Ruedamax E.I.R.L,» Chiclayo, 2018.
- [24] B. Tovar González, «Aplicación de six sigma a devoluciones de clientes en

comercialización de autopartes no originales,» Guanajuato, 2014.

- [25] G. Víctor Humberto, P. Coronel Tania, L. Ledesma Torres, «Plan de mejora basada en Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la empresa de reencauche de la empresa Tricorzo S.A,» Pimentel, 2020.
- [26] A. López Guerrero, Juan Hernández Gómez y K. Velázquez Victorica, «Six Sigma como estrategia competitiva: principales aplicaciones, áreas de implementación y factores críticos de éxito (CSF),» DYNA, vol. 86, n° 209, pp. 160-169, 2019.
- [27] A. Franklin López, L. Hernández Monsalve y M. Vasquez Coronado, «Mejora de la productividad empleando la metodología DMAIC,» Dialnet, vol. 8, n° 2, pp. 77-91, 2021.
- [28] M. Rosario Pino, F. Cobas Aguilera y L. Suárez Franco, «Aplicación de metodología para la realización del control estadístico de la calidad de procesos,» Dialnet, vol. 3, n° 25, pp. 33-49, 2021.
- [29] R. Almeida, P. Vaz y R. Silva, «Application of DMAIC methodology in a rubber component producing company,» Dialnet, vol. 2, n° 9, pp. 325-337, 2021.
- [30] H. Gutiérrez Pulido y R. Vará Salazar, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, México: Mc Graw Hil, 2009.
- [31] Ghare Prabhakar y L. Hansen Bertrand , Control de Calidad Teoría y Aplicaciones, Madrid: Díaz de Santos, S.A, 1990.
- [32] Santiago Javier Diaz, «Emprendices,» 6 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.emprendices.co/calidad-total-origen-evolucion-y-conceptos/>.
- [33] M. Torres Saumeth, T. Ruiz Afanador y F. Martínez Barraza, «Calidad y su evolución,» Dialnet, vol. 10, n° 2, pp. 100-107, 2018.
- [34] Julio Beltrán, Carmosa , Carrasco R y Rivas M, Guía para una gestión basada en proceso, Máaga: Berekintza, 2016.
- [35] H. Besterfield Dale, Control de Calidad, México: Pearson Educación, 2009.
- [36] M. Palacios López y V. Gisbert Soler, Control estadístico de la calidad: una aplicación práctica, Madrid: Área de innovación y desarrollo, S.L., 2018.
- [37] G. Frank , R. Chua y J. Defeo, Método Juran Análisis y Planificación de la

calidad, México: Mc Graw Hill, 2007.

- [38] A. González Washington, «Aplicación de Six Sigma en las organizaciones,» *Scientia et Technica* Año XIV, vol. 1, n° 39, pp. 266 -171, 2018.
- [39] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online.com,» 22 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/que-es-six-sigma/>.
- [40] J. Guerrero Merino, «Análisis de defectos en el proceso de confección de bividis en la empresa M&B textiles bajo la metodología Six Sigma,» Ambato, 2022.
- [41] Eduardo Pérez, M. Sellés y Santiana Víctor, «Los gráficos de control por atributos,» *Áreas de innovación y desarrollo, S.L.*, vol. 3, n° 2, pp. 1-9, 2012.
- [42] F. Paucar y S. Delgado, «Estudio de las condiciones que generan un desgaste anormal de los neumáticos radiales para vehículos pesados que impiden su reutilización como base para reencauche,» Cuenca, 2018.
- [43] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Neumáticos reacauchados, proceso de reencauche,» Quito, 2011.
- [44] K. Paredes, C. Medina, M. Carnero y J. Torres, «Diagnostic in tire retreading based on classification with fuzzy inference sytem,» *Applied Sciences*, vol. 12, n° 19, pp. 12-19, 2022.
- [45] Asociación Colombiana de reencauchadores de llantas, «ánalisis de ajustes en el reencauche de llantas,» ANRE, Medellín, 2017.
- [46] F. Wang, F. Zilong y C. Peng, «Tire retreading molding integration machine and tire retrading method,» *SCIELO*, vol. 5, n° 8, pp. 26-35, 2019.
- [47] C. Alex Duque R, «Análisis de criticidad a acrivos priniciaples asociados al proceso de reencauche de llantas y contrucción de un plan de mantenimiento preventivo para el activo mas crítico,» Medellín, 2019.
- [48] Oscar Delgado, «Sgc-lab.com,» SGC-Lab, 08 Enero 2023. [En línea]. Available: <https://sgc-lab.com/que-son-para-que-sirven-y-como-se-implementan-las-cartas-de-control-en-tu-laboratorio/>.
- [49] Velgastegui Suárez, «Control estadístico de los indicadores de calidad de calzado

de plástico,» Guayaquil, 2009.

- [50] Minitab, «Soporte de Minitab,» Minitab, 22 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/how-to/capability-analysis/binomial-capability-analysis/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/#rate-of-defectives-plot>.
- [51] J. Ravichandran, «Six-Sigma Milestone: An Overall Sigma Level of an Organization,» Total Quality Management, vol. XVII, n° 8, pp. 973-980, 2007.
- [52] L. Abril Flores, «Análisis Lean Six Sigma en el proceso de inyección de suelas de calzado en la empresa Plasticaucho Industrial S.A,» Ambato, 2020.
- [53] J. Rendón Peña, «Automatización del proceso de vulcanizado para reencauche de llantas usando la tecnica inner envelope para reencauchadora Renovanda SAS,» Bogotá, 2016.

ANEXOS

Anexo A. Metodología prisma

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P1	Six sigma como estrategia competitiva: principales aplicaciones, áreas de implementación y factores críticos de éxito (CSF)	Redalyc	2019	VP1	Aída López - Guerrero, Jesús Andrés Hernández Gómez, Karla Isabel Velázquez Victorica	El artículo trata sobre cómo las organizaciones adoptan estrategias para aumentar su rentabilidad por medio de un análisis de calidad, eliminar la variabilidad y mejorar su posición en el mercado, y cómo el Six Sigma se ha convertido en una estrategia de mejora operativa en varios campos de aplicación. Finalmente, se proponen líneas de investigación y áreas de aplicación de interés para los investigadores y profesionales de la mejora continua.
P2	Mejora de la productividad empleado la metodología DMAIC	Redalyc	2021	VP3	Franklin Augusto Guimarey López, Leydy Luz Hernández Monsalve, Manuel Humberto Vásquez Coronado	El artículo tiene el propósito de presentar un plan de mejora en los procesos productivos por medio de la metodología DMAIC a través de herramientas de calidad, mejorando el nivel sigma, y así la producción con la reducción de desperdicios de la materia prima.
P3	Factores que indican en el proceso de reencauche en la empresa reencauchadora Amazónica Reencamaz	Dialnet	2022	VP1	Gustavo Francisco Noboa Álvarez, Edwin Joselito Vásquez Erazo	El estudio busca identificar los factores que influyen en la producción y calidad de la empresa que se dedica a reencauchar neumáticos. Se utilizaron estadísticos descriptivos y la correlación de Pearson para analizar los datos obtenidos de los estratos de estudio, y se encontraron variables significativas como la materia prima, la mano de obra calificada, las normas técnicas y la maquinaria calificada, que afectan directamente el rendimiento del neumático reencauchado
P4	Aplicación de la metodología DMAIC en una compañía de producción de componentes de caucho	Scopus	2020	VP1	Ricardo Almeida, Paulo Vaz, Rosa Silva	Analiza la utilidad al implementar herramientas de calidad permitiendo en la reducción de la distancia recorrida, ahorrando tiempo, aumento de la calidad y disminución de los defectos. Se refleja una mejora en comparación a los resultados previos a la intervención con las auditorías de los 5'S.

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P5	Herramientas de control estadístico en las Pymes de Hermosillo, Sonora: Limitaciones para su utilización	Dialnet	2018	VP2	María Magdalena Villa Carbajal, Joel Enrique Espejel Blanco, Alma Brenda Leyva Carreras, Paulina Dánae López Ceballos	El documento tiene el propósito de identificar el porqué, las empresas no utilizan las herramientas de calidad para obtener información y control de sus procesos para la mejora de sus procesos y productos. Para la satisfacción de los clientes y desarrollar datos de información estadística con el fin de determinar el estado de los procesos por medios de un análisis de calidad.
P6	Aplicación de metodología para la realización del control estadístico de la calidad de procesos	Dialnet	2021	VP2	Maira Rosario Moreno Pino, Freddy Cobas Aguilera, Luz Elena Suárez Franco	El artículo describe una metodología para aplicar el control estadístico de la calidad, mostrando sus beneficios para identificar el estado de los procesos, las causas de variación y las posibles acciones de mejora. También se explican las acciones preparatorias necesarias para el éxito del control estadístico de la calidad, como el muestreo, la ejecución de mediciones y la selección de gráficos.
P7	Grado de utilización de las herramientas de calidad en una empresa industrial	Scielo	2021	VP2	Diana Nereida Villa Uvidia, Norma Yolanda Villacis Venegas, Miguel Ángel Osorio Rivera	El artículo busca identificar las herramientas de calidad, su aplicación y beneficios en el sector industrial. Destaca la importancia de aplicar correctamente estas herramientas y el compromiso del personal en todos los niveles jerárquicos de la empresa.
P8	La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial	Scielo	2021	VP1	Gabriel Alejandro Diaz Muñoz, Diego Alfredo Salazar Duque	El objetivo de la investigación es crear un procedimiento que permita a las organizaciones controlar sus procesos de forma sistemática, evaluándolos y mejorándolos cuando sea necesario. Se sugieren técnicas tanto cualitativas como cuantitativas para tomar decisiones de manera más eficiente. A lo cual, se notaron mejoras importantes en la empresa con calidad.
P9	La mejora continua de los procesos en una organización fortalecida mediante el uso de herramientas de apoyo a la toma de decisiones	Dialnet	2018	VP3	Yailí Pérez Guerra	El objetivo de la investigación es crear un procedimiento que permita a las organizaciones controlar sus procesos de forma sistemática, evaluándolos y mejorándolos cuando sea necesario. Se sugieren técnicas tanto cualitativas como cuantitativas para tomar decisiones de manera más eficiente. A lo cual, se notaron mejoras importantes en la empresa con calidad.

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P10	Control es dístico de procesos y reducción del despilfarro	Alfa Publicaciones	2022	VP1	Garofalo Largo, Ruiz Arana, Mendoza Macias, Rodríguez Mérgan	La investigación tiene como objetivo evaluar la influencia del control estadístico de procesos en la reducción del desperdicio en una empresa manufacturera. Se analiza un caso específico para tal fin.
P11	Plan de mejora en los procesos de producción de reencauche al frío en la empresa reencauche Europea Reneu S. A	Repositorio UdLA	2018	VP3	Carmen Isabel, Nastasi Román	El enfoque principal es lograr una optimización del proceso de reencauche al frío, dado que el 80% de la producción se concentra en este tipo de llantas. Para lograrlo, se emplea la metodología DMAIC con el fin de estandarizar y mejorar el proceso. El objetivo general es mejorar la calidad del servicio mediante la implementación de mejoras y cambios necesarios en los procesos.
P12	La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional	Scielo	2018	VP1	Herrera Tomas, Emilio Granadillo, Jaime Gómez	El artículo examina los factores y elementos que influyen en la productividad de las organizaciones, centrándose en el papel crucial del personal y su interacción con los costos y la calidad del proceso. También se aborda el impacto de los sistemas de gestión de calidad en la productividad, y se proporcionan pautas fundamentales para evaluar la productividad de los procesos y los factores empresariales como medidas de crecimiento económico.
P13	Análisis y propuestas de mejora para la gestión de productos terminados en una empresa de elaboración de productos para el reencauche de neumáticos	Repositorio Católica de Perú	2019	VP3	D. Lancho Huarag	El fin del documento se enfoca en proponer mejoras para la gestión de inventarios, almacén de productos terminados y el proceso productivo en una empresa manufacturera que produce productos para el reencauche de neumáticos.
P14	Mejorar el proceso de producción de una banda de reencauche, en la empresa grupo Cobán S. A	USAC	2018	VP2	Mazariegos Lemus	Mejorar y asegurar el control estadístico del proceso del reencauche por medio de cartas de control y junto con herramientas de calidad lo que permiten mantener estable el proceso, reducir la variabilidad y su mejora de producción.

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P15	Calidad de servicio en las organizaciones de Latinoamérica	Ciencia Latina Multidisciplinar	2021	VP1	Terán Ayay, Vásquez Román, Ramírez David, Pablo Alvarado	Esto asegura su aplicabilidad en investigaciones futuras, debido a que permite conocer cómo los usuarios perciben la calidad de los servicios ofrecidos por las instituciones. En conclusión, la investigación sugiere que el modelo SERVQUAL es una herramienta útil y efectiva para medir la calidad de servicio en diversos estudios.
P16	Propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos para aumentar la producción en la empresa reencauchadora del norte E.I.R.L	Repositorio USAT	2020	VP3	K. Chávez Chiroque	Se centra el elaborar una propuesta de mejora en el proceso de reencauche de neumáticos y aumentar la producción con metodología de calidad con el objetivo de reducir pérdidas económicas, con herramientas y nuevos métodos adecuados para la productividad y calidad del producto.
P17	Calidad en el servicio en una empresa de reencauche en Bogotá	Scielo	2018	VP1	Ariel Castro, John Cuenca	En este estudio se busca evaluar la calidad del servicio que ofrece la empresa, desde la perspectiva de los clientes. Para ello, se consideran cinco dimensiones que influyen en la percepción de calidad: elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad y empatía. El objetivo general es obtener información sobre la percepción de los clientes acerca de la calidad del servicio de la empresa.
P18	La evolución del reencauche de llantas en Colombia después de su normalización	Repositorio Nueva Granada	2018	VP1	Álvarez Puente	El estudio está enfocado cómo ha evolucionado el reencauche después de la normalización en el proceso y mejorar la calidad del producto con un análisis producto de la calidad.
P19	Diseño del sistema de gestión de calidad para la reencauchadora Bandtek S.A		2018	VP2	Ruidiáz Ariza, Vargas Rodríguez	El enfoque del documento tiene de proponer un diseño del sistema de calidad adecuada para mejorar la competitividad y la seguridad del reencauche, por medio de un análisis de calidad y propuestas estratégicas con el fin de alcanzar el modelo ideal con planes y herramientas adecuadas.

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P20	Aplicação do Lean Manufacturen em	VII Congreso Nacional de Excelencia em Gestão	2019	VP1	Pimenta de Moraes	Busca la implementación de la herramienta de calidad para el beneficio de la empresa para la producción y mejora del producto a base de eliminación de desperdicios, reprocesos y entre otros para mejorar la calidad del servicio como también del producto.
P21	Propuesta de mejora en el proceso de reencauche de llantas en un Mype	Repositorio académico UPC	2018	VP3	Hidalgo Manzanedo, Juliet Silvia	El documento tiene el fin de proponer mejoras dentro del proceso de reencauche por medio de herramientas y una distribución adecuada de los puestos de trabajo para obtener mejores resultados con el servicio y con la calidad del producto ofertado en el reencauche.
P22	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	BIBDIGITAL	2018	VP2	Calderón Orozco	En este proyecto se implementó el sistema RIMLESS en el proceso de vulcanizado de la empresa "CAUCHO SIERRA S.A." para mejorar la producción y la calidad del producto utilizando la metodología Seis Sigma. Las mejoras incluyen un aumento en la capacidad de producción y una mejora en los parámetros de presión y temperatura utilizados en el proceso de vulcanizado
P23	Aplicación de Kaizen para mejorar la calidad del proceso de reencauche en la empresa reencauchadora Beto S:R:L, San Martin de Porres	Repositorio Digital Institucional Cesar Vallejo	2018	VP2	Guillermo Humberto, ríos Gonzales	El objetivo principal de este estudio es investigar cómo la implementación de Kaizen puede mejorar la calidad del proceso en la empresa Reencauchadora Beto S.R.L. Se eligió el método Kaizen después de analizar las causas de la baja calidad del proceso de reencauche utilizando el diagrama de Pareto. Las causas fueron organizadas por áreas y se determinó la utilización de Kaizen en la matriz de priorización.

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P24	Propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos para reducir las pérdidas económicas por devoluciones en la empresa Ruedamax E.I.R.L	Repositorio Dspace	2018	VP3	Carolina Noriega Pérez	El enfoque del artículo es resolver la situación de devoluciones de productos reencauchados mediante mejoras en el proceso. Se realizó un análisis de la empresa para identificar las causas de las devoluciones, se establecieron prioridades para las mejoras y se ejecutaron todas las soluciones propuestas. El objetivo fue reducir las pérdidas económicas por devoluciones de manera efectiva.
P25	Aplicación de six sigma a devoluciones de clientes en comercialización de autopartes no originales	CIATEC	2019	VP1	Tovar González	Destaca la importancia de utilizar la metodología six sigma para reducir las devoluciones de los clientes con pérdidas económicas, obtiene resultados óptimos en las garantías receptadas con un disminución y aumento de producción con una buena calidad del servicio y del producto.
P26	Plan de mejora basada en Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la empresa de reencauche de la empresa Tricorzo S. A	Pimentel	2020	VP3	Pita coronel, Tania Torres Ledesma, Jean Paul Anthony	Destaca la importancia de un sistema de mejora continua para mejorar los procesos de manera cíclica y reducir desperdicios, aumentando la calidad de los productos. Se identificó una alta tasa de reprocesamientos en el sistema y se utilizó el diagrama Causa-efecto para analizar las causas raíz. Se determinaron herramientas de mejora para abordar cada causa raíz y reducir las reprocesamientos, lo que mejorará la productividad en términos de materia prima y mano de obra.

Anexo C. Hoja de control de defectuosos del reencauche.

			CAUCHOSIERRA S, A	
			Hoja de Control de Calidad	
Responsable				
Producto		Hora		
Número de lote		Fecha		
Proceso		Lote		
Tipo de Defectos	Frecuencia		Subtotal	Observación
	Pasa	No pasa		
Total				

Anexo D. Formato de lluvia de ideas

		CAUCHOSIERRA S, A
		Lluvia de ideas
Departamento/área		
Causa/problema		
Participantes		
N°	Lluvia de ideas	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
Observación		

Anexo E. Formato de la herramienta 5W-1H

		CAUCHOSIERRA S, A
		Formato 5W-1H
Responsable		
Problema/tema		
Área		
Ítems	Preguntas	Respuesta
1	Who	
2	What	
3	When	
4	Where	
5	How	
Observación		

Anexo F. Tabla de conversión de nivel six sigma

Abridged Process Sigma Conversion Table						
<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Anexo G. Índice Cp y su interpretación

VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Anexo H. Registro de medidas para el raspado

CAUCHO SIERRA S. A						
Registro de medidas de la superficie preparada			 CAUCHO SIERRA <small>ESPECIALISTAS EN LLANTAS Y REENCAUCHE</small>			
Lote						
Área						
Fecha						
Responsable						
N°	Marca	Medida del neumático	Medidas			Observaciones
			Profundidad	Radio	Laterales	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Anexo I. Ficha de registro para el área del raspado

REGISTRO TÉCNICO DE PRODUCCIÓN			
Fecha:		PROMEDIO FINAL	
Operador:			
Supervisor:			
<u>RASPADO</u>			
TÉCNICA	Detalle	Valoración	Observaciones
TEXTURA DE RASPADO	La aspereza de la corona de la llanta está dentro de los parámetros recomendados (Entre RMA 3 y 4)		
RADIO CORONA	El radio de raspado utilizado corresponde a la medida y tipo de neumático		
SECCIÓN	Ancho de banda de rodamiento a colocarse se adapta perfectamente		
REMANENTE	Se respeta el remanente de caucho mínimo de la carcasa, tanto en llantas radiales como convencionales		
SIMETRÍA EXCÉNTRICA	El neumático raspado es simétrico respecto a su eje central. El neumático raspado es uniforme en toda su circunferencia		
EPP	El inspector utiliza: Guantes, mascarilla de gases, gafas de protección, orejeras		
UNIDADES AUDITADAS	Número de carcasas al muestreo evaluadas durante la auditoria diaria de producción		
REFERENCIA		PTOS	
Excede los requisitos propuestos		5	
Cumple con todos los requisitos propuestos		4	
Cumple con los requisitos necesarios		3	
Cumple con algunos requisitos		2	
No cumple con ningún requisito		1	
<p>Nota: Promedios menores a 2.5 serán motivo de llanta de atención con mayor seguimiento</p>			
_____		_____	
SUPERVISADO POR		REVISADO POR	

Anexo J. Hoja de control proceso del raspado

CAUCHO SIERRA S. A								
Formato de carta de control del proceso de raspado			 CAUCHO SIERRA <small>ESPECIALISTAS EN LLANTAS Y REENCAUCHE</small>					
N°	Lote	Muestra	Medidas					
			1	2	3	4	5	6
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

Anexo K. Ficha de registro de la temperatura del vulcanizado

CAUCHO SIERRA S. A						
Registro de la temperatura del vulcanizado			 CAUCHO SIERRA <small>ESPECIALISTAS EN LLANTAS Y REENCAUCHE</small>			
Lote						
Área						
Fecha						
Responsable						
N°	Autoclaves		Parámetros			Observaciones
	1	2	Temperatura	Presión	Tiempo	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

