



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL
PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS EN LA EMPRESA
REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A.**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a
la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

ÁREA: Industrial y manufactura

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, Materiales y Producción

AUTOR: Stalin Fabricio Espín Silva

TUTOR: PhD. Víctor Hugo Guachimbosa Villalba

Ambato – Ecuador

septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación con el tema: ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Stalin Fabricio Espín Silva, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, 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 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, septiembre 2022

PhD. Víctor Hugo Guachimbosa Villalba

TUTOR

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A. es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, septiembre 2022



Stalin Fabricio Espín Silva

CC: 1804312310

AUTOR

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Stalin Fabricio Espín Silva, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A., nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ing. Carlos Sánchez Mg.

PRESIDENTE SUBROGANTE

Ing. Fernando Urrutia Mg.

PROFESOR CALIFICADOR

Ing. José Gavidia Mg.

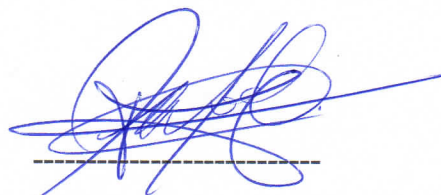
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, septiembre 2022



Stalin Fabricio Espín Silva

CC: 1804312310

AUTOR

DEDICATORIA

Con gran orgullo y con todo mi corazón, este logro se lo dedico a Dios, por ser quien me ha cuidado durante mi vida universitaria, dándome ánimos, fuerza y sobre todo salud.

También dedico este triunfo a mis padres Jaime y Marina, por brindarme su amor y apoyo incondicional en todo lo que me he propuesto hacer en la vida; para ustedes este gran triunfo.

A Bryan, mi hermano, con quien compartí momentos invaluable de mi vida.

A mis abuelitos, por ser un pilar esencial en mi vida que con sus palabras y consejos siempre velaron por mi bienestar.

También se lo dedico a dos personas muy importantes, mi tío Eddy y amigo Carlitos que siempre me han estado cuidando y guiando desde el cielo.

Stalin Fabricio Espín Silva

AGRADECIMIENTO

Un eterno agradecimiento a Dios, por todo tipo de bendiciones que ha derramado sobre mí en todo momento y sobre todo en el transcurso de mi carrera universitaria.

Un agradecimiento especial a mis padres Jaime Espín y Marina Silva, por enseñarme a llevar mi vida con su ejemplo de perseverancia y de lucha constante. Gracias por todos sus sacrificios que han hecho para que hoy sea quien soy y sobre todo por su amor incondicional.

A mi hermano Bryan, por estar siempre a mi lado, motivándome a seguir adelante, gracias por tu compañía, palabras y consejos.

A la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a mi querida FISEI y a los docentes que supieron inculcarme de buena manera al compartir sus conocimientos y en gran manera al PhD. Víctor Guachimposa por su dirección en la elaboración del presente proyecto.

A la Ing. Paulina Villacrés y a la empresa CAUCHO SIERRA S.A., por su gran acogida durante la ejecución de este proyecto.

Stalin Fabricio Espín Silva

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 Antecedentes Investigativos.....	3
1.2.1 Contextualización del problema.....	6
1.2.2 Fundamentación teórica.....	11
1.2 Objetivos.....	41
1.2.2 Objetivo General.....	41
1.2.3 Objetivos Específicos.....	41
CAPÍTULO II.....	42
METODOLOGÍA.....	42
2.1 Materiales.....	42
2.2 Métodos.....	44
2.2.1 Enfoque de la Investigación.....	44
2.2.2 Nivel de estudio.....	44
2.2.3 Modalidad de la investigación.....	45
2.2.4 Población y muestra.....	46
2.2.5 Recolección de información.....	47

2.2.6 Procesamiento y análisis de datos	48
2.2.7 Desarrollo del proyecto	48
2.2.8 Metodologías y técnicas utilizadas	50
CAPÍTULO III.....	52
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	52
3.1.1 Desarrollo de la propuesta.....	52
3.2 Diagnóstico de las actividades y operaciones que se ejecutan dentro del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.	54
3.2.1 Datos Informativos de la Empresa.....	54
3.2.2 Determinación del principal producto – servicio de mayor demanda a través de un análisis ABC	59
3.2.3 Operaciones del proceso productivo de Reencauche.....	74
3.2.4 Levantamiento de procesos.....	80
3.2.5 Diagramas de flujo de los procesos	91
3.2.6 Cursogramas de los procesos actuales	103
3.2.7 Recursos utilizados en el proceso productivo de reencauche de neumáticos	114
3.2.8 Descripción de equipos y maquinaria utilizada en el proceso productivo de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.	116
3.2.9 Situación actual del Proceso productivo de Reencauche.....	117
3.2.10 Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de reencauche de neumáticos	119
3.2.11 Número de observaciones.....	119
3.2.12 Valoración del ritmo de trabajo	121
3.2.13 Cálculo de Suplementos.....	122
3.2.14 Descripción de las actividades o elementos.....	125
3.2.15 Capacidad de producción.....	144
3.2.16 Estudio de movimientos.....	146

3.2.17 Alternativa de optimización del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.	158
3.2.18 Identificación del cuello de botella.....	158
3.2.19 Métodos de trabajo propuestos para el reencauche de neumáticos en base al Estudio de Tiempos.....	159
3.2.20 Métodos de trabajo propuestos para el reencauche de neumáticos basados en el Estudio de Movimientos	182
3.2.21 Plan de Mejoras	195
CAPÍTULO IV.....	226
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	226
4.1 Conclusiones	226
4.2 Recomendaciones	229
MATERIALES DE REFERENCIA	230
Bibliografía.....	230
Anexos.....	240

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tiempo total de las operaciones, en las condiciones existentes	13
Figura 2. Suplementos de acuerdo con la OIT	25
Figura 3. Tiempo Estándar o tipo.....	27
Figura 4. Simbología de diagrama de proceso según el estándar ASME	34
Figura 5. Diagrama de recorrido	35
Figura 6. Diagrama sinóptico	35
Figura 7. Elementos de un proceso	39
Figura 8. Ubicación geográfica actual de CAUCHO SIERRA S.A.	57
Figura 9. Organigrama estructural de CAUCHO SIERRA S.A.	58
Figura 10. Análisis ABC para la identificación del producto de mayor demanda de CAUCHO SIERRA S.A.	61
Figura 11. Información importante de un neumático	62
Figura 12. Diagrama sinóptico actual del proceso de limpieza	63
Figura 13. Diagrama sinóptico actual del proceso de inspección inicial	64
Figura 14. Diagrama sinóptico actual del proceso de raspado.....	65
Figura 15. Diagrama sinóptico actual del proceso de escariado	66
Figura 16. Diagrama sinóptico actual del proceso de reparaciones	67
Figura 17. Diagrama sinóptico actual del proceso de cementado	68
Figura 18. Diagrama sinóptico actual del proceso de relleno	69
Figura 19. Diagrama sinóptico actual del proceso de corte de banda.....	70
Figura 20. Diagrama sinóptico actual del proceso de embandado.....	71
Figura 21. Diagrama sinóptico actual del vulcanizado	72
Figura 22. Diagrama sinóptico actual del inspección final y acabado	73
Figura 23. Proceso de limpieza	74
Figura 24. Proceso de inspección inicial.....	75
Figura 25. Proceso de raspado	76
Figura 26. Proceso de escariado.....	76
Figura 27. Proceso de reparaciones.....	77
Figura 28. Proceso de cementado.....	77
Figura 29. Proceso de relleno.....	78
Figura 30. Proceso de corte de banda	78
Figura 31. Proceso de embandado	79

Figura 32. Proceso de vulcanizado.....	79
Figura 35. Proceso de inspección final y acabado	80
Figura 34. Diagrama de flujo del proceso de limpieza	92
Figura 35. Diagrama de flujo del proceso de inspección inicial	93
Figura 36. Diagrama de flujo del proceso de raspado.....	94
Figura 37. Diagrama de flujo del proceso de escariado	95
Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de reparaciones	96
Figura 39. Diagrama de flujo del proceso de cementado.....	97
Figura 40. Diagrama de flujo del proceso de relleno	98
Figura 41. Diagrama de flujo del proceso de corte de banda.....	99
Figura 42. Diagrama de flujo del proceso de embandado.....	100
Figura 43. Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado.....	101
Figura 44. Diagrama de flujo del proceso de inspección final y acabado.....	102
Figura 45. Principales problemas en el proceso de reencauche	118
Figura 46. Gráfico del resumen de los tiempos estándar	158
Figura 47. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – limpieza.....	163
Figura 48. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – inspección inicial	168
Figura 49. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – reparaciones	172
Figura 50. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – relleno	176
Figura 51. Tiempo de ciclo situación actual vs propuesta	178
Figura 54. Tiempo de ciclo situación actual vs propuesta	181
Figura 53. Comparativa de la situación actual vs propuesta - estudio de movimientos	194
Figura 54. Diagrama causa efecto del reencauche de neumáticos	197
Figura 55. Diagrama sinóptico del proceso de limpieza	205
Figura 56. Diagrama sinóptico del proceso de inspección inicial.....	206
Figura 57. Diagrama sinóptico del proceso de raspado	207
Figura 58. Diagrama sinóptico del proceso de escariado.....	208
Figura 60. Diagrama sinóptico del proceso de cementado	210
Figura 61. Diagrama sinóptico del proceso de corte de banda	211
Figura 62. Diagrama sinóptico del proceso de embandado	212
Figura 63. Diagrama sinóptico del vulcanizado.....	213
Figura 64. Diagrama sinóptico del inspección final y acabado	214

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas del estudio de tiempos	20
Tabla 2. Tipos de cronometrajes para el estudio de tiempos	21
Tabla 3. Número recomendado de ciclos, según General Electric	22
Tabla 4. Índice de desempeño según el método de Westinghouse	23
Tabla 5. Escala de valoración británica para el ritmo de trabajo	24
Tabla 6. Movimientos Eficientes	30
Tabla 7. Movimientos Ineficientes.....	31
Tabla 8. Ejemplo de un diagrama analítico.....	36
Tabla 9. Diagrama bimanual para un proceso de registro de prendas	37
Tabla 10. Listado de materiales	42
Tabla 11. Población de la empresa CAUCHOSIERRA S.A.	46
Tabla 12. Técnicas y herramientas para la recolección de la información	47
Tabla 13. Datos informativos de la empresa.....	54
Tabla 14. Situación inicial de la empresa.....	55
Tabla 15. Historial de ingresos y/o ventas correspondientes al año 2021	59
Tabla 16. Historial de ingresos y/o ventas correspondientes al año 2021	60
Tabla 17. Resumen de las zonas del análisis ABC	60
Tabla 18. Simbología para la identificación de posibles daños	75
Tabla 19. Levantamiento del proceso de limpieza.....	81
Tabla 20. Levantamiento del proceso de inspección inicial	82
Tabla 21. Levantamiento del proceso de raspado	83
Tabla 22. Levantamiento del proceso de escariado	84
Tabla 23. Levantamiento del proceso de reparaciones	85
Tabla 24. Levantamiento del proceso de cementado	86
Tabla 25. Levantamiento del proceso de relleno	87
Tabla 26. Levantamiento del proceso de corte de banda	88
Tabla 27. Levantamiento del proceso de embandado	89
Tabla 27. Levantamiento del proceso de vulcanizado	90
Tabla 29. Levantamiento del proceso de inspección final	91
Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de limpieza	103
Tabla 31. Cursograma analítico del proceso de inspección inicial	104

Tabla 32. Cursograma analítico del proceso de raspado.....	105
Tabla 33. Cursograma analítico del proceso de escariado	106
Tabla 34. Cursograma analítico del proceso de reparaciones	107
Tabla 35. Cursograma analítico del proceso de cementado.....	108
Tabla 36. Cursograma analítico del proceso de relleno	109
Tabla 37. Cursograma analítico del proceso de corte de banda.....	110
Tabla 38. Cursograma analítico del proceso de embandado.....	111
Tabla 39. Cursograma analítico del proceso de vulcanizado.....	112
Tabla 40. Cursograma analítico del proceso de inspección final y acabado.....	113
Tabla 41. Recursos utilizados en el proceso productivo de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.	115
Tabla 42. Equipos y maquinaria utilizados en el proceso productivo de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.	116
Tabla 43. Tiempo de ciclo del proceso de reencauche.....	119
Tabla 44. Valoración del índice de desempeño de los procesos productivos de reencauche.....	121
Tabla 45. Letra asignada para representar a los procesos productivos	124
Tabla 46. Cálculo de los suplementos de las etapas del proceso de reencauche	125
Tabla 47. Descripción de los elementos del proceso de limpieza.....	126
Tabla 48. Descripción de los elementos del proceso de inspección inicial	126
Tabla 49. Descripción de los elementos del proceso de raspado	127
Tabla 50. Descripción de los elementos del proceso de escariado	127
Tabla 51. Descripción de los elementos del proceso de reparaciones	128
Tabla 52. Descripción de los elementos del proceso de cementado	128
Tabla 53. Descripción de los elementos del proceso de relleno	129
Tabla 54. Descripción de los elementos del proceso de corte de banda	129
Tabla 55. Descripción de los elementos del proceso de embandado	130
Tabla 56. Descripción de los elementos del proceso de vulcanizado	130
Tabla 57. Descripción de los elementos del proceso de inspección final y acabado	131
Tabla 58. Tiempo estándar del proceso de limpieza	132
Tabla 59. Tiempo estándar del proceso de inspección inicial.....	133
Tabla 60. Tiempo estándar del proceso de raspado	134
Tabla 61. Tiempo estándar del proceso de escariado.....	135

Tabla 62. Tiempo estándar del proceso de reparaciones.....	136
Tabla 63. Tiempo estándar del proceso de cementado	138
Tabla 64. Tiempo estándar del proceso de relleno.....	139
Tabla 65. Tiempo estándar del proceso de corte de banda	140
Tabla 66. Tiempo estándar del proceso de embandado	141
Tabla 67. Tiempo estándar del proceso de vulcanizado	142
Tabla 68. Tiempo estándar del proceso de inspección final y acabado	143
Tabla 69. Resumen del tiempo estándar de las etapas del proceso de reencauche ..	144
Tabla 70. Capacidad de producción del proceso de reencauche	145
Tabla 71. Diagrama bimanual del proceso de limpieza	146
Tabla 72. Diagrama bimanual del proceso de inspección inicial.....	147
Tabla 73. Diagrama bimanual del proceso de raspado	148
Tabla 74. Diagrama bimanual del proceso de escariado.....	149
Tabla 75. Diagrama bimanual del proceso de reparaciones.....	150
Tabla 76. Diagrama bimanual del proceso de cementado.....	151
Tabla 77. Diagrama bimanual del proceso de relleno.....	152
Tabla 78. Diagrama bimanual del proceso de corte de banda.....	153
Tabla 79. Diagrama bimanual del proceso de embandado	154
Tabla 80. Diagrama bimanual del proceso de vulcanizado.....	155
Tabla 81. Diagrama bimanual del proceso de inspección final y acabado	156
Tabla 82. Resumen de los movimientos actuales del proceso productivo.....	157
Tabla 83. Descripción de las actividades del proceso de limpieza propuesto	159
Tabla 84. Tiempo estándar propuesto del proceso de limpieza	160
Tabla 85. Cursograma analítico del proceso de limpieza propuesto.....	161
Tabla 86. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de limpieza	162
Tabla 87. Descripción de las actividades del proceso de inspección inicial propuesto	164
Tabla 88. Tiempo estándar propuesto del proceso de inspección inicial.....	165
Tabla 89. Cursograma analítico del proceso de inspección inicial propuesto	166
Tabla 90. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de inspección inicial.....	167
Tabla 91. Descripción de las actividades del proceso de reparaciones propuesto ...	169

Tabla 92. Tiempo estándar propuesto del proceso de reparaciones.....	170
Tabla 93. Cursograma analítico del proceso de reparaciones propuesto	171
Tabla 94. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de reparaciones.....	172
Tabla 95. Descripción de las actividades del proceso de relleno propuesto	173
Tabla 96. Tiempo estándar propuesto del proceso de relleno	174
Tabla 97. Cursograma analítico del proceso de relleno propuesto	175
Tabla 98. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de relleno	176
Tabla 99. Resumen del tiempo estándar propuesto para el proceso de reencauche.	177
Tabla 100. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – ciclo de reencauche.....	177
Tabla 101. Capacidad de producción del proceso de reencauche – propuesta	179
Tabla 102. Tiempos estándar con dos operarios en el proceso de reparaciones	180
Tabla 103. Capacidad de producción del proceso de reencauche – propuesta, con 2 operarios en reparaciones	181
Tabla 104. Diagrama bimanual del proceso de limpieza, sin cambios	183
Tabla 105. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de inspección inicial ...	184
Tabla 106. Diagrama bimanual del proceso de raspado, sin cambios	185
Tabla 107. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de escariado	186
Tabla 108. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de reparaciones	187
Tabla 109. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de cementado.....	188
Tabla 110. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de relleno	189
Tabla 111. Diagrama bimanual del proceso de corte de banda, sin cambios.....	190
Tabla 112. Diagrama bimanual del proceso de embandado, sin cambios	191
Tabla 113. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de vulcanizado.....	192
Tabla 114. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de inspección final y acabado.....	193
Tabla 115. Resumen de los movimientos actuales del proceso productivo.....	194
Tabla 116. Matriz FODA	198
Tabla 117. Matriz FODA Combinada.....	199
Tabla 118. Estrategias de mejora	199
Tabla 119. Acciones de mejora a desarrollarse.....	201

Tabla 120. Acciones de mejora para la producción	201
Tabla 121. Valoración de las acciones de mejora	203
Tabla 122. Acciones de mejora a desarrollarse.....	204
Tabla 123. Cursograma analítico del proceso de limpieza propuesto.....	215
Tabla 124. Cursograma analítico del proceso de inspección inicial propuesto	216
Tabla 125. Cursograma analítico del proceso de raspado.....	217
Tabla 126. Cursograma analítico del proceso de escariado	218
Tabla 127. Cursograma analítico del proceso de reparaciones propuesto	219
Tabla 128. Cursograma analítico del proceso de cementado.....	220
Tabla 129. Cursograma analítico del proceso de relleno propuesto	221
Tabla 130. Cursograma analítico del proceso de corte de banda.....	222
Tabla 131. Cursograma analítico del proceso de embandado.....	223
Tabla 132. Cursograma analítico del proceso de vulcanizado.....	224
Tabla 133. Cursograma analítico del proceso de inspección final y acabado.....	225

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como finalidad la ejecución de un estudio de tiempos, movimientos y optimización de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A. con la finalidad de eliminar reprocesos y desperdicios en la línea de procesos.

El diagnóstico de la situación actual de las actividades y operaciones que se realizan en la empresa para el reencauche de neumáticos, determinó que los operarios de la línea de producción no contaban con una estandarización productiva por la falta de un control interno. Los tiempos ociosos y desplazamientos innecesarios, son el resultado de un desarrollo gradual, sin enfoque en estudios que planifiquen la distribución de recursos. El estudio de tiempos y movimientos mediante cronometraje acumulativo con un equipo con certificación de calibración para la medición, se realizó con el objetivo de reducir tiempos en las actividades del reencauche de neumáticos.

La propuesta de mejora del proceso eliminó 12 actividades de trabajo, equivalente al 6.15% y, optimizó el tiempo de ciclo en 14.37 minutos, equivalente a 5,67% de la producción. Los operarios del área de vulcanizado y reparaciones fueron los beneficiados por la reducción de tareas ineficientes y el incremento del nivel de trabajo.

Palabras claves: Reencauche, Neumático, Optimización, Estudio de tiempos y movimientos, Productividad.

ABSTRACT

The purpose of this research is to carry out a study of times, movements and optimization of the company REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A. in order to eliminate rework and waste in the process line.

The diagnosis of the current situation of the activities and operations that are carried out in the company for the retreading of tires, determined that the operators of the production line did not have a productive standardization due to the lack of internal control, idle times and unnecessary displacements, are the result of a gradual development without focus on studies that plan the distribution of resources. The study of times and movements through cumulative timing with a team with calibration certification for measurement, was carried out with the objective of reducing the error in the timing of tire retreading activities.

The process improvement proposal eliminated 12 work activities, equivalent to 6.15%, and optimized the cycle time in 14.37 minutes, equivalent to 5.67% of production. The workers in the vulcanizing and repairs area benefited from the reduction of inefficient tasks and the increase in the level of work.

Keywords: Retreading, Optimization, Time`s study, Productivity, Movement`s study, Tire.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación titulado: “ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A.” tuvo como finalidad mejorar y optimizar el proceso productivo.

En la actualidad, gran cantidad de empresas y organizaciones de los distintos sectores industriales, se desenvuelven en mercados altamente competitivos; generando que, un porcentaje de estas industrias, se sumerja en una búsqueda de mejora continua para optimizar los procesos de manufactura. El estudio de tiempos y movimientos como metodología del cambio, permite que una empresa incremente los niveles de productividad, eficiencia y eficacia.

La presente investigación es de importancia para la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., ya que permitió identificar tiempos de ocio y falencias dentro de la línea de producción que deriva del reencauche de neumáticos. Mediante la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, se identificó los cuellos de botella del proceso, tiempos improductivos y actividades que no aportan ningún valor al proceso, ni al servicio prestado.

La investigación presentó beneficios para la empresa, el relacionar el personal de trabajo con el uso de recursos, permitió tecnificar el proceso de vulcanizado con cambios que regulen tiempos y movimientos.

Los beneficiarios de la presente investigación serán los operarios de la empresa, debido a que con el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos se obtuvo procesos organizados y estandarizados que mejoraron las condiciones de los espacios de trabajo, pues, los operarios identificaron los tiempos a invertir en las actividades productivas, con la ideología de mantener un ritmo de trabajo establecido.

La presente investigación es de interés para la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., puesto que, al aplicar e implementar métodos

de trabajo más adecuados en sus procesos, se incrementaron los niveles de producción y se cumplieron con las entregas en el tiempo establecido.

La investigación fue factible, pues se llevó a cabo en las instalaciones físicas de la empresa; se analizaron las condiciones que generaban la problemática presente en el proceso de reencauche de neumáticos para determinar las condiciones de cambio o mejora. Además, se contó con recursos, materiales y equipos necesarios para su ejecución.

A través del estudio, se planteó una propuesta basada en la medición del trabajo para determinar el tiempo estándar del proceso del reencauche de neumáticos, con la ideología de generar una mejor capacidad de producción.

El capítulo I, detalla el marco teórico del estudio, donde, se plasma antecedentes investigativos, contextualización de la problemática presente en la empresa y la fundamentación teórica para la sustentación del estudio realizado; además, se detalla objetivos a alcanzar con el desarrollo de la investigación.

El capítulo II, describe materiales, enfoque y métodos a seguir para la ejecución de la investigación. Se detalla la población que interviene en el análisis y/o estudio aplicado. De la misma manera, se presenta la recolección de la información, procesamiento y análisis con el propósito de exponer una idea clara para la propuesta de solución al problema interno.

El capítulo III, describe la empresa, proceso productivo, áreas o puestos de trabajo, así como la ejecución del estudio de tiempos y movimientos para optimizar operaciones del proceso de reencauche de neumáticos. En esta sección, se presenta el cálculo de la capacidad de producción con el objetivo de establecer una propuesta de mejora y optimización del método actual de trabajo.

El capítulo IV, describe conclusiones y recomendaciones de la investigación, acorde a los objetivos planteados y resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REENCAUCHE DE NEUMÁTICOS EN LA EMPRESA REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A.”

1.2 Antecedentes Investigativos

Por una parte, las organizaciones se ven preocupadas por el rendimiento de sus procesos y han optado por implementar nuevas técnicas, métodos o herramientas para mejorarlos; con la garantía de que sus procesos sean estables y flexibles, de modo que, puedan coexistir con las exigencias que los mercados demandan para cumplir con la satisfacción de sus clientes y consumidores [1].

En el trabajo de investigación realizado por Manzanedo J., en la empresa Reencauchadora Rhinoc E.I.R.L., se dirige una propuesta de mejora del proceso, mediante una distribución de planta, donde, se resalta la importancia de un estudio de tiempos acompañado de cursogramas analíticos para el análisis de tiempos y distancias en las diferentes tareas, permitiendo el diagnóstico de los problemas causados en las estaciones por temas de distancias o métodos de trabajo, acompañado de un análisis de la capacidad de diseño, contra la capacidad efectiva del proceso, concluyendo con la detección de factores que indican la existencia de problemas con la distribución de planta [2].

En el trabajo de graduación realizado por Freddy Moscoso, sobre un manual de especificaciones técnicas y estándares de trabajo para el reencauche de neumáticos, en la empresa Reencauchadora Isollanta Cía. Ltda., donde, se resalta una síntesis de diagnóstico sobre el problema de la investigación, determinando como una causa probable a los inadecuados herramientas de trabajo y su correspondiente metodología a la ingeniería de métodos, en la cual se define como herramienta o técnica al estudio de tiempos, estandarización de procesos, balanceo de líneas y tiempo estándar, dando así al estudio de tiempos como técnica de diagnóstico para el proceso actual y análisis

de los métodos de trabajo usados, logrando además una base científica sobre la productividad y eficiencia de los operadores y maquinaria con la que cuentan [3].

En la investigación realizada por Bravo N. y Milena C., sobre el mejoramiento de los procesos de producción del reencauche en la empresa Automundial S.A. regional Santanderes, menciona al estudio de métodos y tiempos como una herramienta para definir la capacidad de producción actual del proceso, también, la identificación de las actividades críticas, fueron el proceso de raspado y embandado debido a que estos tienen la posibilidad de convertirse en cuellos de botella, por lo cual se determinaron factores importantes para procesar una llanta, también, se determinó que el operario de embandado se encuentra bajo una sobrecarga física, dando como resultado de la investigación, una propuesta de un manual para los procesos de reencauche tomando en cuenta lo visto en el diagnóstico del problema [4].

En relación con lo anterior, en el trabajo investigativo realizado por Ruíz J. y Ramírez A., se menciona la importancia del estudio de tiempos y movimientos a la hora de ejecutarlos dentro de una línea de producción. Para este caso, los autores realizaron una optimización de tiempos en los procesos de desestibado y llenado; con la finalidad de eliminar retardos de la mano de obra para que los productos lleguen a sus clientes y consumidores anticipadamente. De esta manera, luego de la implantación del estudio de tiempos y movimientos, se logró minimizar el tiempo de procesamiento del llenado de 1 minuto a 0.22 minutos y reducir el tiempo de ciclo del proceso de desestibado de 1.15 minutos a 0.45 minutos [5].

En el trabajo realizado por Alex M., enfocado en la empresa reencauchadora de neumáticos Conti Tread (Perú), se combina la metodología del estudio de tiempos y movimientos con Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa; de tal manera que, se eliminaron tiempos muertos e innecesarios que se generan por la falta de orden en las áreas de trabajo, errores en las operaciones y preparación de equipos y/o herramientas. Posteriormente, la aplicación del estudio en las instalaciones de la empresa, redujeron los tiempos de preparación y cambio de herramientas en 38% [6].

En un estudio similar realizado por Bravo N. y Cruz C., enfocado en el proceso de reencauche de neumáticos en la empresa Automundial S.A. (Bucaramanga), los autores realizaron un análisis del proceso para identificar los aspectos que mayormente

inciden en las operaciones de reencauche de neumáticos en la empresa; con lo que lograron identificar que el principal inconveniente del proceso era que los operarios efectuaban desplazamientos muy largos para trasladarse de la etapa de embandado hacia el área de materias primas, mientras que, en el proceso de inspección final los operadores tenían que desplazarse hasta el área de reparado para utilizar la maquinaria necesaria para la inspección de los neumáticos procesados; lo que causaba que se generen perturbaciones en todo el sistema. Después de mejorar los métodos de trabajo, mediante el estudio de tiempos y movimientos en conjunto con las 9S's los autores lograron incrementar los niveles de productividad del proceso de reencauche hasta alcanzar un valor del 85.08%, lo que representa un 13% de mejora para la empresa [7].

Bajo el mismo enfoque, en la investigación desarrollada por Chávez K., ejecutado en la empresa Reencauchadora del Norte E.I.R.L., luego de llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos, la autora asegura que el número de pedidos no atendidos se disminuyen en un 100%, pues mediante su estudio se incrementa la producción de 8 unidades reencauchadas por día hasta 22 unidades reencauchadas por día, mientras que el proceso considerado como cuello de botella disminuye su tiempo en un 0.17%. Del mismo modo, al mencionar aspectos como la efectividad del proceso se alcanzó un 30.85% de mejora. Estos resultados positivos para la empresa se alcanzaron mediante la identificación del tiempo estándar del proceso, así como la estandarización de las operaciones y la capacitación de los operarios en base a los nuevos métodos de trabajo implementados en conjunto con la aplicación de la metodología de las 5S en el proceso productivo [8].

En la investigación realizada por Olano N. y Segura C., los autores mencionan que, para mejorar la productividad de las empresas, es imprescindible que las organizaciones tengan una distribución óptima de las plantas de producción, de tal manera que, se puedan ahorrar traslados y tiempos durante la ejecución de un servicio o en la fabricación de un producto; con la mentalidad de que se generen mejores niveles de satisfacción en los clientes. De esta manera, luego de efectuar un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de reencauche de neumáticos en la empresa RUBBERS S.R.L. (Perú) los mencionados autores lograron aumentar la capacidad de producción del proceso de reencauche de 6 unidad por hora a 8 unidades por hora; lo que se ve

plasmado en los niveles de eficacia de los pedidos que representa un 32% de mejora general [9].

En el Ecuador, el estudio de tiempo y movimientos tomó gran importancia para las organizaciones debido a la competencia del mercado. Un caso evidente es el de la empresa PUNTO FINO, que utilizó el estudio de tiempos y movimientos como una herramienta para la estandarización de operaciones, con el propósito de mejorar la eficiencia de sus líneas de producción, de modo que, al analizar el proceso productivo se observó una reducción del tiempo de ciclo de 9.632 minutos a 7.918 minutos lo que reflejó un 17.79% de mejora en la optimización del tiempo de producción [10].

Por otro lado, en el estudio realizado por Jijón K., pretende generar un nuevo método de trabajo para la empresa Calzado Gabriel, basándose en un análisis del estudio de tiempos y movimientos en los diferentes procesos de producción de la organización, a través de cursogramas y diagramas de recorrido, proponiendo un nuevo método de trabajo en el que se eliminen transportes y movimientos innecesarios del personal y de los materiales, con el fin de generar un flujo óptimo de estos, de modo que en esta investigación se logró incrementar los niveles de productividad en un 12.65%, al reducir el tiempo de producción de un lote de zapatos de 48 pares de 863.32 minutos a 766.31 minutos [11].

En la investigación realizada por Cangui W., en la empresa INDUCE DEL ECUADOR, el investigador estandariza el proceso productivo mediante la aplicación de un estudio de tiempos y movimientos en cada una de las áreas del proceso productivo, de modo que en este estudio se logró mejorar los tiempos de producción, suprimir los movimientos innecesarios para mejorar la calidad del proceso, incrementando su productividad, al reducir el tiempo de ciclo del proceso de 27.05 minutos a 22.33 minutos, mientras que, la productividad actual de 888 láminas prensadas es superada por el nuevo método de trabajo, pues con las mejoras propuesta en este estudio se alcanzó un producción de 976 unidades [12].

1.2.1 Contextualización del problema

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los tiempos improductivos que se presentan en las organizaciones son inherentes a los operadores y a la dirección,

pues estos tiempos de improductividad son un problema de gran relevancia en las industrias dedicadas a la manufactura o a la prestación de algún tipo de servicio; debido a que cierto porcentaje de obreros realizan sus actividades por obligación y efectúan las operaciones productivas con bajos niveles de interés sin tomar importancia a la idea de sobresalir como empresa ante la competencia [13].

Desde otro punto de vista, a nivel mundial las organizaciones se ven inmiscuidas en una búsqueda permanente de mejora continua para todos sus procesos, de tal manera que se ubiquen en una buena posición dentro de sus respectivos mercados [13], [14]. Mediante la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se han ejecutado nuevas formas y nuevos métodos de trabajo con los que se pueda producir el mismo producto con los mismos recursos en menor tiempo y sin demoras, simultáneamente, eliminando las operaciones que no aportan ningún tipo de valor a los procesos ni a los productos finales o a los servicios prestados [15].

En la actualidad, existe una alta competencia de empresas como reencauchadoras, debido a la presencia de un mercado globalizado, determinando como condición la importancia de mantener mejoras continuas en los procesos críticos, aquí se menciona al estudio de tiempos como una técnica de diagnóstico utilizada para el reconocimiento de la situación actual en el nivel de su producción, también, es capaz de detallar los pasos o actividades más minuciosos, permitiendo el análisis del método de trabajo y tomar decisiones de mejora, empresas como reencauchadora Rhinoc E.I.R.L.(Perú) y reencauchadora Automundial S.A. (Colombia) que tomaron este tipo de decisiones de mejora, para ser competitivas ante el mercado, buscando mejoras en productividad con ayuda de estudio de tiempos, distribución de planta y otras metodologías para la optimización de procesos [16].

De esta forma, la alta competencia en los mercados en el cual se encuentran envueltos las empresas, marca como objetivo el enfoque en resultados, uso de recursos, y el método de trabajo usado, por lo que se ven obligadas a la toma de decisiones basadas en estrategias competitivas para llevar a cabo un plan con el cual puedan ser competitivas dentro del mercado, aun así muchas de estas empresas no logran llegar a su meta, esto se puede explicar al mal manejo de las estrategias o una mala elección de estas por lo que se puede mencionar que el estudio de métodos y tiempo son

indispensables para el análisis del proceso y como punto partida de otros métodos para el mejoramiento de las líneas de producción que se encuentren [17].

Por tal razón, la ingeniería de métodos juega un rol importante dentro de las industrias pues permite la mejora del entorno productivo considerando factores como: materia prima, mano de obra, procesos, recursos, y demás aspectos relacionados a la producción o prestación de servicios; con la finalidad de aumentar los niveles de calidad y productividad [18].

En ciertas ocasiones, se puede pensar que el estudio de tiempos y movimientos solo se aplica a industrias pequeñas, pero este método es aplicable para todo tipo de organizaciones ubicadas en todo el mundo, un ejemplo de esto es la aplicación de este tipo de estudio en la empresa Coca Cola FEMSA distribuidora, la cual dio la importancia de un estudio de tiempos al momento de buscar mejorar la productividad del armado de rutas, permitiendo encontrar mudas en el proceso de armado de rutas y acompañado de otras técnicas se logra encontrar una mejora en los métodos de elaboración de un producto [19].

A nivel de Latinoamérica, el estudio de tiempos y movimientos se ha fundamentado como una técnica primordial para el mejoramiento de los procesos de las empresas, sin embargo, es una temática que no se ha valorado mucho [20]. Por otra parte, al hablar de los últimos 20 años en América Latina la tendencia de aplicación del estudio de tiempos y movimientos ha sido notable en gran porcentaje de investigaciones y se ha implementado en los sectores de salud, agricultura, educación y manufactura [21].

Dentro de este contexto, las organizaciones que han implementado este tipo de estudios han logrado solucionar problemas empresariales con una visión hacia el mejoramiento del control operativo de las áreas de producción, con la finalidad de reducir el tiempo requerido para ejecutar uno o varios trabajos, logrando con aquello mejorar los ambientes laborales, la productividad de la mano de obra y mejora de procesos [22].

Las pequeñas y medianas empresas de América Latina que realizan análisis y estudios de trabajo, se han convertido en organizaciones altamente competitivas, mientras que las empresas que operan y/o trabajan de forma empírica presenta un sin número de

problemas que se plasman en una mala gestión productiva. Por esta razón es muy importante combinar adecuadamente todos los recursos de las empresas, de modo que se reduzcan los costos de operación y se mejore la calidad de los productos. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas no han podido posicionarse correctamente dentro de su mercado y esto se debe a la falta de estandarización de los métodos de trabajos, a los tiempos de ciclo elevados y la repetitividad de tareas [18].

Uno de los principales problemas que se presentan en las empresas de nuestro país es la existencia de actividades o tareas infructuosas en sus procesos y que en muchas ocasiones se ligan con tiempos improductivos y/o de ocio exagerados; causando que se disminuya la capacidad de producción de los procesos productivos o de la prestación de un servicio [6]. Para contrarrestar y disminuir estos impactos negativos para las organizaciones estas han optado por implementar estudios de tiempos y movimientos en sus instalaciones con el propósito de mejorar sus operaciones y mantenerse competitivas en el mercado [23], [24].

A nivel nacional, encontramos varios ejemplos en donde se realizaron estudios de tiempos, este método ha ido tomando importancia en los temas de administración industrial, debido a que, brinda varios beneficios como la medición del método actual con su tiempo de ciclo y capacidad de producción permitiendo el análisis previo del estado de producción de la empresa, por lo cual, tenemos a REENCAUCHADORA ISOLLANTA CÍA. LTDA., donde, se aplica el estudio de tiempos para diagnosticar el problema en la producción y es usado con la implantación de un manual técnico para el proceso, presentando una combinación ideal entre herramientas de la administración industrial [3].

Una problemática muy común sobre el estudio de tiempos es la falta de implantación del análisis, siendo que en muchas empresas se realiza el estudio, pero no se implantan las mejoras, esta deficiencia se da por causa de que la mayoría de investigaciones son realizadas solo a modalidad de desarrollos de propuestas, y la implantación queda a disposición de los gerentes directores de las organizaciones, es así como ejemplo se tiene a Ecocaucho con un estudio de tiempos y movimientos del proceso actual y una propuesta de estandarización con los resultados del estudio [25].

Con lo mencionado anteriormente, se recalca que la principal razón para no implementar las propuestas diseñadas en los estudios es por el factor económico, de modo que las empresas no suelen invertir en la implementación de los diferentes estudios que se realizan, dejando a la investigación incompleta sin su debida comprobación, si bien la implementación de la propuesta es capaz de resolver la respuesta de si la propuesta provocara una mejora en el proceso, esta llega a ser muy cara, y es aquí donde cobra importancia los software de simulación con un debido estudio de tiempos, por la razón de que permite de forma virtual implantar las propuestas, como ejemplo se tiene al estudio de tiempos en el área de dosificado de ingredientes en la empresa Bioalimentar, contando con una comprobación virtual de la mejora que causa la propuesta [24].

REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., es una empresa fundada el 26 de abril del 2005. Actualmente, dispone de tecnología de punta acorde a los procesos de reencauche de neumáticos para cualquier tipo de automotores. Por otra parte, la empresa cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad basada en las exigencias y requerimientos de la normativa ISO 9001, con la que pretende incrementar la satisfacción de sus clientes y contribuir al desarrollo de nuestro país. Este sistema se enfoca en la búsqueda del mejoramiento continuo de los procesos de gestión, producción, administración, entre otros procesos inherentes de la empresa.

Sin embargo, al hablar de su proceso de producción CAUCHOSIERRA S.A., presenta cierto tipo de falencias ocasionadas por la falta de organización en sus etapas productivas, la carencia de tiempos estandarizados, la existencia de tiempos de ocio excesivos y la presencia de desplazamientos largos entre las distintas operaciones que componen el proceso de reencauche. Por otra parte, las tareas y elementos innecesarias en sus instalaciones afectan directamente a la productividad, seguridad y calidad del proceso, generando bajos niveles de capacidad productiva y mala gestión de recursos; ligándose con problemas económicos para la empresa, porque no podría atender a sus clientes en el tiempo acordado, dando paso así al incumplimiento de sus pedidos y exigencias.

1.2.2 Fundamentación teórica

Ingeniería de métodos

Es la ingeniería que se ocupa de integrar al personal del proceso en las distintas etapas de las operaciones productivas de artículos o prestaciones de servicios. Como objetivo se tiene la misión de encontrar como encajar al personal humano en el proceso de transformación de materia prima a productos terminados o de servicios, y de cómo la persona puede realizar su trabajo de forma efectiva según lo asignado [26].

Además, es una de las técnicas más importantes del estudio del trabajo, y se basa en si en registrar y examinar de forma crítica la metodología actual del proceso productivo, y su fin es el de aplicar métodos más sencillos y eficientes para el trabajador, para así encontrar un aumento de la productividad del sistema de producción. También comprende el análisis y estudio del proceso de producción, el estudio de movimientos y el debido cálculo de tiempos, por lo cual su objetivo es prever:

- El lugar del trabajador en el proceso de producción o servicios.
- La forma más efectiva de desempeñar tareas para un trabajador.
- El método de trabajo a seguir y la distribución de materiales, equipos, herramientas en el lugar de trabajo.
- La manera correcta de cargar y descargar la maquinaria y la aceleración de puesta en marcha.
- El empaque, envase y embalado del producto ya terminado.
- La forma correcta del manejo, transporte y almacenamiento de materiales y artículos terminados.
- La medida del trabajo para la óptima asignación de cargos, tomando en cuenta el nivel de habilidad del trabajador, las condiciones de trabajo y cantidad de productos que va a tratar.
- El aprovechamiento de equipos, debido a la alta inversión de estos.
- La eliminación de los desperdicios en materia prima, mano de obra, espacios físicos, recursos financieros entre otros [26].

Por otra parte, se puede definir al estudio de métodos o ingeniería de métodos como una de las técnicas más importantes del estudio del trabajo, puesto que, se basa en el

análisis de cómo se lleva a cabo un determinado trabajo u operación. El propósito fundamental de un estudio de métodos, es encontrar la forma más sencilla y eficiente para realizar un proceso, de tal manera que, logre aumentar los niveles de productividad de un sistema productivo [27].

La evaluación del estudio de métodos, consiste en abarcar en primer lugar lo general para posteriormente abarcar lo particular, de acuerdo con esta premisa el estudio de métodos debe empezar desde un análisis del sistema productivo, es decir desde los procesos, para llegar al análisis de lo más particular, es decir las operaciones [28].

Los beneficios de la aplicación de la ingeniería de métodos son:

- Minimizar el tiempo requerido para el desarrollo de las actividades.
- Conservar los recursos, a la vez que se minimizan sus costos, especificando los materiales, más apropiados para la producción o para la prestación de los servicios.
- Permite efectuar la producción sin omitir o perder de vista la disponibilidad de los recursos energéticos.
- Permite que las organizaciones brinden productos cada vez más confiables y de alta calidad.
- Permite maximizar los niveles de seguridad, salud y bienestar de los operarios, entre otros [29].

Estudio del trabajo

Esta definición es por ciertas técnicas, y de forma más exacta, es por el estudio de métodos y medida del trabajo, los cuales son usados para analizar el trabajo del personal en sus diferentes parámetros y los cuales llevan a la investigación de los factores más influyentes en la eficacia y reducción de gasto económica de la situación analizada, para así mejorarla [30].

El objetivo del estudio de trabajo es obtener una mejora a partir de la simplificación del trabajo, mejorando de esta forma el proceso, la disposición de las estaciones de trabajo, así como los recorridos de los empleados, para ahorrar el esfuerzo humano [31].

El estudio del trabajo es más conocido como el estudio del método, al denominarlo así, precisa ser un estudio en el cual se registra, examina de forma crítica y sistemática

las formas de llevar a cabo una actividad ya sea actual o propuesta, también estudia los medios necesarios para su desarrollo y aplicación, siempre buscando el modo más fácil y efectivo de realizarlo, alcanzando una reducción de costos [32].

Otra definición relevante del estudio del trabajo es la orientada por la OIT menciona que: el estudio del trabajo, es el examen sistemático de los métodos para realizar las actividades con el objetivo de mejorar el uso eficaz de recursos y determinar normas de rendimiento en base a las actividades que se están ejecutando. Dentro del análisis del trabajo de un operario, se puede identificar que el tiempo que se dedica a sus labores se descompone en varias categorías como se muestra en la Figura 1 [33].

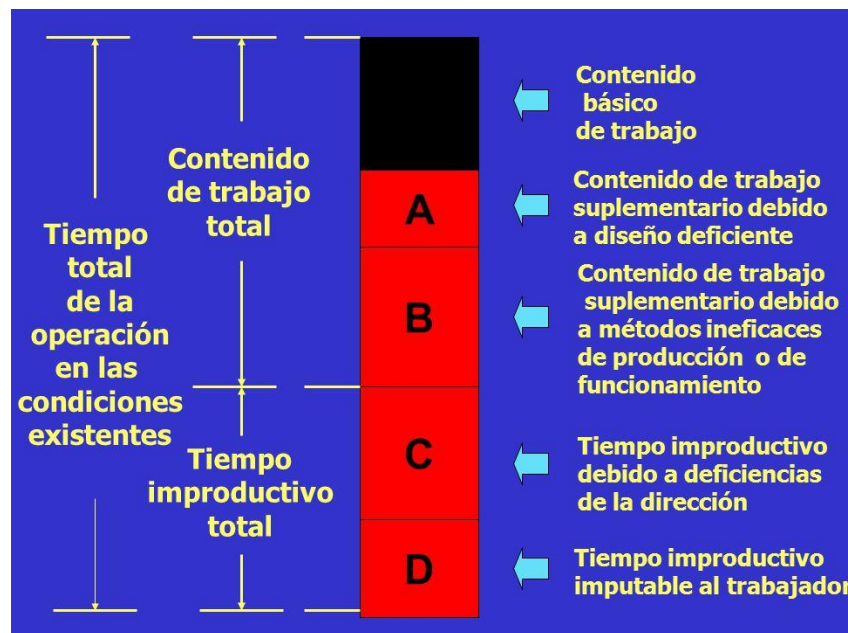


Figura 1. Tiempo total de las operaciones, en las condiciones existentes [33]

¿Cuál es la utilidad del estudio del trabajo?

Durante la historia, se investigó y perfeccionó las operaciones dentro del lugar de trabajo, por parte de dirigentes con extraordinaria capacidad, pero aun así ningún país podrá tener siempre un gran número de dirigentes competentes, y es por eso la gran utilidad del estudio de trabajo, debido a la aplicación de sus procedimientos sistemáticos cualquier dirigente puede conseguir grandes resultados comparados con los dirigentes genios de otras épocas. Las razones para que el estudio del trabajo de resultados es debido a que es sistemático, para investigar los problemas y para encontrarles solución, pero esta debida investigación requiere tiempo por lo cual quien

deba realizar la investigación sobre el estudio de trabajo es a quien pueda dedicarse a él de manera continua [30].

Una de las utilidades del estudio de trabajo, es la relación que sostiene con la productividad, debido a que esta tiene como relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados. Si se genera un aumento en la producción usando los mismos recursos se tiene un incremento en la productividad, a su vez, si se puede reducir el uso de recursos con respecto a la misma producción, también se tendrá un aumento en la productividad, por tal razón, el estudio de trabajo, simplifica el trabajo con el uso de menos recursos para el aumento de la producción [34].

Al ser un procedimiento sistemático ya definido, cualquier persona debidamente capacitada, es capaz de lograr resultados equiparables a los obtenidos por las primeras personas que fueron pioneros en este tipo de estudios, de este modo, es que el estudio no puede pasar por alto ninguno de los factores más influyentes en la eficacia de una actividad, por lo cual, se debe recolectar todos los datos de la operación para lograr un análisis adecuado [35].

Otra utilidad del estudio del trabajo es el ser la disciplina industrial que se encarga del proyecto, diseño y equilibrio entre los elementos humanos y materiales para la ejecución de los procesos, direccionando como objetivo, la búsqueda de un proceso más eficiente, determinando el respeto al elemento humano, el entorno y eficaz para el alcance del objetivo de la empresa [36].

Procedimiento para la realización de estudio de trabajo o métodos

Uno de los puntos a tratar dentro del estudio de métodos es la división y desglose de la tarea o actividad en una porción razonable de operaciones, para de esta forma llegar a comprender de mejor manera la realización de la tarea de la misma forma esto ayuda con la unificación o estandarización del método de trabajo empleado para la misma tarea para el resto de operarios, de esta forma este punto viene a ser la partida inicial para ejecutar una mejora, siendo el desglose y descripción de actividades [37].

De modo que una técnica imprescindible de la medición del trabajo es el estudio de tiempos, el cual ayuda con el registro de los tiempos de trabajo y actividades de cada

operación respecto a una tarea, y su fin es el de analizar los datos y calcular un tiempo necesario para la ejecución de la tarea según un método de trabajo ya definido [38].

El procedimiento se puede dividir en siete pasos básicos:

1. Selección del proyecto a realizar o estudiar.
2. Recopilación y registro de información del método actual del trabajo.
3. Análisis del método actual del trabajo según las evidencias recopiladas
4. Desarrollo y selección de distintas alternativas para el nuevo método de trabajo, basándose en el factor económico y las distintas opiniones del personal.
5. Integración del nuevo método de trabajo
6. Evaluación del nuevo método de trabajo según la cantidad de trabajo y el tiempo tipo con el antiguo método.
7. Seguimiento del nuevo método de trabajo examinando sus resultados según los objetivos planteados [36].

Selección del proyecto a realizar o estudiar:

Para la selección del proyecto, proceso y sistema de operación, productos nuevos o rediseños según la funcionalidad, calidad, costo todo en base a la realización de un diagrama de Pareto causa-efecto [39].

Recopilación y registro de información del método actual del trabajo:

En este paso se recolecta y registra la información con ayuda de formatos previamente establecidos, donde se detalle toda la información oportuna del método de trabajo [39].

Análisis del método actual del trabajo según las evidencias recopiladas:

Se realiza un análisis crítico y sistemático de los diferentes elementos del proceso de ensamble o servicio, con el fin de eliminar a los elementos innecesarios, para llegar a un método de trabajo más óptimo [39].

Desarrollo y selección de distintas alternativas para el nuevo método de trabajo, basándose en el factor económico, y las distintas opiniones del personal:

En este paso se desarrolla propuestas para el nuevo método de trabajo y son diseñadas en base al costo de la alternativa, la opinión del personal operativo, el tiempo de producción requerido, y mantenimiento requerido en ese tipo de actividades [37].

Integración del nuevo método de trabajo:

Aquí se especifican las características del funcionamiento de la solución escogida, de modo que, se logre facilitar su instalación y control, incluyendo detalles como inversión, distribución de estaciones de trabajo, procesos, equipos y materiales y comunicación a todo el personal responsable de la decisión [37].

Evaluación del nuevo método de trabajo según la cantidad de trabajo y el tiempo tipo con el antiguo método:

Se desarrolla el método de evaluación en base a los factores de cantidad de trabajo y tiempo tipo del antiguo método, enfocándose en el método que genere menor resistencia entre el personal, menor traumatismo a la producción y al personal, el menor costo de aplicación y que genere la mejor imagen de la empresa [37].

Seguimiento del nuevo método de trabajo examinando sus resultados según los objetivos planteados:

Aquí se desarrolla el proceso de monitoreo para el nuevo método de trabajo, estableciendo estándares e indicadores de gestión que sean útiles para el control y ajuste a la producción [37].

Métodos del trabajo

Estos persiguen distintos propósitos dentro de los cuales se destaca; la búsqueda por mejorar los procesos y procedimientos, mejorar el esfuerzo humano reduciendo la fatiga del operario y bajar el riesgo laboral mediante la mejora de condiciones ambientales, buscar la economía en el uso de materiales y maquinaria, además de la optimización de la distribución y diseño de la fábrica, y todos sus instrumentos de análisis han sido diseñados para su aplicación controlada [40].

Por otro lado, un método de trabajo puede ser definido como: la forma concreta en la que se debe desarrollar un procedimiento o proceso general, de modo que se reduzca los tiempos de ejecución e indirectamente reducir los desechos [41].

Desde otro punto de vista, distintos autores definen a un método de trabajo como una serie de técnicas y aprendizajes que son esenciales para el funcionamiento adecuado de una organización, de tal manera que un proceso productivo se pueda ejecutar de una forma eficiente y con orden laboral [42].

También se puede definir a un método de trabajo como la forma en la que se interrelacionan los operarios con las tareas y con los elementos que componen un sistema productivo, bajo condiciones específicas ya sean de las empresas o del ambiente [43].

Medición del trabajo

El tema de la medición del trabajo para el establecimiento de tiempos estandarizados, ha estado envuelto en la controversia desde la época de Taylor, pasando a ser fuente de duras críticas por las ideas de Edwards Deming, en donde defiende que los estándares y cuotas de trabajo, inhiben la mejora del proceso y tienden a que el trabajador enfoque su esfuerzo solo en la velocidad y no en la calidad, aun así toda organización requiere la estimación de un tiempo de trabajo debido a que el conocimiento de los tiempos viene a tener un papel importante en el diseño, mejora y comparación de métodos de trabajo [44].

Algo importante a recalcar es que la medición del trabajo viene a ser una metodología la cual se integra con el estudio de métodos, este mismo se encarga de la reducción del contenido del trabajo, una marcada diferencia de la reducción de tiempo improductivo, pues se eliminan movimientos innecesarios que sobrecarguen al trabajador [45].

Es la aplicación de técnicas para establecer el tiempo invertido por un trabajador debidamente calificado al llevar a cabo una tarea definida siguiendo una norma preestablecida, y sus principales pasos son el seleccionar, registrar, examinar y medir la cantidad de trabajo ejecutado [40].

La finalidad principal de realizar una medición del trabajo en el proceso productivo de una empresa es la de optimizar los tiempos empleados en la producción, es decir, tener en cuenta la meta de producir un mayor número de unidades en un menor tiempo posible y todo esto con el propósito de mejorar la producción de bienes o servicios a la vez que se mejora la productividad de los operarios [40].

También sirve para la investigación del método de trabajo, la reducción o eliminación si es posible del tiempo improductivo, el cual se define como tiempo en el que no se realiza un trabajo que añada valor al producto, por lo que una vez conocido el tiempo improductivo se puede tomar medidas para suprimirlo o minimizarlo [46].

Por lo cual para la determinación de estos tiempos son encontrados a través de medidas del tiempo teniendo un uso generalmente para la reducción del tiempo improductivo ocasionado por el trabajador como ausencias injustificadas, retrasos en el proceso, ritmo lento de trabajo, y hasta una baja calidad en sus tareas que obligan a reprocesar la materia prima o producir productos no conformes [47].

En tanto el tiempo improductivo ocasionado por la dirección el cual es mucho más extenso como la falta de normalización, diseños ineficaces, planificación inexistente, mantenimientos mal programados, accidentes por no obligar al cumplimiento de las normas de seguridad, mal suministro de materias primas y herramientas, etc., suelen ser pasadas por alto causando que la moral del trabajador baje y cause un aumento del tiempo improductivo del mismo, por lo cual, antes de reducir el tiempo ocasionado por el trabajador, primero se reduce el tiempo improductivo causado por la dirección [48].

La medición del trabajo para la optimización de los tiempos de producción requiere de una variedad de etapas que se deben cumplir sin omitir ninguna de ellas, dichas etapas son:

1. Seleccionar: se refiere a la elección del objeto, elemento o trabajo a estudiar.
2. Registrar: se debe llevar el registro de todas las actividades y sus respectivas condiciones en las que se desarrollan.
3. Examinar: los datos recolectados con el fin de identificar los movimientos productivos y aquellos que son improductivos.
4. Medir: en esta fase se deben registrar los tiempos de producción.
5. Compilar: se debe concluir la medición, considerando los factores relacionados con el índice de desempeño y con los suplementos.
6. Definir: finalmente se establecen los cambios en los procesos [26].

Estudio de tiempos

Es una de las técnicas más usadas para superar las fallas dentro de un proceso y elevar la productividad del trabajo, este tipo de estudio suele ser definido como un examen sistemático de los métodos para así mejorar el uso de recursos y establecer normas de rendimiento según las actividades a realizar, este estudio se centra en establecer un estándar de tiempo óptimo para la realización de una actividad de la forma más eficiente y permisible para un trabajador [43].

El estudio de movimientos se centra en el análisis de movimientos básicos de mano, brazo y cuerpo, usados para realizar una tarea y se enfoca en el diseño del lugar de trabajo, medio ambiente y herramientas para conseguir un buen trato con el trabajador y optimización de las tareas [49].

Para realizar un estudio de tiempos, por lo general se usa un cronómetro, de modo que, se analice el lugar de trabajo o una fracción de una película grabada del mismo, de esta forma para la toma de tiempos, primero se separa la tarea en elementos medibles, determinando el inicio y fin de los elementos, registrándolos en una hoja de observación, para después de varias tomas de tiempo de los elementos promediar los resultados de cada elemento [50].

Un estudio de tiempos demanda el registro adecuado de una gran cantidad de datos, contemplando entre ellos la descripción de los elementos, las observaciones, la duración de los elementos, la valoración, los suplementos y las notas explicativas [51].

Pasos para el estudio de tiempos

Para realizar y analizar de una manera ideal, el estudio de tiempos se debe efectuar con los siguientes requerimientos presentes en la Tabla 1.

Tabla 1. Etapas del estudio de tiempos [50]

Etapa	Descripción
Seleccionar la operación para el estudio	Se determina que actividad u operación se va a medir, eligiendo al trabajador con un desempeño promedio y comprobando el método de trabajo actual.
Registrar la información	Se necesita conocer toda la información posible con respecto a la tarea que el operario realiza y las condiciones en las cuales la desempeña, para registrarla en una hoja de registro.
Comprobar el método	Una vez registrada la información mediante la observación de la actividad del operario se necesita normalizar el procedimiento por lo cual se fijará de forma escrita el método para llevar a cabo cada actividad a ser estudiada.
Descomponer la tarea en elementos	Una vez identificada y normalizada la tarea a observar se plantea su descomposición en elementos para así facilitar su observación, medición y análisis. Esto quiere decir, delimitar el inicio y fin de los distintos elementos dentro de la actividad y poder medir su duración.

Estudio de tiempos con cronómetro

El equipo mínimo requerido para un estudio de tiempos es un cronómetro, un tablero de anotación, y una calculadora. También, se puede usar equipos más sofisticados como máquinas registradoras de tiempo, cámaras de video en combinación con equipo y software computacional lo cual hace que obtengan ventajas sobre el cronómetro tradicional. Para el estudio de tiempos con cronómetro, primero se debe determinar el tamaño de muestra para el estudio y se lo realiza según el número de observaciones [15]. Para realizar el cronometraje de las actividades de un proceso existen dos métodos los cuales se detallan a continuación, en la Tabla 2.

El cronómetro común suele ser el de mano (mecánico o electrónico) con decimas de minuto, y es usado de preferencia para la industria en los estudios de tiempo, debido a que es más fácil la visualización de un intervalo de tiempo en décimas de minuto a comparación con las milésimas de hora de relojes usados en tomas de tiempo de deportes [52].

Tabla 2. Tipos de cronometrajes para el estudio de tiempos [53]

Tipos de cronometraje	
Cronometraje vuelto a cero	Cronometraje acumulativo
<p>Para este tipo de cronometraje, se tiene que, al momento de realizar una medición y terminar, se anota la medida registrada y se vuelve a cero al cronómetro, esta forma hace que la medición se torne demorosa y menos exacta, al tener que volver a cero al cronómetro con cada medición.</p>	<p>Con este cronometraje, al momento de iniciar con la medición de la actividad, el cronómetro ya no es vuelto a cero, sino que, se deja que siga, pero cada vez que termine un elemento de la actividad se marca su final mientras se siga acumulando, ya finalizada la actividad, para obtener la medida de cada elemento, se realizará su resta con la anterior medición acumulativa, este método supone ser más exacto al no tener pérdidas de tiempo por reinicio.</p>

De estos modos de cronometraje, se tiene una diferencia importante entre el uso de un cronometro mecánico con el digital, y, es la anotación, pues con el tipo mecánico se necesita anotar en una hoja de observación cada toma de tiempo, mientras que, el digital suele venir con la opción de congelamiento de la pantalla y con el modo continuo, en donde, se visualiza el tiempo total que transcurre y cada toma de tiempo como tiempo vuelta 1, 2, 3 sin la necesidad de anotar en el campo de estudio los datos cada vez que se realice la acción [54].

Número de observaciones

Para la determinación de la cantidad de ciclos para ser estudiadas, es un tema que ha causado discusiones entre los distintos analistas de estudios de tiempo, el analista no puede estar completamente sujeto a la práctica estadística común para encontrar el número de observaciones, por lo cual, la General Electric, estableció una tabla guía para conocer el número de observaciones que se deben realizar, de acuerdo a un tiempo de ciclo determinado; como se muestra en la Tabla 3 [55].

Tabla 3. Número recomendado de ciclos, según General Electric [55]

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

Por otra parte, para el cálculo del número de observaciones, también se puede aplicar un método estadístico; el mismo requiere un número determinado de observaciones preliminares para posteriormente aplicar una fórmula estadística cuya expresión se detalla de cada una de sus variables (Anexo 1) [55].

Selección de operarios

Para la selección del operario o personal que llevara a cabo la tarea a estudiar, se evalúa su desempeño de forma individual, esto se hace tomando el criterio de índice de desempeño del método de Westinghouse (véase la Tabla 4), en donde se hace referencia a la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, una vez evaluado los distintos criterios de esta tabla con su respectivo valor se procede a sumar cada uno y este valor será el índice de desempeño del trabajador sobre su tarea [5] [43].

Tabla 4. Índice de desempeño según el método de Westinghouse [23]

Índices de desempeño – método de nivelación							
Habilidad		Esfuerzo		Condiciones		Consistencia	
0.15	A1-Superior	0.13	A1-Excesivo	0.06	A-Ideales	0.04	A-Perfecto
0.13	A2-Superior	0.12	A2-Excesivo	0.04	B-Excelente	0.03	B-Excelente
0.11	B1-Excelente	0.10	B1-Excelente	0.02	C-Buenas	0.01	C-Buenas
0.08	B2-Excelente	0.08	B2-Excelente	0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio
0.06	C1-Bueno	0.05	C1-Bueno	-0.03	E-Regulares	-0.02	E-Regulares
0.03	C2-Bueno	0.02	C2-Bueno	-0.07	F-Malas	-0.04	F-Deficientes
0.00	D-Promedio	0.00	D-Promedio				
-0.05	E1-Aceptable	-0.04	E1-Aceptable				
-0.10	E2-Regular	-0.08	E2-Regular				
-0.16	F1-Malo	-0.12	F1-Malo				
-0.22	F2-Deficiente	-0.17	F2-Deficiente				

Valoración del ritmo de trabajo

Esta valoración se basa en determinar el tiempo tipo para el volumen de trabajo de cada puesto en el proceso y establece un sistema de salario a manera de incentivo. Para su valoración se usa los criterios de la escala de valoración británica, la Tabla 5, describe el desempeño del trabajador para definir un valor a ser usado para el estudio, por lo general el desempeño de un trabajador debería encajar con el valor de 100 [56].

Tabla 5. Escala de valoración británica para el ritmo de trabajo [56]

0-100	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
0	Actividad nula	0
50	Es un obrero muy lento, realiza movimientos torpes e inseguros, el operador parece estar medio dormido	3.2
75	Constante, resuelto y sin prisa, como un operador no pagado a destajo, pero es vigilado y dirigido	4.8
100	Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo	6.4
125	Muy rápido; el operador realiza las actividades con mucha seguridad, coordinación y destreza, está en gran porcentaje arriba de un operador calificado promedio	8.0
150	Extremadamente rápido; esfuerzo y concentración intensos, probabilidad de durar periodos largos casi nula. Actuación que es alcanzada por muy pocos trabajadores.	9.6

Suplementos

Son usados para el análisis de la demora y el estudio de fatiga, de modo que, un trabajador no puede mantener su desempeño óptimo por toda la jornada de trabajo debido a que sufre cansancio o demoras por satisfacer necesidades básicas, de manera que, se tienen diferentes suplementos que son los fijos y variables [57].

Los suplementos dentro de un estudio de tiempos se pueden clasificar en: *suplementos fijos*, es decir aquello que están ligados con las necesidades personales de los trabajadores, *suplementos variables*, aquellos que están relacionados con la fatiga básica de los operadores y los *suplementos especiales* [58].

Sin embargo, según la OIT existe otra clasificación más específica y detallada como se muestra en la Figura 2 [59].

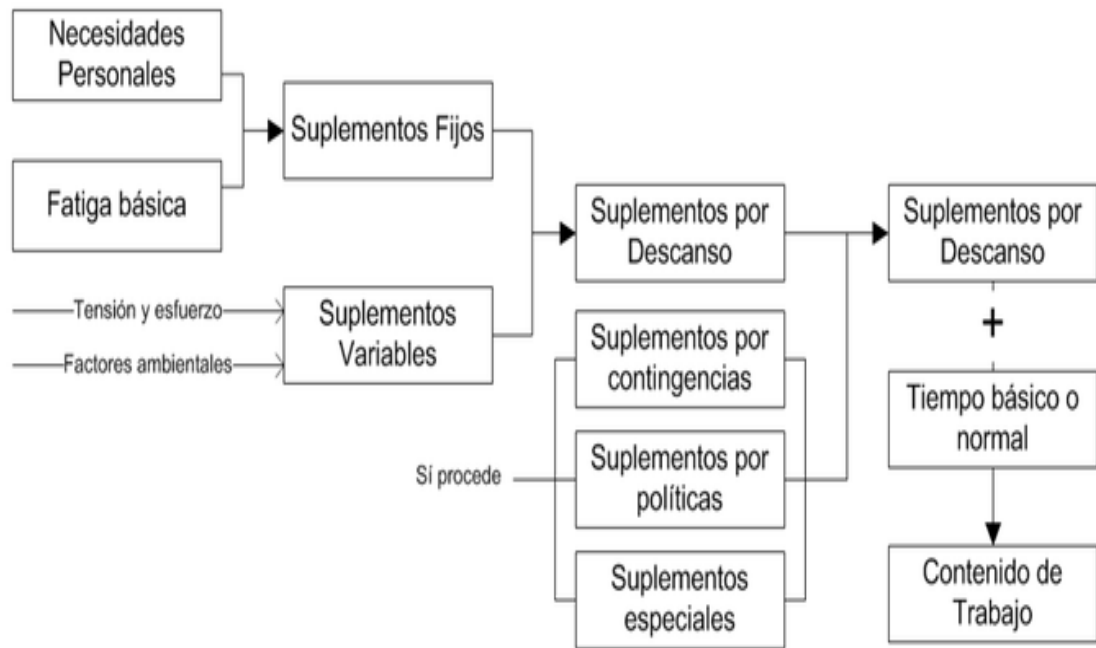


Figura 2. Suplementos de acuerdo con la OIT [60]

De acuerdo con el gráfico anterior, se observa que, únicamente los suplementos por descanso, son la parte esencial del tiempo que se le agrega al tiempo básico, mientras que, los demás suplementos, intervienen en ciertas condiciones determinadas por la organización o empresa [60].

Suplementos por descanso

Los suplementos por descanso son el conjunto de los suplementos fijos y variables y se pueden definir como:

Un suplemento por descanso, es aquel que se le añade al tiempo básico, con el propósito de brindar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos provocados por la ejecución o desarrollo de un determinado trabajo bajo condiciones específicas al que el operario pueda atender sus necesidades [60].

Estos suplementos se calculan de modo que deben permitir la reposición ante la fatiga de los trabajadores, considerando a la fatiga como un cansancio físico y/o mental, real o imaginario que suscita en forma adversa y en su capacidad de trabajo [60].

Suplementos fijos

Dentro de los suplementos fijos, se encuentran los suplementos por necesidades personales, aquí se enfoca el tiempo suficiente para que un trabajador pueda detenerse a beber agua, lavarse las manos, ir al baño, etc. [57].

También existen suplementos por fatiga y son una compensación por la energía gastada por una actividad realizada, debido a que una persona no puede mantener su mismo desempeño durante todo el día debido a la fatiga, debido a esto se otorga un descanso en determinado momento de la jornada para que el trabajador rinda [57].

Los suplementos fijos se clasifican en suplementos por *necesidades personales* y son aplicables a los casos inevitables de abandono de los puestos de trabajo y pueden oscilar entre 5% y 7%. Mientras que los suplementos fijos por *fatiga* son siempre una cantidad constante y se aplica con el fin de compensar los niveles de energía consumida o el cansancio físico y/o mental invertido, este tipo de suplementos se fija en un 4% del tiempo normal o básico [61].

Suplementos variables

Se basan en las condiciones de trabajo, para conseguir una visión más real, aquí se examinan las posturas anormales, trabajo de pie, condiciones ambientales como mala iluminación, uso de fuerza y factores estresantes [57].

Estos dependen de otros factores como: la tensión mental, tensión física y condiciones de trabajo, además se aplican cuando las condiciones de trabajo lo requieran, es decir cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de lo normal, por ejemplo, las condiciones ambientales malas que no se pueden cambiar [62], [63].

Estos suplementos mencionados se detallan en el Anexo 1., según el criterio de la Organización Internacional del trabajo.

Tiempo normal

Es el valor de tiempo según el índice de desempeño, se calcula según el tiempo observado promedio, multiplicado por el índice de desempeño, este valor obtenido es el tiempo de duración que tiene el operario para ejecutar las actividades, pero sin considerar suplementos [57].

$$Tn = \overline{T\bar{O}} \times ID \quad (1)$$

Tn = Tiempo normal

$\overline{T\bar{O}}$ = Tiempo observado promedio

ID = Índice de desempeño

Tiempo estándar

Es el tiempo suficiente para que un operario calificado, capacitado y bien pagado que trabaja a un ritmo normal, pueda ejecutar sus respectivas tareas aquí, se toma en cuenta suplementos por fatiga, necesidades básicas y suplementos variables, con esto se fija un tiempo de trabajo estándar [64].

$$Ts = Tn \times \left(1 + \frac{\sum \text{Suplementos}}{100} \right) \quad (2)$$

Donde:

Ts = Tiempo estándar

Tn = Tiempo normal

A continuación, la Figura 3, muestra la relación existente entre el tiempo observado, el tiempo básico, el contenido de trabajo, el tiempo estándar y los suplementos [65].

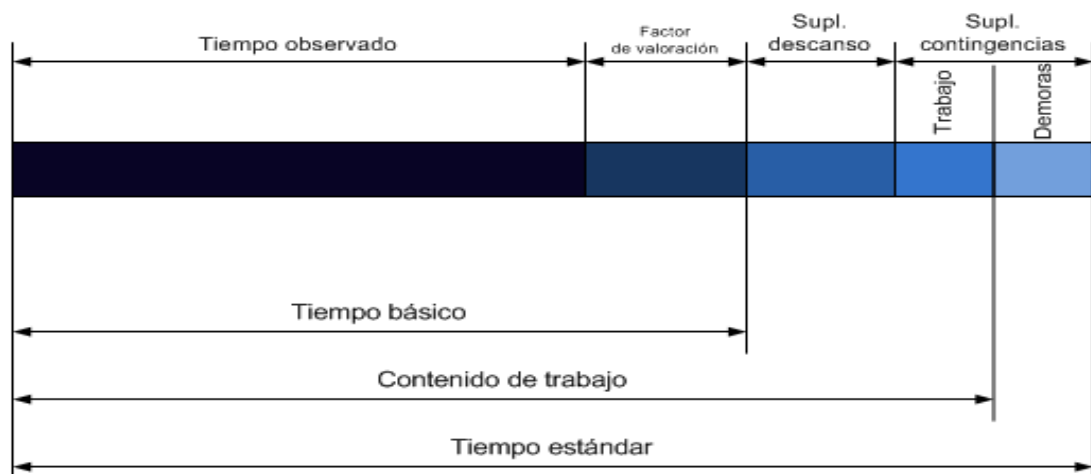


Figura 3. Tiempo Estándar o tipo [65]

Capacidad de producción

Se define como el número o cantidad de unidades producidas en un período determinado de tiempo, bajo la utilización de una serie de recursos disponibles [66], para su cálculo se emplea la ecuación 3.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (3)$$

Donde:

Tiempo base = Tiempo total productivo (jornada laboral)

Tiempo de ciclo = Tiempo estándar [66]

Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es un análisis muy riguroso de cada uno de los movimientos que ejecuta un operario para realizar sus actividades laborales dentro de una organización o de un proceso. Por otro lado, el estudio de movimientos consiste en describir y/o analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una tarea, operación o actividad, con la finalidad de eliminar los movimientos innecesarios o ineficientes para facilitar y mejorar su ejecución [67]. Es importante mencionar que el estudio de movimientos se complementa y combina con el estudio de tiempos para obtener mejores resultados con respecto a la velocidad y eficiencia con las que se efectúa un determinado trabajo [68].

Principio de la economía de movimientos

Se dispone de una variedad de principios de economía de movimientos y estos fueron abordados por Frank Bunker Gilbreth y Lillian Moller Gilbreth, y han sido posteriormente ampliados por personalidades como el profesor Ralph Barnes. Estos principios de economía de movimientos pueden aplicarse tanto a trabajos de taller como de oficina; aunque no todos estos principios son aplicables a todas las operaciones [69]. Estos principios se detallan a continuación:

Utilización del cuerpo

- Los movimientos deben ser cortos y escasos.
- Las dos manos deben empezar y completar sus movimientos a la vez.
- Por ningún motivo las dos manos deben estar inactivas a la vez, a excepción de los periodos de descanso.
- Los movimientos de los brazos se deben ejecutar simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
- Son preferibles los movimientos curvos y continuos.
- Debe existir una sucesión lógica para mantener un ritmo para garantizar que sea automático.
- El trabajo debe disponerse de tal manera que los ojos se muevan dentro de los límites de comodidad y que no sea necesario cambiar de foco a menudo [70].

Distribución del lugar de trabajo

- Debe existir un sitio establecido y fijo para las herramientas y materiales, con el objetivo de que se ganen buenos hábitos.
- Las herramientas y los materiales deben colocarse en lugares donde se necesitarán para no tener que buscarlos.
- Los materiales, herramientas y mandos deben colocarse dentro de las áreas máximas de trabajo y tan cerca como sea posible de los trabajadores.
- Las herramientas y materiales deben ordenarse lo mejor posible que se pueda.
- Deben proveerse medios para que la luz sea buena y facilitar a los operarios sillas del tipo y altura adecuados para que se sienta en buena postura, al igual que brindar buenas cualidades de ergonomía a los puestos de trabajo [71].

Concepción de herramienta y equipo

- Las manos deben liberarse de todo el trabajo que puede ser realizado por montacargas o mediante aparatos de comando a través de pedales.
- De ser posible, se deben combinar dos o más herramientas en una.
- Las palancas, los manuales y los volantes deben ser situados de una manera en la que los operadores puedan manipularlos con desplazamientos mínimos de su cuerpo [72].

Movimientos eficientes e ineficientes

Como parte del Estudio de Métodos, debe abordarse el proceso con la operación; es decir, parte del proceso de mejora busca estudiar al operario en su unidad de trabajo, observando sus movimientos, haciendo mucho énfasis en el análisis del modo en que aplica su esfuerzo, el valor que agregan las actividades que realiza, y el grado de fatiga provocado por su método de trabajo, factores fundamentales en la determinación de la productividad de las operaciones [73].

Es común que, en la mayor parte de las operaciones se presenten ciclos muy cortos de trabajo, regularmente son ciclos repetitivos, lo cual constituye una oportunidad de mejora de la operación, por lo tanto, deben analizarse con más detalle para determinar dónde es posible ahorrar movimientos, esfuerzos y ordenar la sucesión de estos. El estudio de movimientos tiene como objetivo dividir la actividad humana en movimientos o grupos de movimientos llamados therbligs [74]. La Tabla 6, muestra los movimientos eficientes con su respectiva descripción.

Tabla 6. Movimientos Eficientes [75]

Movimiento	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	Mover la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por Sujetar.
Mover	M	Mover la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por Sujetar y seguido por Liberar o Posicionar.
Sujetar o tomar	G	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por Mover.
Liberar	RL	Soltar el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs o movimientos.

Movimiento	Símbolo	Descripción
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con Mover, como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	Manipular una herramienta para el uso que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	Unir dos partes que embonan; por lo general es precedido por Posicionar o Mover y seguido por Liberar.
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a Ensamblar, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por Sujetar y seguido por Liberar.

La Tabla 7, presenta los movimientos ineficientes, que no presentan un avance en el progreso del desarrollo de una actividad o trabajo y deben eliminarse [75].

Tabla 7. Movimientos Ineficientes [75]

Movimiento	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Seleccionar un artículo de varios; por lo general es seguido por Buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por Mover y seguido por Liberar.
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	Pausar para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a Mover.

Movimiento	Símbolo	Descripción
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

El algoritmo de optimización de un estudio de movimientos es igual a la secuencia empleada para el estudio de métodos, para los movimientos suelen emplearse técnicas como el diagrama bimanual [74].

Diagramas

Los diagramas son diseños que se realizan con el objetivo de representar gráficamente algún tipo de ideas, soluciones, procesos, fenómenos o mecanismos con el propósito de facilitar su comprensión [76].

Por otro lado, esta herramienta es muy utilizada para representar datos e información de diversas áreas de la ciencia, para ordenar y establecer un diagrama es necesario estructurar las ideas e identificar su conexión entre ellas, esta es una herramienta que permite organizar todo tipo de información de una forma lógica y secuencial, de tal manera que se facilite su entendimiento y comprensión [77].

Desde otra perspectiva, se puede definir a un diagrama como la representación gráfica. Simplificada y esquematizada de los datos e información de un proceso o de un sistema; este tipo de representaciones puede ser compleja, simple, con muchos o pocos elementos [78].

Se trata de resúmenes completos, que sirven para conocer e interpretar los datos o formación de una manera simple y visual, existen una variedad de diagramas y se utilizan según su necesidad, como los diagramas de flujo, florales, conceptuales, sinópticos, entre otros [79].

Diagrama de flujo de procesos

Ayuda a los analistas a poder visualizar el método actual del trabajo, con sus diferentes detalles, para así poder identificar nuevos o mejores procedimientos, también muestra el efecto que conllevaría un cambio en una específica actividad, por lo cual se considera a esta herramienta muy útil para la generación de nuevas distribuciones y mejora de las ya existentes [80].

Un diagrama de flujo de procesos (PFD) es un tipo de descripción gráfica que representa la relación existente entre los componentes de una planta industrial. Estos diagramas se usan ampliamente en los ámbitos de ingeniería química e ingeniería de procesos, aunque pueden ser aplicados a otros campos. Son empleados para documentar, mejorar o modelar los procesos [81].

Además, permiten estandarizar los procesos para obtener niveles de eficiencia más alta y óptimas condiciones de operación [79].

Este tipo de diagrama por lo general cuenta con mucho más detalle que un diagrama de proceso operativo, por lo cual no se aplica a todos los ensambles, sino a cada componente del ensamble. Además, el diagrama de flujo del proceso es de forma útil para el registro de costos no productivos como son, distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales, ya identificados estos costos no productivos se pueden tomar decisiones para minimizar o eliminar los costos [82].

Símbolos empleados en el diagrama de flujos

Para la realización de un diagrama de flujo de procesos se puede emplear una simbología (obsérvese la Figura 4), la cual representa cada evento o actividad con la cual se puede conseguir una visión general del proceso a diagramar [80].

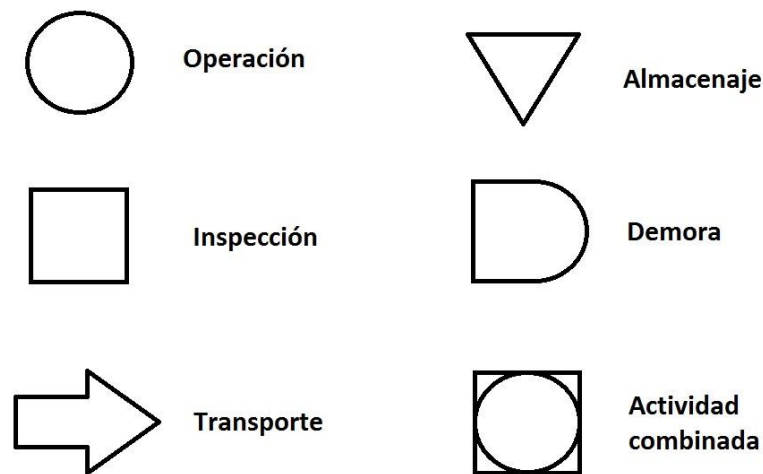


Figura 4. Simbología de diagrama de proceso según el estándar ASME [80]

Diagrama de recorrido

Es un diagrama o modelo cuyo esquema a manera de ejemplo se expone en la Figura 5, el cual indica el lugar en donde se desempeñan las actividades y cada trayectoria usada por los trabajadores, materiales maquinaria con el fin de cumplir sus tareas. En las diferentes organizaciones se pueden evaluar cinco factores que están relacionados con las instalaciones y donde se puede encontrar diferentes problemas dentro de las operaciones del proceso y las cuales pueden ser mejoradas [83].

- Distribución de planta
- Manejo de materiales
- Comunicaciones
- Edificios [83]

DIAGRAMA DE RECORRIDO

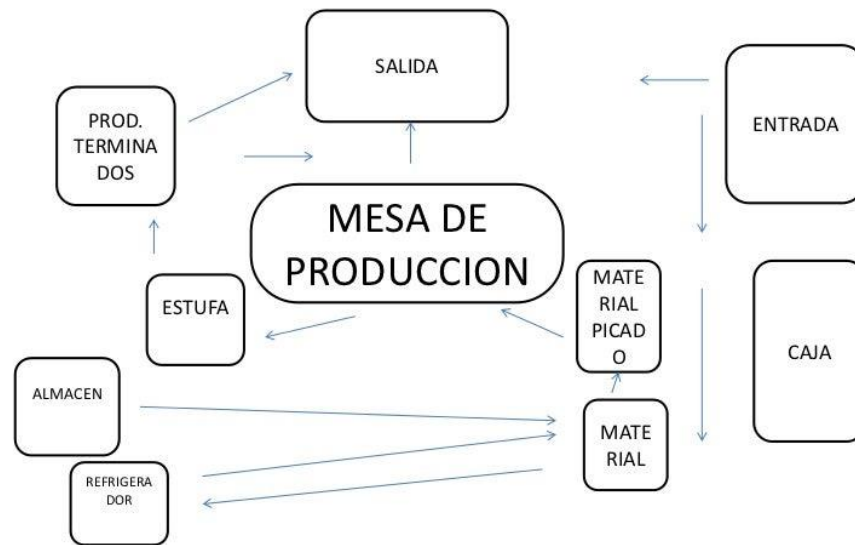


Figura 5. Diagrama de recorrido [10]

Diagrama sinóptico o de operaciones

Es una herramienta usada para el análisis del proceso en donde se representa de forma gráfica y sistemática el orden del proceso con sus respectivas operaciones que desenvuelve el operario en el proceso de producción, aquí solo se puede apreciar las operaciones, inspecciones y materiales que se usan en el proceso, y de esta forma permite una evaluación de las diferentes tareas dentro del proceso y sus errores y mejoras [84]. Su representación se muestra en la Figura 6.

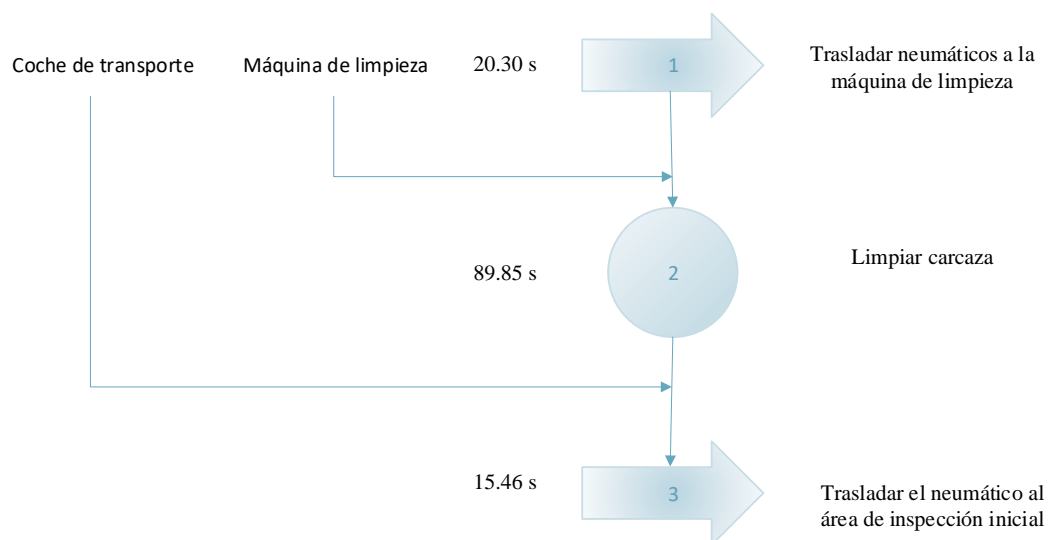


Figura 6. Diagrama sinóptico [85]

Diagrama analítico

Para la recolección de información es importante usar una herramienta grafica para poder entender la forma en la que se realiza el proceso a estudiar, por lo cual se define un diagrama analítico como una representación secuencial de tareas simples, en donde se define la secuencia del proceso, las unidades a usarse, quienes realizan la operación. En la Figura 7. Se puede visualizar un ejemplo de este tipo de diagramas [85].

Tabla 8. Ejemplo de un diagrama analítico [85]

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolos				
				○	→	■	▼	■
Recepción de materia prima	1		36,45 s					
Analizar la capacidad	1		128,14 s					
Deposito temporal	1		256,02 s					

Diagrama bimanual

Un diagrama bimanual (véase la Tabla 9) es empleado para la ejecución y desarrollo de un estudio de los movimientos que realiza un operario en una determinada actividad operativa, un diagrama bimanual consigna las actividades de las dos manos o extremidades [86].

Tal como se expresa en el estudio de movimientos, estos diagramas se emplean para registrar las operaciones basadas en los movimientos de los ciclos productivos [87]. Podría decir que un diagrama bimanual aumenta el grado de detalle que contempla un cursograma analítico, pues lo que en un cursograma analítico es una operación, en un diagrama bimanual puede descomponerse en varios movimientos elementales (movimientos eficientes e ineficientes) [88].

Tabla 9. Diagrama bimanual para un proceso de registro de prendas [87]

Diagrama bimanual del proceso de limpieza					
Elaborado por:				Diagrama:	
Revisado por:				Método:	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1
2	Mover hacia la máquina giratoria con escobillas	M	M	Mover hacia la máquina giratoria con escobillas	2
3			U	Encender máquina	3
4	Mover neumático a la inspección inicial	M	M	Mover neumático a la inspección inicial	4
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
7		7		0	

Procesos productivos

Un proceso productivo es el conjunto relacionado de tareas o procedimientos necesarios para que una empresa u organización pueda efectuar la elaboración de un bien o servicio. También se puede entender como una serie de procesos y operaciones que se desarrollan de forma planificada y sucesiva para lograr la producción de un producto [89].

Las características del proceso productivo son las siguientes:

- Implica la transformación de materia prima en los bienes (de consumo o intermedios) que se entregarán al cliente.
- Está sujeto a mejoras, las cuales dependerán del avance tecnológico. En ese sentido, es importante recordar que el proceso productivo es perfectible, puede cambiar en el tiempo.
- Debe diseñarse en función a los requerimientos del mercado (con los materiales que prefiere el cliente, por ejemplo).
- El proceso productivo debe tener objetivos precisos y controles estrictos, porque solo así la empresa puede obtener utilidades [90].

Procesos

Un proceso es una secuencia lógica de acciones que se desarrollan con el propósito de conseguir un fin determinado o específico. Se trata de un concepto muy aplicable a distintos campos: a la industria, a la química, a la informática, a la biología, entre otros [91].

Según la norma ISO 9001, un proceso, se define como el conjunto de actividades que se relacionan entre sí, con la finalidad de transforman las entradas en salidas. En todo tipo de procesos pueden intervenir partes internas y/o externos, considerando en todo momento a los clientes [92].

Otro criterio indica que un proceso es el conjunto de actividades planificadas que requieren de un número de personas y recursos y materiales coordinados con la finalidad de conseguir un objetivo previamente definido [93].

Línea de producción

La línea de producción, en principio, reduce la variedad de producto posible, pero al haber poca variedad de producto es fácil diferenciar y separar las actividades que añaden valor de las que no añaden valor. Y una vez separadas es posible optimizar unas y otras. Las tareas de una línea de fabricación están relacionadas entre sí, a través del producto que conforman. Esto establece un conjunto de relaciones de precedencia que deben ser respetadas al diseñar la línea [94].

Por otro lado, se puede definir a una línea de producción como un conjunto de operaciones que se realizan dentro de un proceso con el propósito de generar un bien o servicio. Esto se lleva a cabo de manera secuencial al tener máquinas y personal distribuido adecuadamente en las distintas áreas de trabajo [95].

Elementos de un proceso

Todo proceso, está caracterizado por disponer de los siguientes elementos (véase la Figura 7):

Entradas: Las entradas de un proceso responden a criterios de aceptación definidos, por ejemplo: la factura del suministrador con todos los datos necesarios. También puede haber alguna entrada con información proveniente de un proveedor interno, por

ejemplo: una normativa de la administración, un procedimiento. Las entradas del proceso pueden ser tanto elementos físicos, como elementos humanos o técnicos [96].

Recursos: Medios y requisitos necesarios para desarrollar el proceso siempre bien y a la primera. Por ejemplo, una persona con las calificaciones y nivel de experiencia necesarias para realizar un proceso de soldadura, hardware y software para procesar las facturas, un impreso e información sobre qué proceso y cómo (calidad) y cuando (tiempo) entregar el elemento de salida al siguiente eslabón del proceso administrativo, entre otros [97].

Indicadores: Crean un sistema de control medible del funcionamiento del proceso y del nivel de satisfacción del usuario (interno la mayoría de las veces) [97].

Salidas: Un output con la calidad exigida por el estándar del proceso: por ejemplo: el impreso diario con el registro de facturas recibidas, importe, vencimiento; un material conforme a las especificaciones, entre otros. De forma similar, las salidas de un proceso pueden ser productos materiales, recursos humanos y servicios [98].

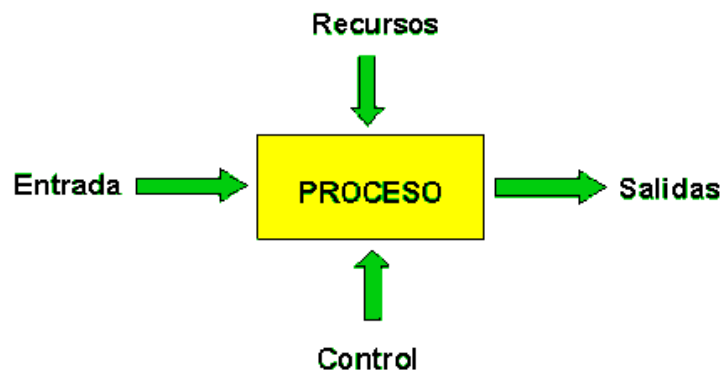


Figura 7. Elementos de un proceso [98]

Optimización

El término optimización se define como la acción de desarrollar las actividades lo más eficientemente posibles, es decir desarrollarlos con una menor cantidad de recursos y en un tiempo menor posible [99].

De igual manera, se puede decir que la optimización se ve ligada con la ejecución de las tareas de una mejor manera y se puede aplicar a todo ámbito. La optimización, en general, implica lograr el mejor funcionamiento de algo, usando de la mejor forma los recursos [100].

Desde el punto de vista de la matemática, optimizar significa elegir el mejor de los elementos que pertenecen a un conjunto. Es decir, se trata de hallar la solución más conveniente [101].

Gestión de procesos

La gestión de procesos industriales son todos los esfuerzos ejecutados por las empresas destinados a garantizar el aumento máximo de la productividad, haciendo las operaciones más seguras, eficientes y económicas [99].

El mismo modo la optimización de procesos industriales es un asunto estrechamente vinculado al BPM [100]. La optimización de procesos industriales es el esfuerzo de la organización destinado a garantizar:

- El aumento máximo de la productividad
- El aumento máximo de la seguridad
- La reducción de los costos de operación [101].

1.2 Objetivos

1.2.2 Objetivo General

- Desarrollar un estudio de tiempos, movimientos y una alternativa de optimización del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

1.2.3 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las actividades y operaciones que se ejecutan dentro del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.
- Realizar el estudio de los tiempos y los movimientos en el proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.
- Plantear una alternativa de optimización del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.


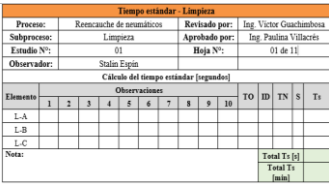




CAPÍTULO II






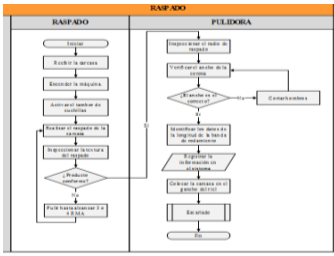
METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes materiales que se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. Listado de materiales

Material	Figura	Detalle
Computador		Empleado para el procesamiento de la información.
Formatos para la toma de tiempos		Fichas técnicas utilizadas para el registro de la información referente a los tiempos de cada proceso.
Cuaderno de apuntes		Empleado para recopilar información relevante de la empresa.
Microsoft Word		Utilizado para el procesamiento y análisis de los datos; además se empleó para la digitación del informe final,
Microsoft Excel		Utilizado para el procesamiento y análisis de los datos.
Microsoft Visio		Empleado para realizar los diagramas de flujo de os procesos.

Material	Figura	Detalle
Check list		Empleado para la verificación del cumplimiento de las actividades el proyecto, así como el detalle de la recolección de la información.
Cuestionario para entrevista en modalidad no estructurada		De acuerdo a preguntas que surjan al momento de las visitas técnicas a la empresa, con el fin de evidenciar algún dato o información relevante del proceso.
Matriz para la recolección de datos		Empleado para la recolección de la toma de tiempos del proceso.
Cronómetro		Empleado para medir los tiempos de procesamiento de cada uno de los procesos.
Flexómetro		Utilizado para medir las distancias existentes entre las etapas del proceso.
Diagramas de proceso		Empleados para determinar la secuencia lógica de los procesos.

Material	Figura	Detalle
Cursograma analítico		Su utilidad es la de presentar la información pertinente de las operaciones, transportes, inspección y almacenamientos del proceso con su respectivo tiempo de ejecución.
Diagramas bimanuales		Utilizado para el desarrollo del estudio de movimientos del área de producción del reencauche de neumáticos.

2.2 Métodos

2.2.1 Enfoque de la Investigación

▪ Enfoque Cuantitativo

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se recopiló información numérica pertinente del proceso de reencauche de neumáticos referente al estudio de tiempo y movimientos.

▪ Enfoque Cualitativo

Por otra parte, la investigación tuvo un enfoque cualitativo, puesto que se recopiló información técnica, precisa y confiable de documentación, libros, artículos científicos, revistas e investigaciones similares para su desarrollo.

2.2.2 Nivel de estudio

En primera instancia la investigación tuvo un nivel *exploratorio*, puesto que a partir de este esto, se identificaron características y condiciones actuales del proceso de reencauche de neumáticos de la empresa CAUCHO SIERRA S.A., además a partir de la misma se pudo sondear la problemática presente en el proceso de producción.

Por otro lado, también se utilizó un nivel de estudio *descriptivo*, porque a través de este nivel se analizó el problema presente en la producción, estableciendo comparativas de la información obtenida de la investigación de campo con información similar de fuentes confiables como libros o revistas científicas. Además, mediante la misma se establecieron mejoras para la optimización del proceso de reencauche de neumáticos.

2.2.3 Modalidad de la investigación

El proyecto empleó las siguientes modalidades de investigación para el desarrollo de la problemática presente en la empresa:

- **Investigación de campo**

Se incurrió a esta modalidad de investigación, pues el proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., con el propósito de recopilar la información relacionada con el proceso de reencauche de neumáticos y analizar el estado actual de las condiciones de cada uno de los puestos de trabajo desde una perspectiva del estudio de tiempos y movimientos. Para efectuar este tipo de investigación fueron necesarias técnicas e instrumentos como: observación directa, fotografías y/o videos que evidencien la información recolectada dentro de esta fase del proyecto.

- **Investigación Bibliográfica – Documental**

Se empleó esta modalidad bajo la ideología de enriquecer la investigación mediante fuentes secundarias con fundamentos técnicos, científicos, teóricos y prácticos a través de recursos actualizados que dispongan información relacionada con el tema planteado para el desarrollo de este trabajo; desde productos de investigación como libros, sitios web, artículos científicos y además documentación empresarial de carácter oficial.

Por otra parte, fue fundamental para considerar ciertos criterios y parámetros desde una perspectiva de diferentes autores que analizaron casos similares al tema expuesto, con el objetivo de brindar un apoyo sustentable a la investigación.

2.2.4 Población y muestra

- **Población**

La empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., consta de 12 trabajadores para el proceso de reencauche. La Tabla 11, muestra el detalle de la población de la empresa.

Tabla 11. Población de la empresa CAUCHOSIERRA S.A.

Población	
Proceso	# de operarios
Limpieza	1
Inspección inicial	
Raspado de carcasa	1
Escariado	2
Reparaciones	1
Cementado	1
Relleno	1
Corte de banda	1
Embandado	1
Vulcanizado	2
Inspección final y acabado	1
TOTAL	12

- **Muestra**

Como la población de la empresa y específicamente en el área de reencauche es pequeña y tiene un valor numérico menor a 50, se toma a toda la población como muestra, es decir se aplicarán los instrumentos de investigación al 100% de los operarios que intervienen en el proceso de reencauche de neumáticos; por lo tanto, no se empleará ninguna técnica de muestreo [102].

2.2.5 Recolección de información

Para recopilar la información relacionada con el proceso de reencauche de neumáticos de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., se utilizaron las técnicas y herramientas que se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12. Técnicas y herramientas para la recolección de la información

Técnica	Descripción	Herramienta/Instrumento
Observación directa	Necesaria para observar e identificar el proceso de reencauche de neumáticos y recopilar su información pertinente.	<ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de apuntes. - Fotografías. - Videos. - “Check list”.
Entrevista	Preguntas relevantes sobre el proceso de reencauche de neumáticos, dirigidas a los operarios por ser quienes se relacionan más con el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario - “Check list”.
Registro de mediciones	Esencial para realizar la toma de tiempos, distancias y transportes que se ligan con cada una de las etapas del proceso de reencauche de neumáticos.	<ul style="list-style-type: none"> - Matriz para la recolección de datos. - Cronometro - Flexómetro.
Estudio de tiempos y movimientos	Se utilizará con el propósito de solucionar la problemática planteada. Medio por el cual se realizarán los cálculos pertinentes relacionados con la temática planteada.	<ul style="list-style-type: none"> - Diagramas de proceso. - Diagramas de recorrido. - Cursograma analítico. - “Check list”.

2.2.6 Procesamiento y análisis de datos

Los datos y la información recopilada se procesaron y analizaron de la siguiente manera:

- Verificación de la información recopilada, con el objeto de identificar que la misma se encuentre en relación con la temática planteada.
- Registro de la información cualitativa y cuantitativa del proceso de reencauche de neumáticos mediante el uso de software Word y utilizando Excel de Office de Microsoft para el procesamiento de los datos.
- Validación y organización de los datos e información obtenida en el desarrollo de la investigación.
- Tabulación de los resultados obtenidos a través del software Microsoft Excel.
- Ejecución de conclusiones y recomendaciones que demanden los resultados del trabajo de investigación.

2.2.7 Desarrollo del proyecto

Para la ejecución de la investigación se desarrollaron las siguientes actividades:

Diagnóstico de las actividades y operaciones que se ejecutan dentro del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

- Recopilación de la información general de la empresa.
- Identificación de los procesos relacionados con el reencauche de neumáticos.
- Descripción de las condiciones actuales del proceso de reencauche de neumáticos.
- Elaboración de flujogramas de proceso, diagramas sinópticos.

Realización del estudio de los *tiempos y los movimientos* del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

- Selección de los métodos y/o metodologías para la toma de tiempos de cada una de las actividades del proceso.
- Medición de los tiempos empleados en el proceso analizado.
- Realización de los cálculos pertinentes del *estudio de tiempos*.
- Cálculo de la capacidad de producción del proceso de reencauche de neumáticos.

Para la ejecución del *estudio de movimientos* se desarrollaron las siguientes actividades:

- Selección de los trabajos en los que se desarrolla el *estudio de movimientos*.
- Registrar toda la información pertinente del método de trabajo actual.
- Identificación de los movimientos eficientes e ineficientes de los métodos de trabajo actuales.
- Elaboración de los diagramas bimanuales de cada proceso.

Planteamiento de una alternativa de optimización del proceso de reencauche de neumáticos

- Elaboración de una propuesta de optimización del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A, en base al *estudio de tiempos* y al *estudio de movimientos*.
- Idear o identificar los métodos de trabajo que se pueden mejorar en base al *estudio de tiempo* y al *estudio de movimientos*.

- Definir los nuevos métodos de trabajo, para el *estudio de tiempos*: combinar, eliminar o reducir las actividades que sean redundantes o se pueda mejorar su tiempo de ejecución, para determinar un nuevo tiempo estándar de las operaciones. Para el *estudio de movimientos*: suprimir movimientos excedentes y movimientos ineficientes, con el propósito que se minimice la inactividad de las manos de los operarios.
- Realización de cursogramas y diagramas de procesos propuestos en el *estudio de tiempos*, para la mejora del método de trabajo de cada proceso.
- Elaboración de diagramas bimanuales propuestos para el nuevo método de trabajo en base al *estudio de movimientos*.
- Realización de un informe final en el que se plasmen los resultados obtenidos.

2.2.8 Metodologías y técnicas utilizadas

Para el diagnóstico de la situación actual de la empresa:

- Recopilación de la información general de la empresa.
- Identificación del producto de mayor demanda a través de la metodología ABC.
- Identificación de los procesos relacionados con el reencauche de neumáticos.
- Descripción de las condiciones actuales del proceso de reencauche de neumáticos.
- Elaboración de flujogramas de proceso, diagramas sinópticos.

Para el *estudio de tiempos*:

- Identificar y analizar el proceso.
- Descomponer el proceso en tareas.
- Agrupar las tareas en elementos.

- Seleccionar el operario calificado
- Determinar número de muestras u observaciones
- Medir el trabajo.
- Determinar los niveles de productividad (capacidad de producción)
- Proponer acciones de mejora.

Para el *estudio de movimientos*:

- Selección de los trabajos en los que se desarrolla el *estudio de movimientos*.
- Registrar toda la información pertinente del método de trabajo actual.
- Identificación de los movimientos eficientes e ineficientes de los métodos de trabajo actuales.
- Realización de diagramas bimanuales con el propósito de representar los movimientos y retrasos atribuible a las manos izquierda y derecha de los operarios en cada fase del proceso.
- Proponer acciones de mejora.

Para la propuesta de mejora:

- Plasmar las acciones propuestas para los nuevos métodos de trabajo en base al *estudio de tiempos* y al *estudio de movimientos* en un plan de mejoras.
- Elaboración de cursogramas analíticos propuestos.
- Elaboración de diagramas de procesos propuestos.
- Realización de diagramas bimanuales propuestos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Desarrollo de la propuesta

La presente investigación, se desarrolló con la finalidad de satisfacer las necesidades de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., de tal manera que, se brinde una alternativa de optimización del proceso de reencauche de neumáticos, en base a la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, con el objetivo de mejorar el proceso del servicio brindado e incrementar los niveles de productividad. Para lo cual se efectuaron las siguientes actividades:

1. Recopilación de la información general de la empresa CAUCHOSIERRA S.A., de modo que se obtuvieron datos relacionados a la historia, misión, visión, valores corporativos y organigrama estructural.
2. Identificación del producto de mayor demanda de la empresa, a través de la metodología ABC, con el que se evidenció que, el servicio de reencauche de neumáticos es el que brinda mejores características de rentabilidad y beneficios económicos.
3. Identificación de los procesos relacionados con el reencauche de neumáticos. En esta fase, se determinó que, el proceso de la empresa cuenta con 12 operadores y que, para el reencauche de neumáticos, se realiza con 11 procesos.
4. Descripción de las condiciones actuales del proceso de reencauche de neumáticos para detallar adecuadamente los pasos para el reencauche de neumáticos.
5. Elaboración de cursogramas, flujogramas de proceso, diagramas sinópticos, con el objetivo de describir de forma gráfica las etapas del proceso de producción.
6. Selección de los métodos y/o metodologías para la toma de tiempos de cada una de las actividades del proceso, para este apartado se empleó el método de cronometraje acumulativo.

7. Medición de los tiempos empleados en el proceso analizado, mediante la utilización de un cronómetro calibrado y certificado marca ELICROM modelo PS532.
8. Realización de los cálculos pertinentes del estudio de tiempos y movimientos: tiempo observado, número de observaciones, índice de desempeño, tiempo normal, suplementos y tiempo estándar.
9. Cálculo de la capacidad de producción del proceso de reencauche de neumáticos.
10. Realización del estudio de movimientos, identificando los movimientos eficientes e ineficientes de cada etapa del proceso.
11. Elaboración de los diagramas bimanuales, como herramienta para el estudio de movimientos con el propósito de representar los movimientos y retrasos atribuible a las manos izquierda y derecha de los operarios en cada fase del proceso.
12. Propuesta de optimización del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., en base a los resultados que se obtuvieron en el estudio de tiempos y movimientos.

3.2 Diagnóstico de las actividades y operaciones que se ejecutan dentro del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

3.2.1 Datos Informativos de la Empresa

La Tabla 13, muestra los datos informativos de la empresa:

Tabla 13. Datos informativos de la empresa

Datos informativos	
Razón Social	REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.,
Logotipo	
Dirección	Actualmente, la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., está ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, en el Parque Industrial de Izamba en las calles Quinta y F.
Parroquia	Izamba
Cantón	Ambato
Provincia	De Tungurahua
Sitio Web	https://cauchosierra.com
Correo electrónico	fvivero@cauchosierra.com
Teléfonos de Contacto	0994019167
Tipo de empresa	PYME
Representante legal. Cargo	Fernando Luis Vivero Miño. Gerente General
RUC	1891716369-001

Datos informativos	
Actividad económica	Servicios de apoyo a la fabricación de cubiertas y cámaras de caucho; recauchutado y renovación de cubiertas de caucho a cambio de una retribución o por contrato.

Direccionamiento estratégico de la empresa

La Tabla 14, muestra el direccionamiento estratégico de la empresa:

Tabla 14. Situación inicial de la empresa

Direccionamiento Estratégico de la Empresa	
Reseña Histórica	REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., es una empresa fundada el 26 de abril del 2005. Actualmente, dispone de tecnología de punta acorde a los procesos de reencauche de neumáticos para cualquier tipo de automotores. Por otra parte, la empresa cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad basada en las exigencias y requerimientos de la normativa ISO 9001, con la que pretende incrementar la satisfacción de sus clientes y contribuir al desarrollo de nuestro país. Este sistema se enfoca en la búsqueda del mejoramiento continuo de los procesos de gestión, producción, administración y entre otros procesos inherentes de la empresa.
Misión	Producir neumáticos reencauchados y servicios complementarios con estándares de eficiencia, oportunidad y calidad, generando satisfacción a nuestros clientes y rentabilidad a nuestros accionistas, respaldados por un equipo humano profesional y capacitado.
Visión	Ser una empresa líder y afianzada reconocida por sus clientes como la mejor alternativa en la producción de reencauche, comercialización de neumáticos y otros servicios vinculados al transporte, con amplia participación en el mercado y cobertura nacional.

Direccionamiento Estratégico de la Empresa	
Valores Corporativos	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacer al cliente externo. • Fortalecer al Equipo Humano. • Mantener la calidad del producto. • Fomentar la cultura organizacional.
Política de calidad	<p>REENCAUCHADORA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A. somos un equipo de trabajo, comprometido a satisfacer los requerimientos de nuestros clientes, mediante un servicio de reencauche y renovación de neumáticos que cumplen con las regulaciones nacionales, generando así beneficios económicos y bienestar para todas las partes interesadas.</p> <p>Conscientes de los riesgos generados por la actividad laboral, nos comprometemos a cumplir con las normas legales y reglamentarias vigentes en el país, el mejoramiento continuo de nuestros sistemas de gestión de la seguridad, salud en el trabajo, la calidad, responsabilidad social y ambiente.</p> <p>Asumiendo la responsabilidad por la calidad de nuestros productos, la prevención y el control de los impactos al medio ambiente, así como la prevención en los riesgos laborales, que puedan generar accidentes y/o enfermedades ocupacionales en los miembros de nuestra institución. Impulsando el desarrollo y la productividad del personal, en un ambiente de trabajo seguro y adecuado. Mediante la asignación de recursos económicos, humanos y tecnológicos necesarios.</p>
Objetivos estratégicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar mecanismos de integración y trabajo conjunto, bajo un esquema comercial definido, fortaleciendo ventajas competitivas y aprovechando oportunidades de mercado. 2. Administrar eficientemente su inventario con métodos y sistemas logísticos que apoyen al crecimiento en el mercado. 3. Cubrir segmentos de clientes con infraestructura y servicio, soportado con actividades de inteligencia de mercado.

Direccionamiento Estratégico de la Empresa	
Mercados Principales	Ambato, Quito, Riobamba, Guayaquil.
Base Legal	Persona natural obligada a llevar contabilidad de acuerdo al registro único del contribuyente 1891716369001.

Localización de la empresa

La Figura 8, muestra la ubicación geográfica de la empresa y se puede observar su ubicación con la herramienta Google Maps.

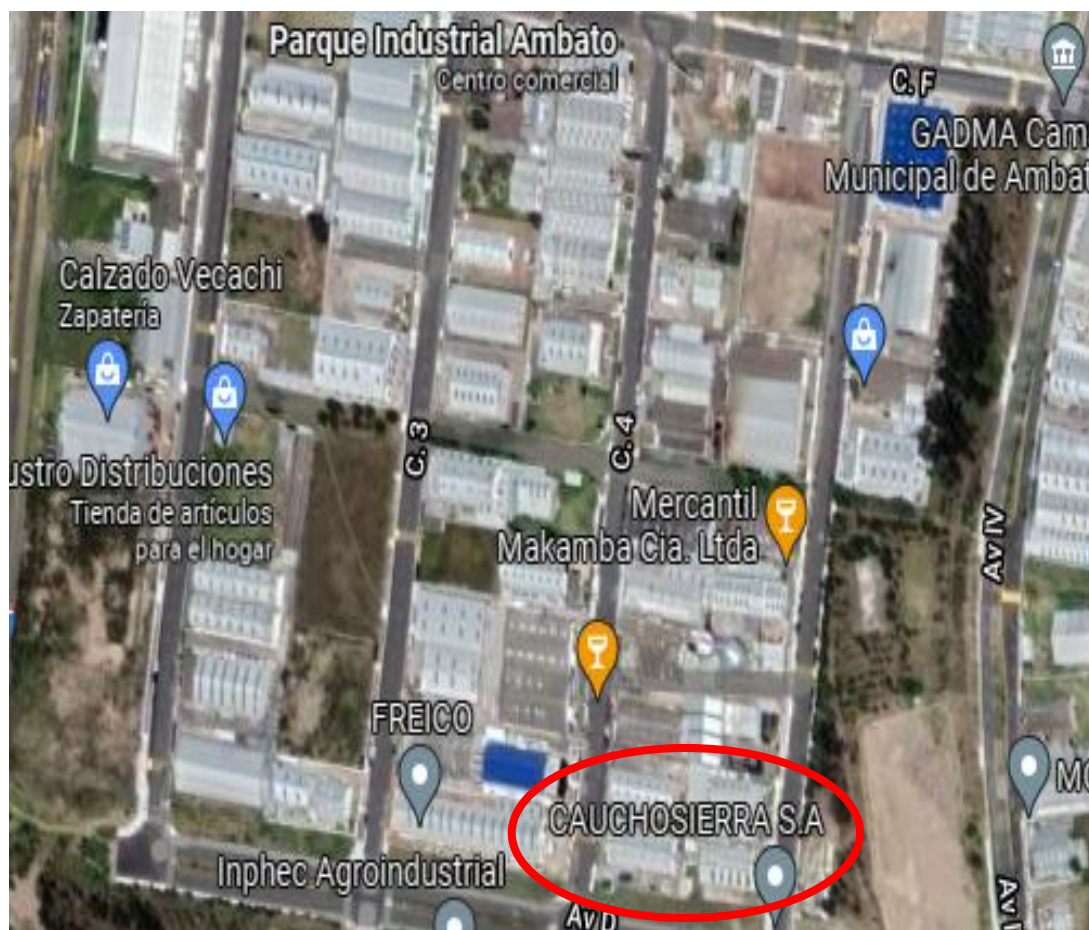


Figura 8. Ubicación geográfica actual de CAUCHO SIERRA S.A.

Organigrama Estructural

CAUCHO SIERRA S.A. mantiene un total de 30 personas para llevar a cabo las actividades en las distintas áreas de trabajo, la Figura 9, muestra el organigrama estructural de la empresa.

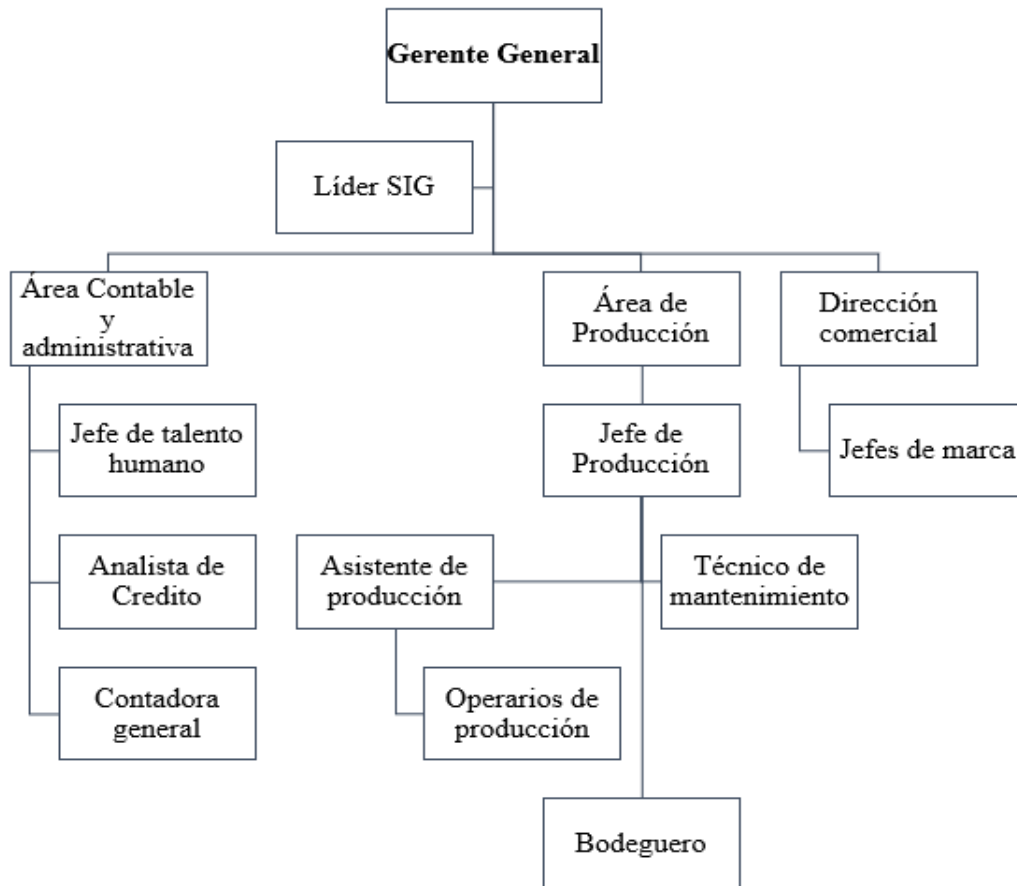


Figura 9. Organigrama estructural de CAUCHO SIERRA S.A.

Servicios que oferta la empresa

- Reencauche de neumáticos: Mantenimiento y reparación, instalación, cambio de neumáticos (llantas) y tubos (vulcanizadora).
- Ventas al por mayor de otros productos diversos para el consumidor y servicio de apoyo a la fabricación de cubiertas y cámaras de caucho.
- Venta al por menor de todo tipo de partes, componentes, suministros, herramientas y accesorios para vehículos automotores como: neumáticos (llantas) cámaras de aire para neumáticos (tubo), incluye bujías, baterías, equipo de iluminación partes y piezas eléctricas.

3.2.2 Determinación del principal producto – servicio de mayor demanda a través de un análisis ABC

Para identificar el producto – servicio de mayor demanda de la empresa CAUCHO SIERRA S.A., se empleó un análisis de metodología ABC.

Para el desarrollo de esta metodología fue necesario conocer el historial de ventas de la empresa, por lo cual, la Tabla 15, muestra el historial de ingresos o ventas correspondientes al año 2021 de cada uno de los productos – servicios brindados por CAUCHO SIERRA S.A.

Tabla 15. Historial de ingresos y/o ventas correspondientes al año 2021

Nº	Producto-Servicio	Codificación	Ventas (\$)
1	Reencauche de neumáticos: Mantenimiento y reparación, instalación, cambio de neumáticos (llantas) y tubos (vulcanizadora).	PS-01	459741.43
2	Venta al por menor de todo tipo de partes, componentes, suministros, herramientas y accesorios para vehículos automotores como: neumáticos (llantas) cámaras de aire para neumáticos (tubo), incluye bujías, baterías, equipo de iluminación partes y piezas eléctricas.	PS-02	256394.25
3	Servicio de apoyo a la fabricación de cubiertas y cámaras de caucho.	PS-03	109975.87
4	Recauchutado de cubiertas de caucho a cambio de una retribución o por contrato.	PS-04	92248.98
5	Ventas al por mayor de otros productos diversos para el consumidor.	PS-05	74345.46
6	Venta al por mayor de artículos de caucho.	PS-06	32371.89
TOTAL			1025077.88

Una vez conocido el historial de ventas de cada uno de los productos – servicios de la empresa, se procedió a calcular el porcentaje de participación de ventas. La Tabla 16, muestra el historial de ingresos del año 2021.

Tabla 16. Historial de ingresos y/o ventas correspondientes al año 2021

N°	Producto	Ventas (\$)	Participación (%)	P. Acumulada (%)	Clase
1	PS-01	459741.43	44.85	44.85	A
2	PS-02	256394.25	25.01	69.86	A
3	PS-03	109975.87	10.73	80.59	B
4	PS-04	92248.98	9.00	89.59	B
5	PS-05	74345.46	7.25	96.84	C
6	PS-06	32371.89	3.16	100.00	C
Total		1025077.88	100		

A continuación, la Tabla 17, muestra el resumen de los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología ABC en el historial de la venta correspondiente al año 2021 de la empresa CAUCHO SIERRA S.A.

Tabla 17. Resumen de las zonas del análisis ABC

Participación estimada	Clasificación de n	n	Participación	Ventas (\$)	Participación
0% - 80%	A	2	33.33%	716135.68	69.86%
81% - 95%	B	2	33.33%	202224.85	19.73%
96% - 100%	C	2	33.33%	106717.35	10.41%
Sumatoria		6	100%	1025077.88	100%

Análisis de datos

En la Tabla 18, muestra los resultados obtenidos correspondientes a cada una de las zonas de la clasificación ABC. Los productos – servicios de la zona A (clase de mayor importancia) son dos y representan un porcentaje de participación de las ventas de CAUCHO SIERRA S.A. en un 69.86%, mientras que, los productos – servicios de la zona B, representan un porcentaje de participación de 19.73%, y, los productos que constituyen la categoría C, son dos y reflejan un 10.41% de las ventas.

La Figura 10, muestra la gráfica respectiva del análisis ABC realizado con los datos relacionados a las ventas y/o ingresos de cada uno de los productos – servicios de la empresa durante el año fiscal 2021.

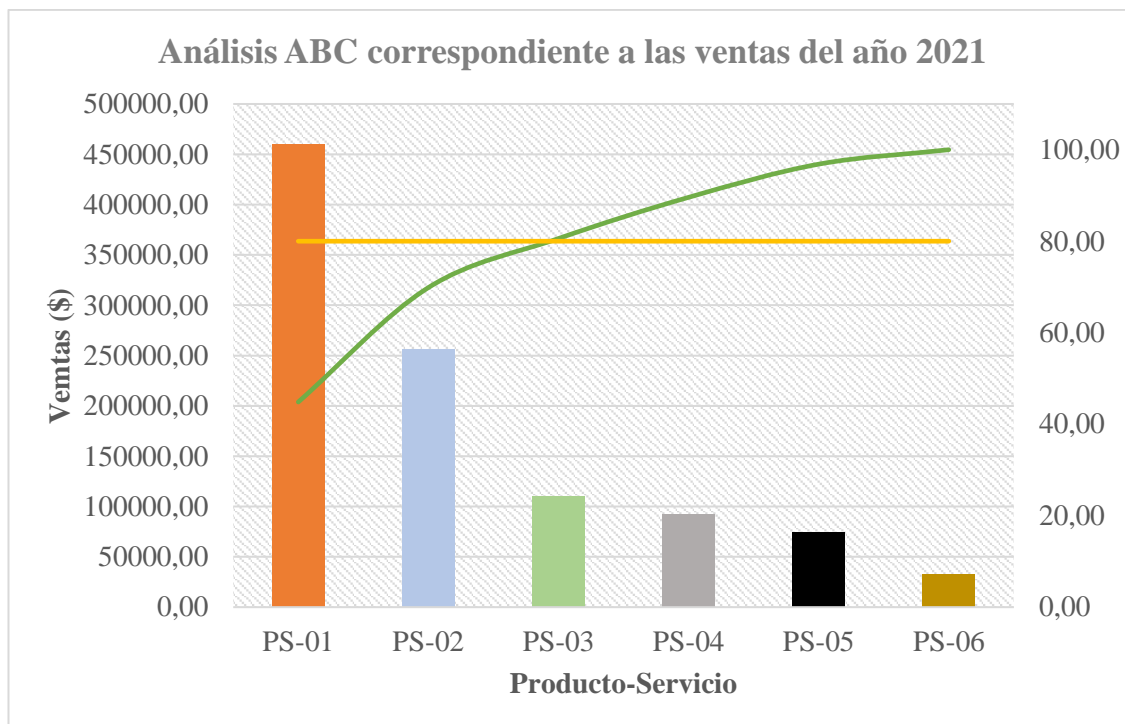


Figura 10. Análisis ABC para la identificación del producto de mayor demanda de CAUCHO SIERRA S.A.

Interpretación

Mediante el análisis ABC desarrollado con respecto a los datos históricos de las ventas del año 2021 de CAUCHO SIERRA S.A., se evidenció el producto – servicio que brinda mayores aportes económicos para la organización (producto estrella). La Figura 12, muestra que dentro de la categoría A existen 2 productos – servicios que aportan a la empresa en un 69.86% en la participación de las ventas de la organización, atribuyendo a CAUCHO SIERRA S.A. un valor económico de \$716135.68.

Por otra parte, dentro de los productos – servicios más representativos (categoría A) de la empresa, sobresale el producto – servicio de reencauche de neumáticos, por su volumen de ventas que representa un valor de \$459741.43, reflejándose en un 44.85% de ventas totales de todos los productos – servicios ofertados.

Características del principal producto – servicio

Por lo anterior, se determinó que el principal producto – servicio que oferta la empresa es el reencauche, que se enfoca en la selección e inspección de los neumáticos ya usados y es el proceso en el que se basa la presente investigación.

Este proceso consiste en la colocación de nuevas bandas de rodamientos a través de la utilización de técnicas de presión y calor.

Para que un neumático pueda ser renovado el proceso de reencauche se lo debe realizar sobre carcasas que se encuentren en buen estado, sin ninguna anomalía ni desgaste no uniforme, de igual manera en estos neumáticos no deben existir ningún tipo de abolladuras o desgarres en los aros internos.

Siempre y cuando los neumáticos cumplan con las condiciones nombradas anteriormente, dentro del proceso se les retira el caucho que rodea a la banda de rodamiento y se pule.

Posteriormente los neumáticos son cementados para colocarles una nueva banda, para después someterlas a un proceso de vulcanización de acuerdo con presiones y temperaturas específicas, finalmente se las revisa tanto de forma interior y exterior con el propósito de inspeccionar y verificar que los neumáticos cumplen con las condiciones, normas y técnicas de calidad.

Materia prima para el proceso del principal producto – servicio

Para el proceso de reencauche la principal materia prima son los neumáticos que presentan algún tipo de características como: abolladuras, imperfecciones, desgastes, entre otros. Por lo señalado en el párrafo anterior, para realizar el proceso de reencauche es de gran importancia conocer la información específica de los neumáticos, como se muestra en la Figura 11.

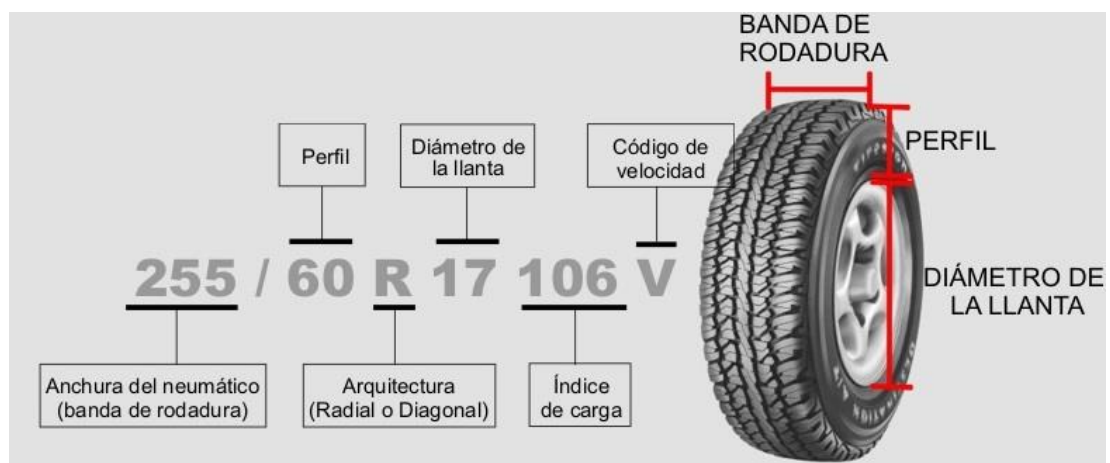


Figura 11. Información importante de un neumático

Insumos para el proceso del principal producto – servicio

Los principales insumos que interviene en el proceso de reencauche de neumáticos se detallan a continuación:

- Parches: se emplean para cubrir las imperfecciones que no se pudieron cubrir o tratar en la etapa de raspado.
- Tiza: se utiliza con el propósito de marcar a los neumáticos en el lugar donde se encuentren las abolladuras o imperfecciones que requieran una reparación.
- Cemento frío: es colocado sobre el neumático que ha sido escareado con el propósito de que se pegue la nueva banda.
- Goma cojín: se emplea para rellenar huecos o ralladuras y ayuda a que se acople de mejor manera la nueva banda al neumático.
- Envelope: cubre a los neumáticos de las altas temperaturas en el momento de vulcanizarlos.
- Pintura negra: se emplea para darle un mejor acabado y/o apariencias a los neumáticos reencauchados, una vez que se haya finalizado el proceso de vulcanizado.
- Diesel o Gas GLP: se emplea para el funcionamiento del caldero para el proceso de vulcanizado.

Diagrama de procesos del principal producto – servicio

A continuación, se muestran los diagramas de proceso actuales de cada una de las etapas productivas del reencauche de neumáticos, véase las Figuras 12, hasta la 22.

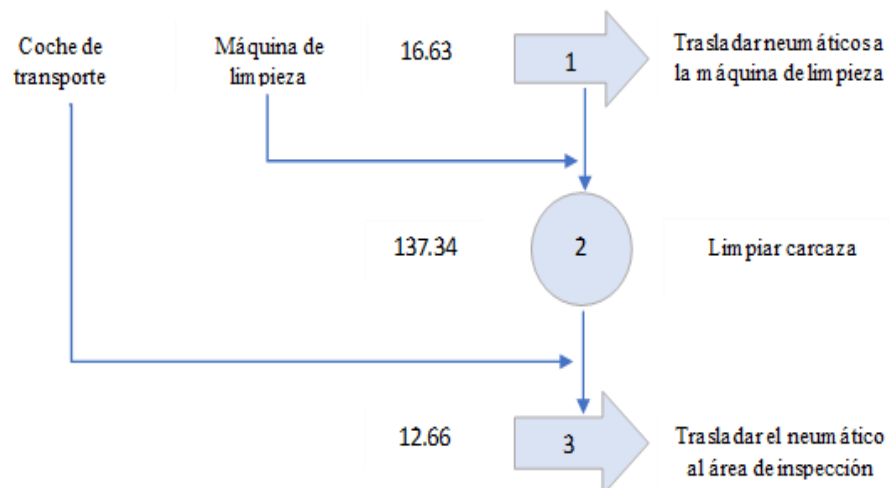


Figura 12. Diagrama sinóptico actual del proceso de limpieza

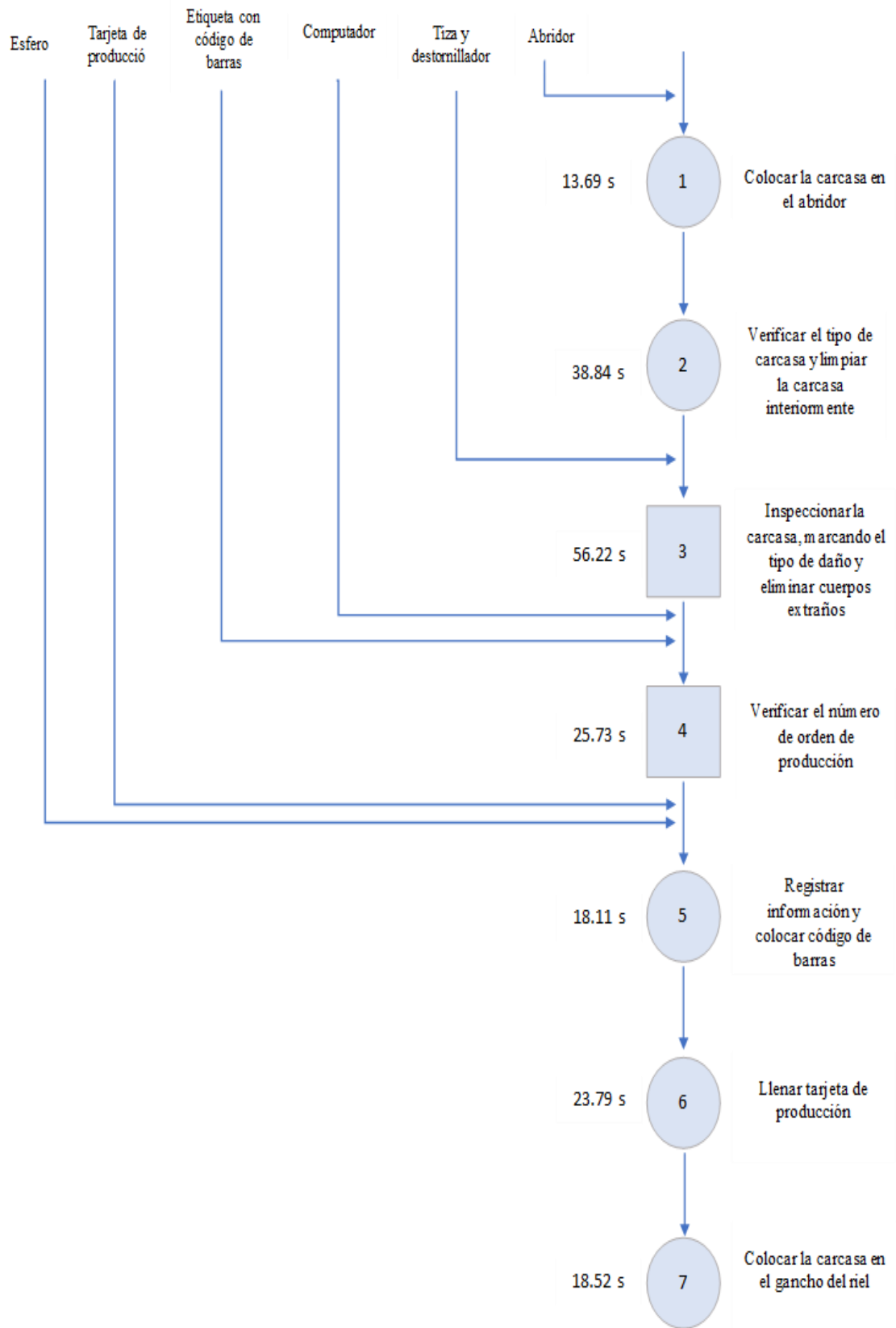


Figura 13. Diagrama sinóptico actual del proceso de inspección inicial

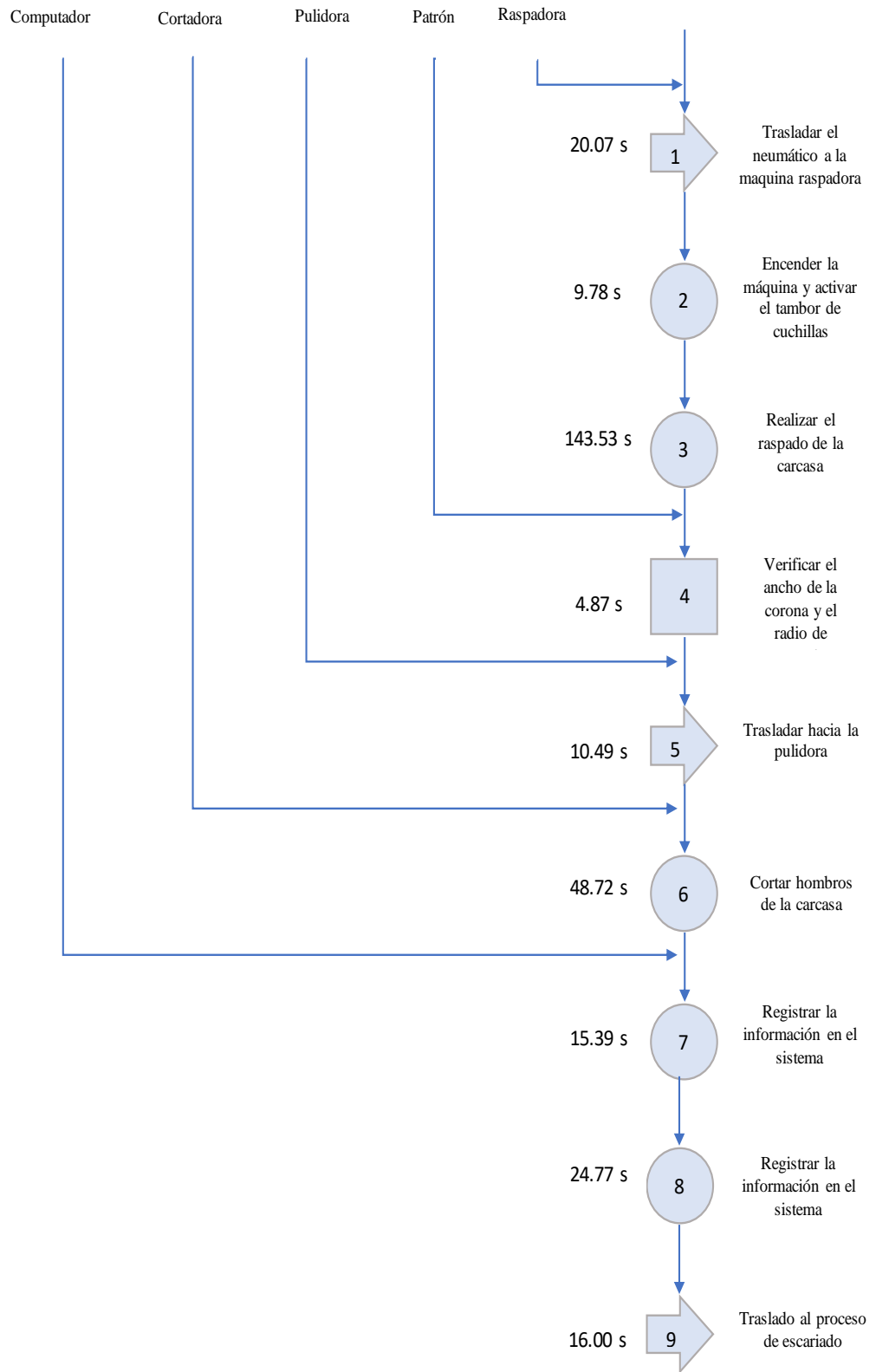


Figura 14. Diagrama sinóptico actual del proceso de raspado

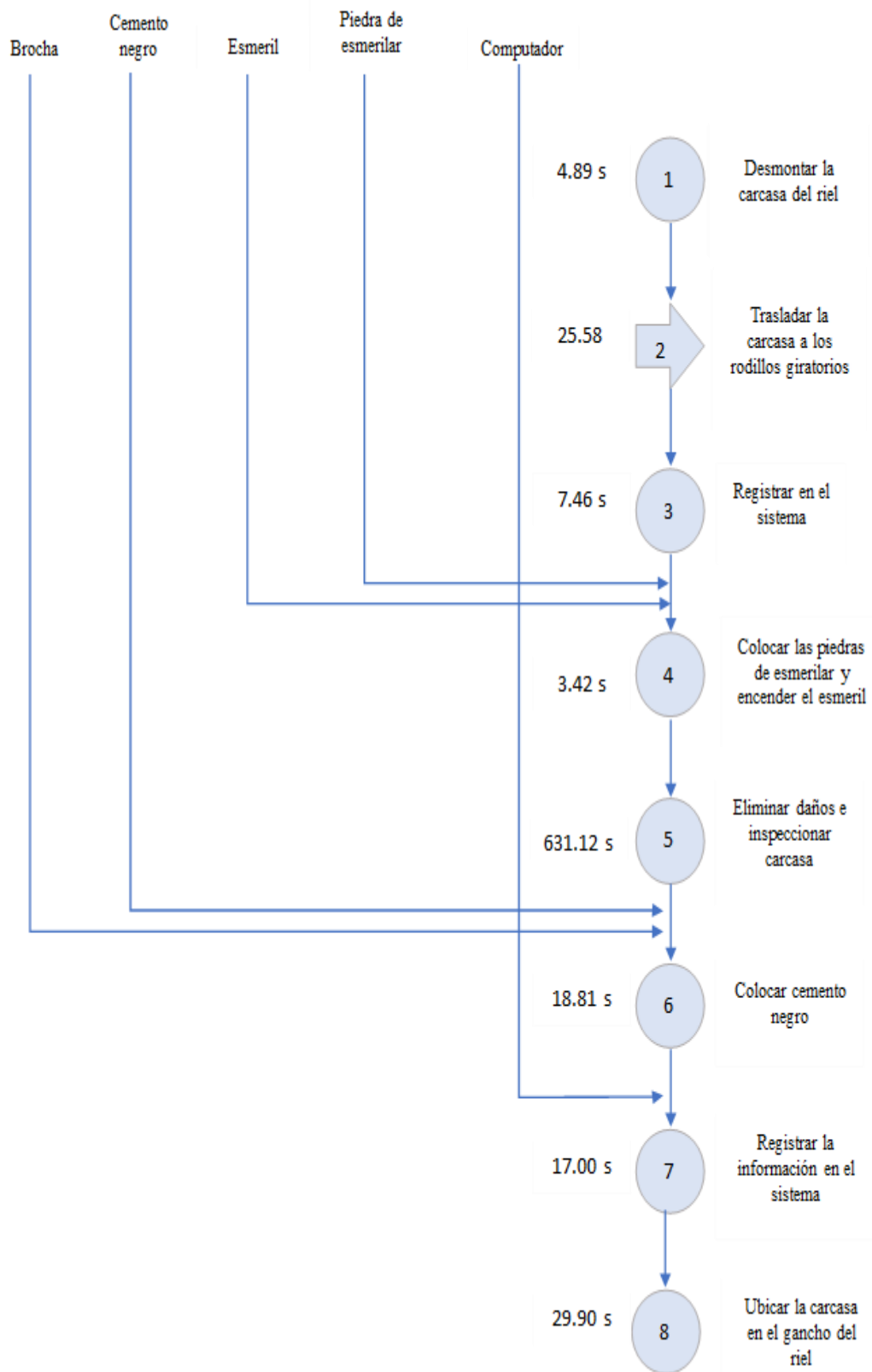


Figura 15. Diagrama sinóptico actual del proceso de escariado

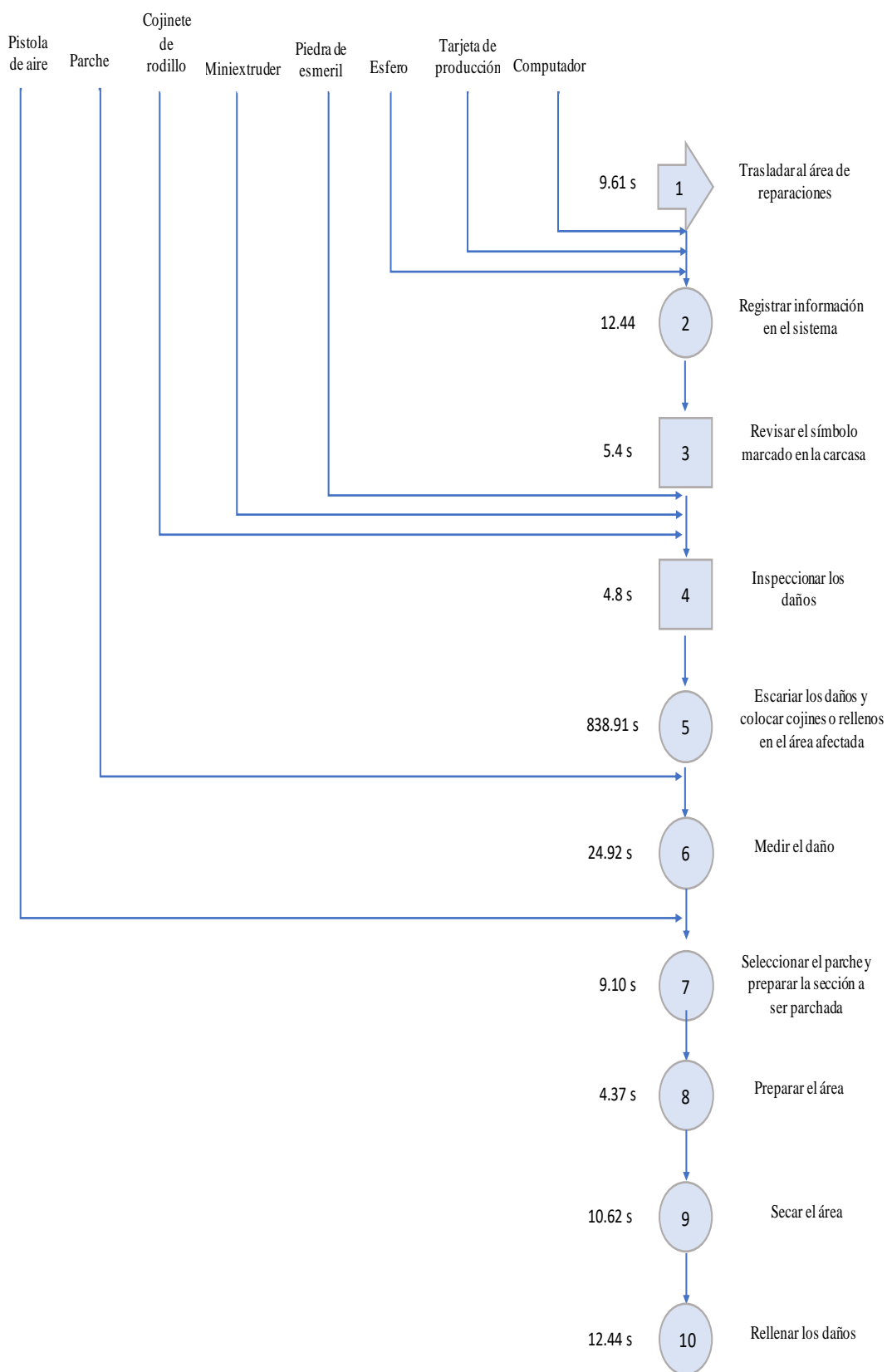


Figura 16. Diagrama sinóptico actual del proceso de reparaciones

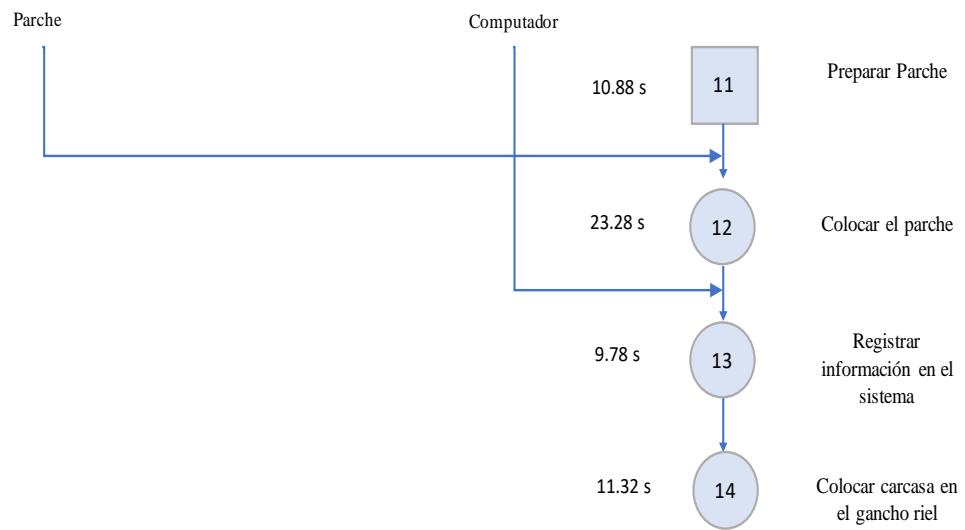


Figura 16. Diagrama sinóptico actual del proceso de reparaciones, continuación

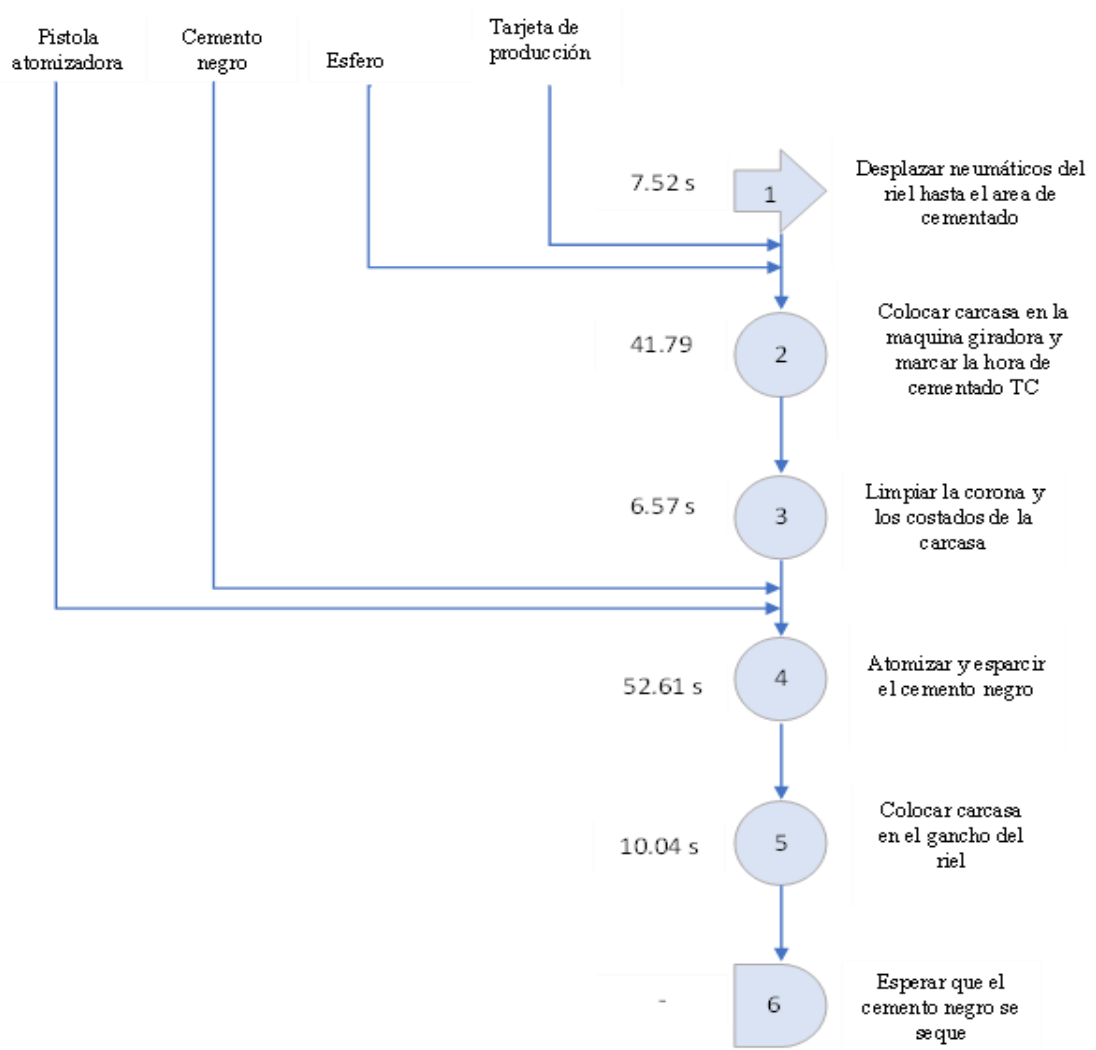


Figura 17. Diagrama sinóptico actual del proceso de cementado

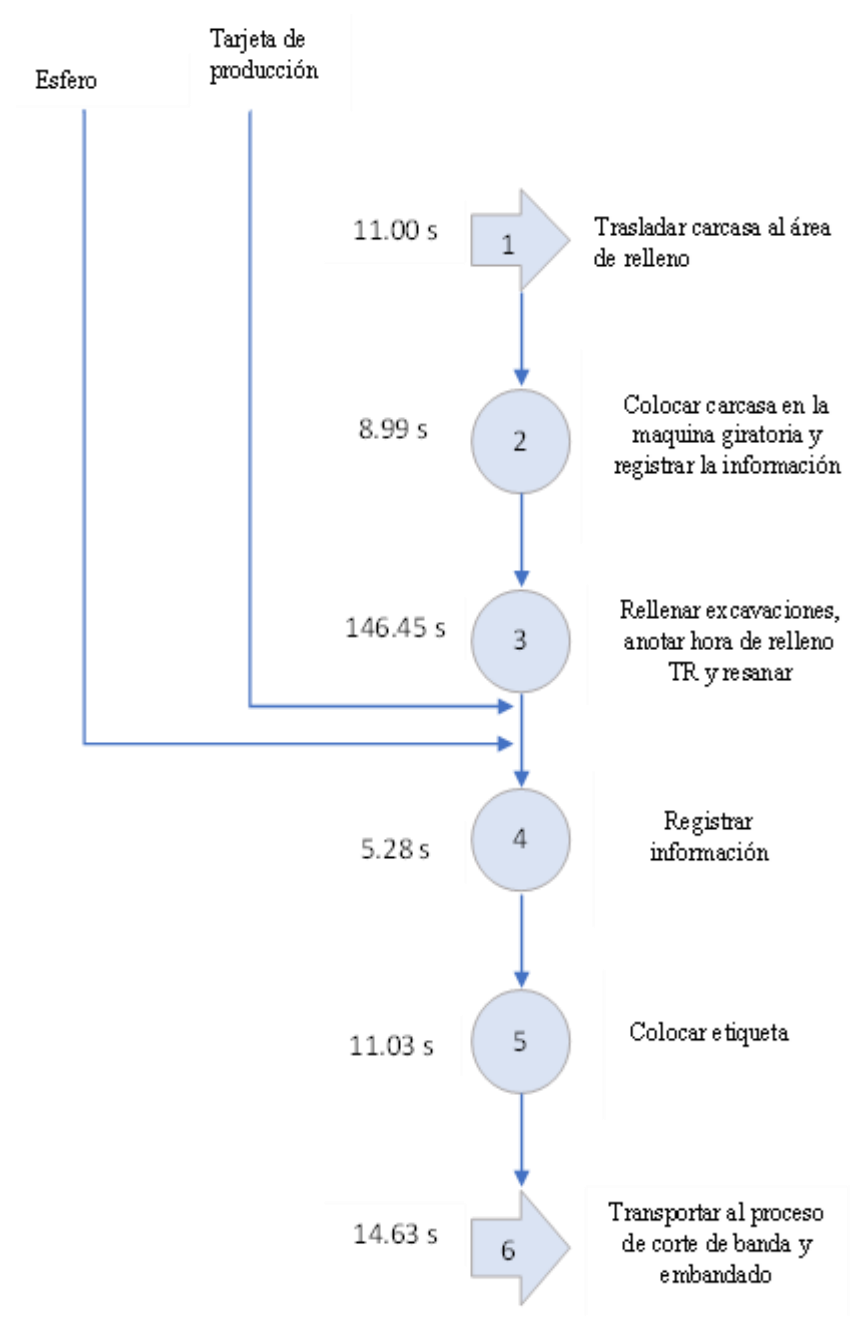


Figura 18. Diagrama sinóptico actual del proceso de relleno

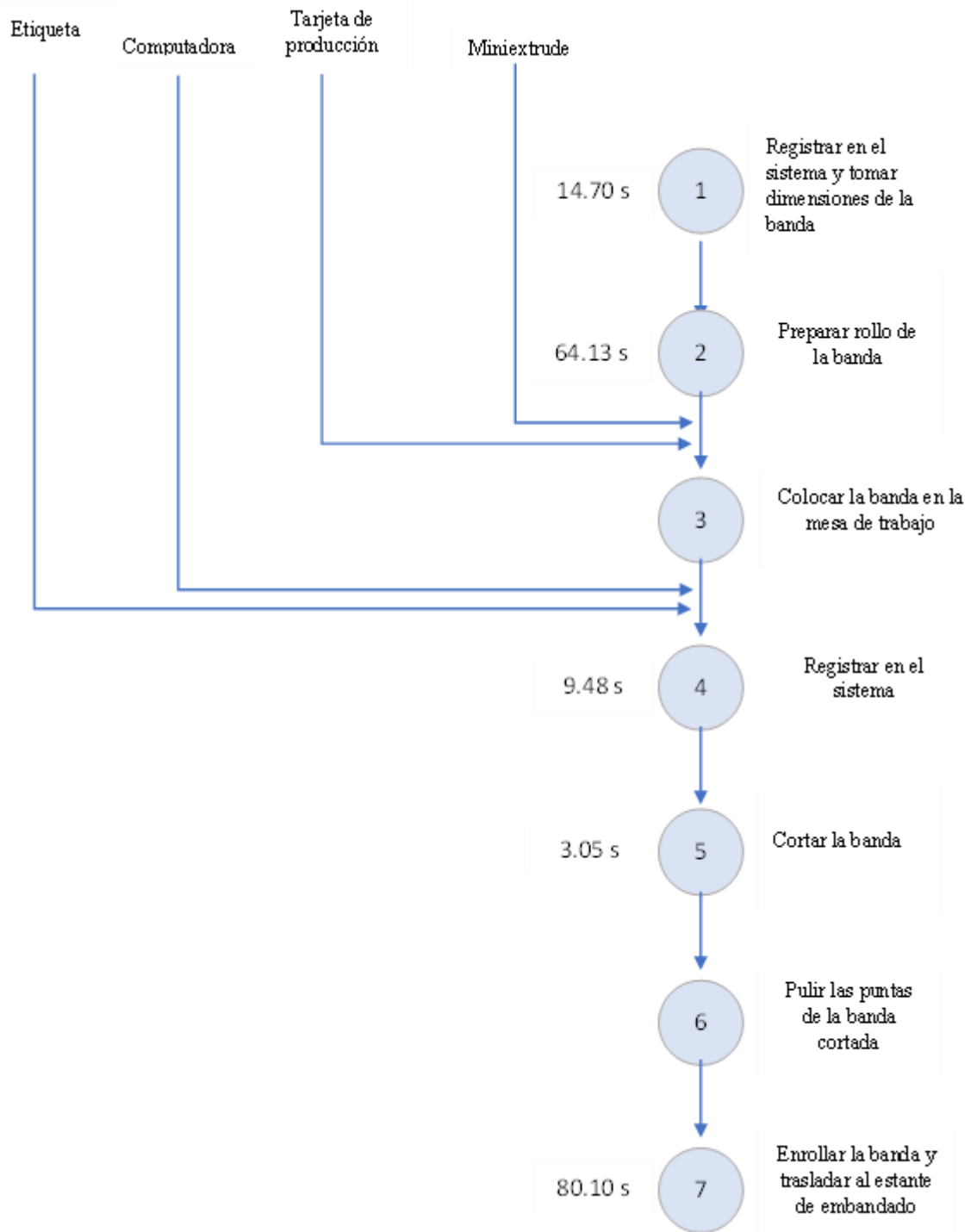


Figura 19. Diagrama sinóptico actual del proceso de corte de banda

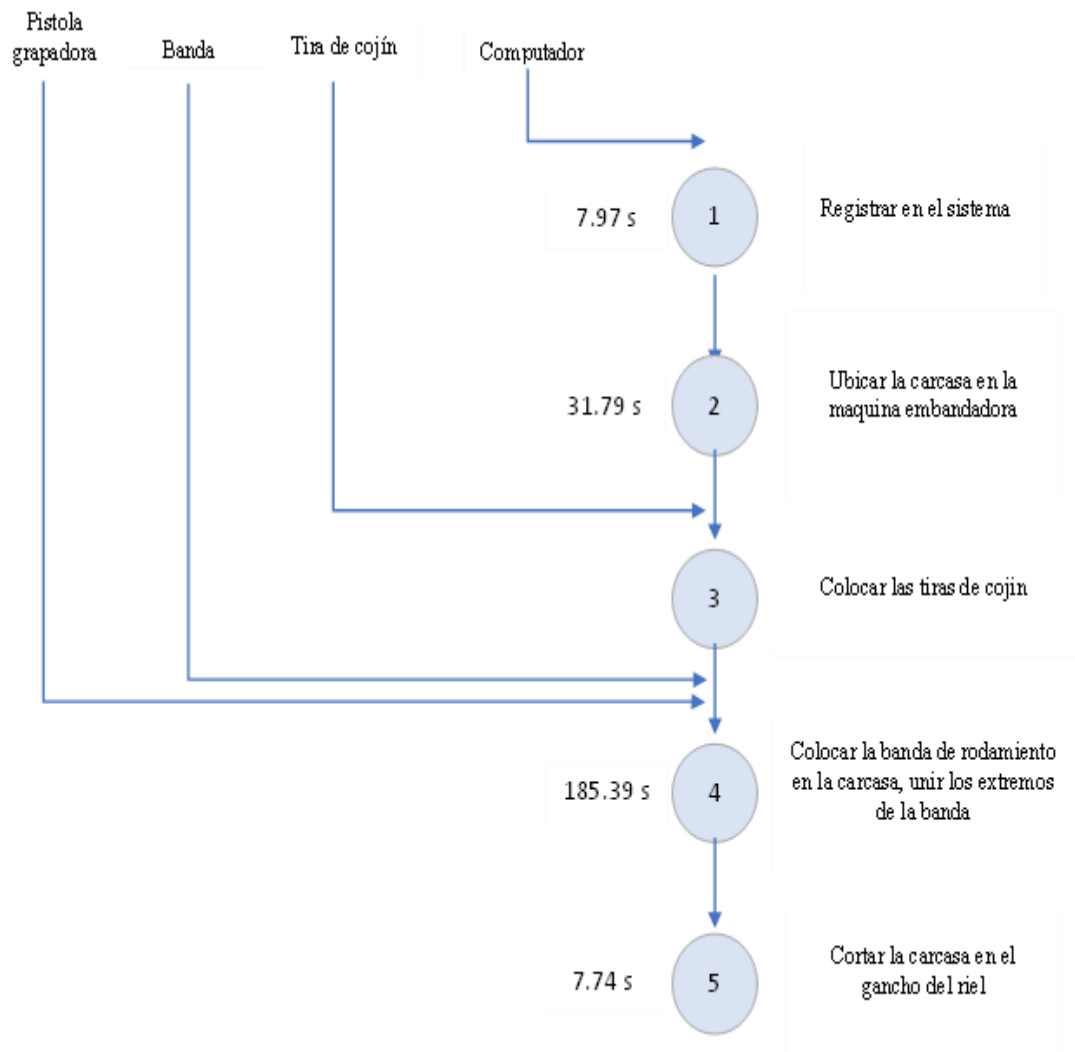


Figura 20. Diagrama sinóptico actual del proceso de embandado

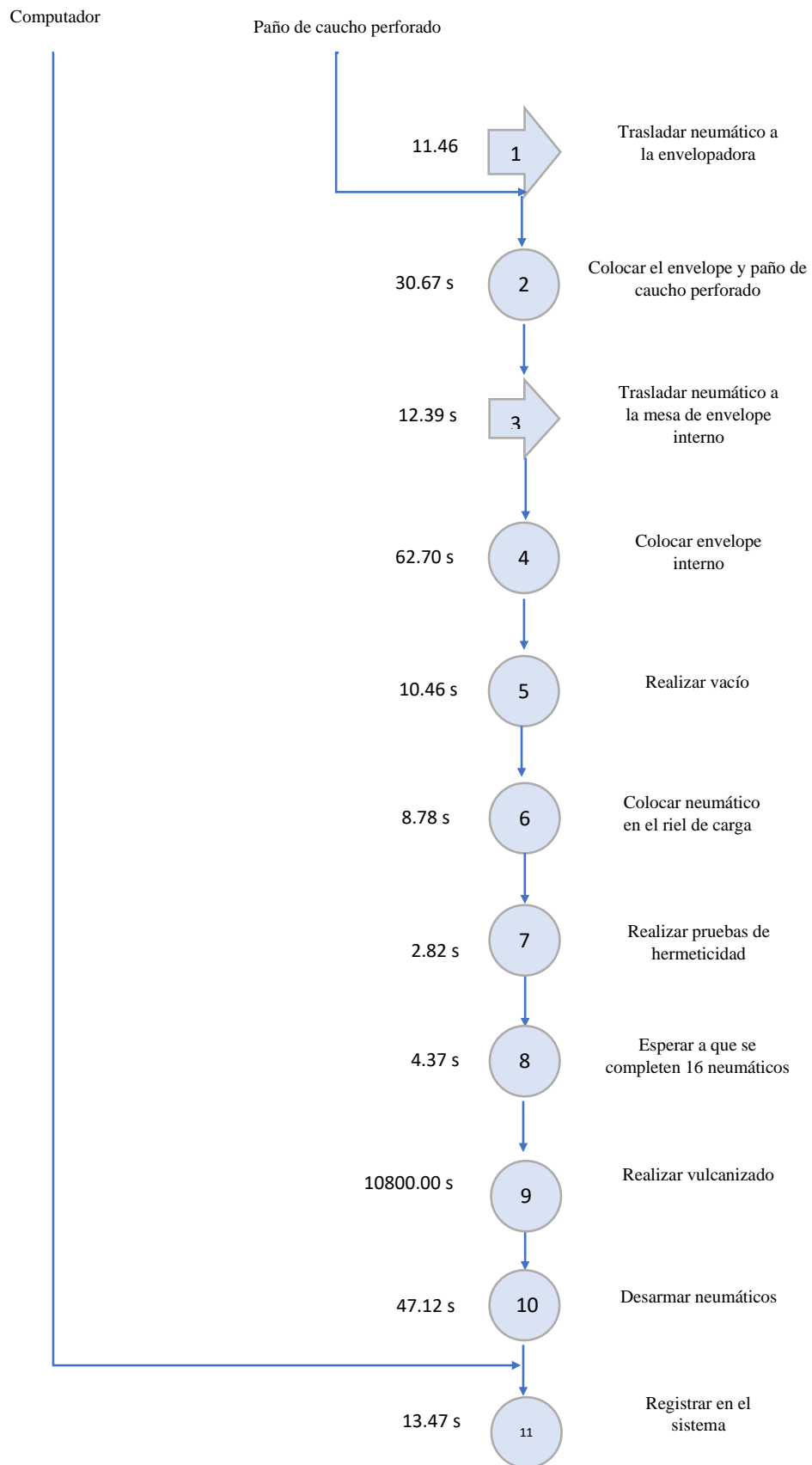


Figura 21. Diagrama sinóptico actual del vulcanizado

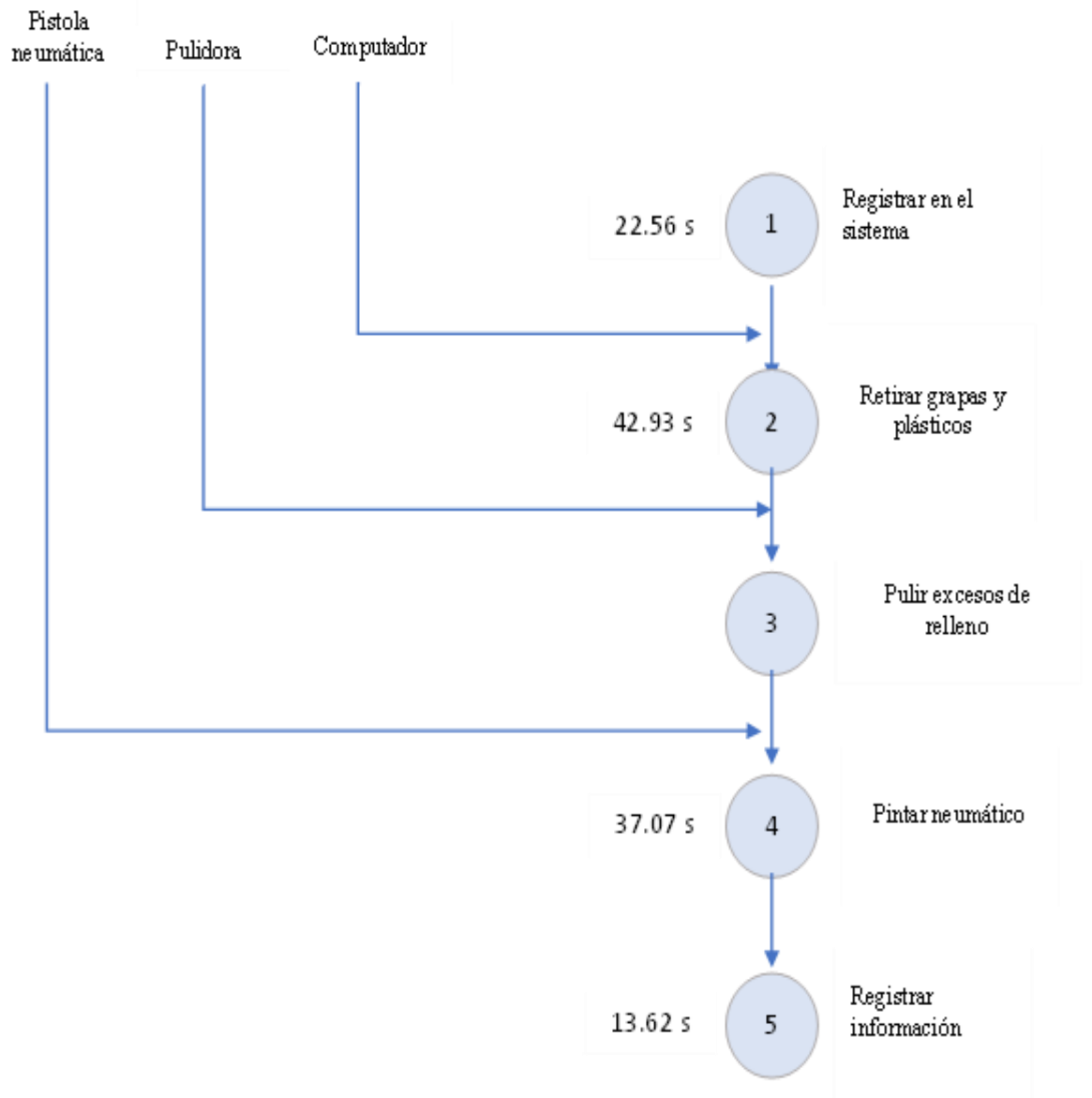


Figura 22. Diagrama sinóptico actual del inspección final y acabado

La Distribución de Planta y Procesos del principal producto – servicio no puede ser compartida por disposiciones y políticas de privacidad de la empresa.

3.2.3 Operaciones del proceso de Reencauche

A continuación, se detallan las operaciones del proceso de reencauche de neumáticos de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

- **Limpieza**

En esta fase del proceso se realiza la limpieza, el control de la orden de producción y de las carcacas, con el propósito de minimizar la presencia de agentes contaminantes o cuerpos extraños que puedan perjudicar a los procesos posteriores, como lo indica la Figura 23.



Figura 23. Proceso de limpieza

- **Inspección inicial**

En esta etapa el operario verifica el estado de la carcasa de los neumáticos con el fin de definir si la renovación de los neumáticos es factible o no. Este proceso se lo realiza con el objetivo de asegurar la fiabilidad de los neumáticos reencauchados. Es de importancia mencionar que en este proceso se identifican los daños existentes en los neumáticos, obsérvese la Figura 24.



Figura 24. Proceso de inspección inicial

La Tabla 18, muestra la simbología empleada para la identificación de daños en los neumáticos.

Tabla 18. Simbología para la identificación de posibles daños

Inspección Inicial	
Símbolo	Descripción
⊥	Sección
#	Hoyo de clavo
+	Refuerzo
○	Reparación superficial
RC	Reparación de ceja
RL	Reparación de liner

- **Raspado de carcasa**

Aquí se emplea una máquina raspadora automatizada HIMAPEL modelo RAA de máxima precisión, con la finalidad de eliminar la banda de rodamiento original de los neumáticos. La Figura 25, muestra el proceso de raspado de una carcasa.



Figura 25. Proceso de raspado

- **Escariado**

Una vez que se realiza el raspado, se procede a realizar el escariado (Figura 26) de la corona de las carcasas para eliminar todo el material de acero dañado, además se verifica que no existan puntas sueltas o cables en mal estado u oxidados. En esta parte del proceso, también se coloca cemento negro para cubrir los daños existentes en los neumáticos a la vez que se minimice la contaminación.



Figura 26. Proceso de escariado

- **Reparaciones**

En este proceso los operarios eliminan y/o reparan los daños que pudiesen perjudicar al correcto funcionamiento de los neumáticos, de modo que las llantas recuperen su capacidad de carga. Según el tipo de reparación que se realice en los neumáticos se emplean parches de alta calidad (Tip Top), véase la Figura 27.



Figura 27. Proceso de reparaciones

- **Cementado**

La finalidad de este proceso es la de evitar la oxidación de las carcassas raspadas, considerando la eliminación de materiales extraños. Una vez que los neumáticos son raspados el proceso de cementado debe realizarse hasta 8 horas después de su raspado. La Figura 28, muestra al operario realizando el cementado.



Figura 28. Proceso de cementado

Luego de realizar el cementado de los neumáticos, se los debe dejar en reposo para su secado entre 15 y 45 minutos antes de que se lleve a cabo el proceso de relleno.

- **Relleno**

En esta sección del proceso, se rellenan las cavidades con un material denominado “cordón miniextruder” a una presión de aire y temperatura, según las especificaciones GALGO; como se muestra en la Figura 31.



Figura 29. Proceso de relleno

- **Corte de banda**

Los operarios se encargan de cortar las bandas con el objetivo de colocar el hule cojín a las bandas PRE-Q. En esta fase se toman en cuenta las consideraciones de las medidas del perímetro y ancho de las bandas para evitar que las bandas de rodamiento queden descentradas o sin cojines. La Figura 30, muestra el proceso de corte de la banda.



Figura 30. Proceso de corte de banda

- **Embandado**

En este proceso se colocan las bandas de rodamiento a las carcasas. El ancho total de las bandas colocadas debe corresponder a ancho de las coronas rapadas, con una tolerancia a cada lado de -5mm sin distorsión. La Figura 31, muestra al operario realizando el embandado del neumático.



Figura 31. Proceso de embandado

- **Vulcanizado**

Se emplean autoclaves HIMAPEL (obsérvese la Figura 32), para realizar el proceso de vulcanizado o cocimiento de los neumáticos, bajo controles y especificaciones de calidad, de temperatura, de precisión, de tiempo; según las características y necesidades de cada tipo de material.



Figura 32. Proceso de vulcanizado

- **Inspección final y acabado**

Aquí se revisan los neumáticos de acuerdo con criterios de aceptación y liberación de los productos, para asegurar una calidad óptima de los neumáticos reencauchado.



Figura 33. Proceso de inspección final y acabado

El proceso es largo y requiere de un espacio adecuado de trabajo, los operarios deben realizar ciertas operaciones con recorridos innecesarios para recoger las herramientas, la distribución de estanterías es general y no adecuado para cada espacio de trabajo, esto reduce una buena visibilidad del recorrido que tiene el material hasta su salida del producto final.

Los procesos son básicos y requieren de máquinas especiales que realicen el trabajo con mayor precisión, reduciendo errores humanos.


3.2.4 Levantamiento de procesos

A continuación, se presenta el levantamiento de los procesos que son parte del reencauche de neumáticos; desde la Tabla 19 hasta la Tabla 25, se muestra los procesos desde la etapa de recepción de materia prima (limpieza) hasta la fase de inspección final y/o acabado. El termino carcasa hace referencia al cuerpo de la llanta que se constituye ya sea por acero o nylon.

- **Limpieza**

La Tabla 19, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de limpieza para el reencauche de neumáticos.


Tabla 19. Levantamiento del proceso de limpieza

		Proceso	Reencauche
		Etapa	Limpieza
		Código	LP-RE-LI-01
Objetivo	Eliminar cuerpos o agentes extraños de los neumáticos exteriormente		
Entradas	Neumáticos con defectos o daños.		
Salidas	Neumáticos limpios de polvo o humedad		
Recursos	Orden de producción		
Nº	Actividad	Observación	
1	Trasladar neumáticos a la máquina de limpieza.		
2	Limpiar neumático.	Colocar neumáticos en la máquina y encenderla.	
3	Trasladar el neumático al área de inspección inicial.		

- **Inspección inicial**

La Tabla 20, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de inspección inicial para el reencauche de neumáticos.

Tabla 20. Levantamiento del proceso de inspección inicial

		Proceso	Reencauche
		Etapa	Inspección Inicial
		Código	LP-RE-II-02
Objetivo		Eliminar cuerpos o agentes extraños de los neumáticos internamente	
Entradas		Neumáticos limpios y codificados	
Salidas		Neumáticos limpios interna y exteriormente, con su respectiva codificación, daños identificados y código de barras.	
Recursos		Tarjeta de producción, máquina de inspección inicial, tiza, destornillador, computador.	
N°	Actividad	Observación	
1	Colocar el neumático en el abridor.	Se denomina abridor a la máquina empleada para la inspección inicial.	
2	Verificar el tipo de carcasa y limpiar la carcasa interiormente.	El operario se percata que la antigüedad del neumático sea hasta 7 años.	
3	Inspeccionar el neumático, marcando el tipo de daño y eliminar cuerpos extraños.	Se emplea el método de las 8 áreas. Los cuerpos extraños pueden ser clavos, alambres, entre otros.	
4	Verificar el número de orden de producción.		
5	Registrar información y colocar código de barras.		
6	Llenar tarjeta de producción.	Por cada neumático y colocarla en la carcasa.	
7	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	Para ser desplazada al siguiente proceso.	

- **Raspado**

La Tabla 21, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de raspado para el reencauche de neumáticos.


Tabla 21. Levantamiento del proceso de raspado

		Proceso	Reencauche
		Etapa	Raspado
		Código	LP-RE-RA-03
Objetivo		Realizar el raspado de las carcazas	
Entradas		Carcasas con identificación de daños	
Salidas		Carcasas raspadas	
Recursos		Máquina raspadora, tarjeta de producción, computador.	
N°	Actividad	Observación	
1	Trasladar el neumático a la máquina raspadora.		
2	Encender la maquina y activar el tambor de cuchillas.		
3	Realizar el raspado de la carcasa.	Verificar si el producto es no conforme.	
4	Verificar el ancho de la corona y el radio de raspado.	Si no es el correcto realizar el paso 3 nuevamente.	
5	Traslado hacia la pulidora.		
6	Cortar hombros de la carcasa.		
7	Registrar la información en el sistema.		
8	Colocar la carcasa en el gancho del riel.		
9	Traslado al proceso de escariado.		

- **Escariado**

La Tabla 22, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de escariado para el reencauche de neumáticos.


Tabla 22. Levantamiento del proceso de escariado

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Reencauche</td> </tr> <tr> <td>Etapa</td> <td>Escariado</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>LP-RE-ES-04</td> </tr> </table>		Proceso	Reencauche	Etapa	Escariado	Código	LP-RE-ES-04
		Proceso	Reencauche						
		Etapa	Escariado						
Código	LP-RE-ES-04								
Objetivo	Efectuar el escariado de la corona de las carcadas.								
Entradas	Carcadas raspadas								
Salidas	Carcadas escariadas								
Recursos	Rodillos giratorios, esmeril, piedras de esmerilar, destornilladores, cemento negro, computador, tarjeta de producción.								
N°	Actividad	Observación							
1	Desmontar la carcada del riel.								
2	Trasladar la carcada a los rodillos giratorios.								
3	Registrar en el sistema.	Inicio del proceso.							
4	Colocar las piedras de esmerilar y encender el esmeril.	Se colocan diferentes tipos de piedras de acuerdo con el tipo de trabajo que se va a realizar.							
5	Eliminar daños e inspeccionar carcada.								
6	Colocar cemento negro.	Registrar información y mantener la información de reencauches anteriores.							
7	Registrar la información en el sistema.								
8	Ubicar la carcada en el gancho del riel.								

- **Reparaciones**

La Tabla 23, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de reparaciones para el reencauche de neumáticos.

Tabla 23. Levantamiento del proceso de reparaciones

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Reencauche</td> </tr> <tr> <td>Etapa</td> <td>Reparaciones</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>LP-RE-RE-05</td> </tr> </table>		Proceso	Reencauche	Etapa	Reparaciones	Código	LP-RE-RE-05
		Proceso	Reencauche						
Etapa	Reparaciones								
Código	LP-RE-RE-05								
Objetivo	Reparar los daños y/o heridas de las carcacas								
Entradas	Carcacas escariadas								
Salidas	Carcacas reparadas y parchadas								
Recursos	Tarjeta de producción, esmeril, piedras de esmerilar, destornilladores, parches, polipropileno.								
N°	Actividad	Observación							
1	Trasladar al área de reparaciones.								
2	Registrar información en el sistema.	Inicio del proceso.							
3	Revisar el símbolo marcado en la carcaca.	Identificarlo de acuerdo la simbología correspondiente a cada daño.							
4	Inspeccionar los daños.	Si es producto no conforme registrar la información.							
5	Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada.	Se emplea cojines o relleno según lo amerite la textura de la carcaca.							
6	Medir el daño.	Con respecto al tipo de llanta y ubicación del daño.							
7	Seleccionar el parche y preparar la sección a ser parchada.	De acuerdo con la medida y tipo de neumático.							
8	Preparar el área.								
9	Secar el área.								
10	Rellenar los daños.	Verificar que el llenado no presente burbujas de aire.							
11	Preparar el parche.								
12	Colocar el parche.								
13	Registrar información en el sistema.								
14	Colocar carcaca en el gancho del riel.								

- **Cementado**

La Tabla 24, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de cementado para el reencauche de neumáticos.


Tabla 24. Levantamiento del proceso de cementado

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Reencauche</td> </tr> <tr> <td>Etapa</td> <td>Cementado</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>LP-RE-CE-06</td> </tr> </table>		Proceso	Reencauche	Etapa	Cementado	Código	LP-RE-CE-06
		Proceso	Reencauche						
		Etapa	Cementado						
Código	LP-RE-CE-06								
Objetivo	Cementar los neumáticos								
Entradas	Carcasas reparadas libre de daños								
Salidas	Carcasas encementadas								
Recursos	Tarjeta de producción, máquina giratoria, cemento negro, pistola atomizadora.								
N°	Actividad	Observación							
1	Desplazar neumáticos del riel hasta el área de cementado.								
2	Colocar carcasa en la máquina giradora y marcar la hora de cementado (TC).								
3	Limpiar la corona y los costados de la carcasa.								
4	Atomizar y esparcir el cemento negro.	Se emplea una pistola atomizadora.							
5	Colocar carcasa en el gancho del riel.								
6	Esperar que el cemento negro se seque.								

- **Relleno**

La Tabla 25, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de relleno para el reencauche de neumáticos.


Tabla 25. Levantamiento del proceso de relleno

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Reencauche</td> </tr> <tr> <td>Etapa</td> <td>Relleno</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>LP-RE-RL-07</td> </tr> </table>		Proceso	Reencauche	Etapa	Relleno	Código	LP-RE-RL-07
		Proceso	Reencauche						
		Etapa	Relleno						
Código	LP-RE-RL-07								
Objetivo	Rellenar las excavaciones de los neumáticos.								
Entradas	Carcasas encementadas.								
Salidas	Carcasas con excavaciones rellenas y curadas con la etiqueta de la empresa.								
Recursos	Tarjeta de producción, etiquetas, máquina giratoria, polipropileno, computador.								
N°	Actividad	Observación							
1	Trasladar carcasa al área de relleno.								
2	Colocar la carcasa en la máquina giratoria y registrar la información.								
3	Rellenar excavaciones, anotar hora de relleno (TR) y resanar.								
4	Registrar información.								
5	Colocar etiqueta.								
6	Transportar al proceso de corte de banda y embandado.	Mediante el gancho del riel.							

- **Corte de banda**

La Tabla 26, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de corte de banda para el reencauche de neumáticos.

Tabla 26. Levantamiento del proceso de corte de banda

		Proceso	Reencauche
		Etapa	Corte de banda
		Código	LP-RE-CB-08
Objetivo	Realizar el corte adecuado de las bandas para los neumáticos.		
Entradas	Rollo de bandas.		
Salidas	Bandas cortadas de acuerdo con las especificaciones de cada neumático.		
Recursos	Computador, mesa de trabajo, máquina de corte y pulido, tiza.		
N°	Actividad	Observación	
1	Registrar en el sistema y tomar dimensiones de la banda.	Inicio del proceso. Esta información se la toma del sistema.	
2	Preparar rollo de la banda.		
3	Colocar la banda en la mesa de trabajo.		
4	Registrar en el sistema.		
5	Corta la banda.	De acuerdo con la longitud del neumático previamente registrado en el proceso de inspección inicial.	
6	Pulir las puntas de la banda cortada.		
7	Enrollar la banda y trasladar al estante de embandado.	Almacenarla temporalmente en la percha designada.	

- **Embandado**

La Tabla 27, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de embandado para el reencauche de neumáticos.


Tabla 27. Levantamiento del proceso de embandado

		Proceso	Reencauche
		Etapa	Embandado
		Código	LP-RE-EM-09
Objetivo		Realizar el embandado de los neumáticos.	
Entradas		Bandas cortadas, carcacas libres de daños.	
Salidas		Carcacas embandadas.	
Recursos		Máquina giratoria, grapas, computador, tarjeta de producción.	
N°	Actividad	Observación	
1	Registrar en el sistema.	Inicio del proceso.	
2	Ubicar la carcaca en la máquina embandadora.	El ancho del RIN debe coincidir con el ancho del neumático.	
3	Colocar las tiras de cojín.	Para corregir las superficies irregulares.	
4	Colocar la banda de rodamiento en la carcaca, unir los extremos de la banda.	Registrar en el sistema.	
5	Colocar la carcaca en el gancho del riel.	Para trasladarla al área de vulcanizado.	

- **Vulcanizado**

La Tabla 28, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de vulcanizado para el reencauche de neumáticos.


Tabla 28. Levantamiento del proceso de vulcanizado

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Reencauche</td> </tr> <tr> <td>Etapa</td> <td>Vulcanizado</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>LP-RE-VU-10</td> </tr> </table>		Proceso	Reencauche	Etapa	Vulcanizado	Código	LP-RE-VU-10
		Proceso	Reencauche						
Etapa	Vulcanizado								
Código	LP-RE-VU-10								
Objetivo	Vulcanizar los neumáticos.								
Entradas	Carcasas embandadas								
Salidas	Neumáticos reencauchados								
Recursos	Máquina envelopadora, envelopes, compresores, autoclaves, mesa de trabajo								
N°	Actividad	Observación							
1	Trasladar neumático a la envelopadora.	Inicio del proceso.							
2	Colocar el envelope y paño de caucho perforado.	Se elige el envelope de acuerdo con el tamaño de la llanta.							
3	Trasladar neumático a la mesa de envelope interno.								
4	Colocar envelope interno.	Inflarlo de 15 a 30 PSI.							
5	Realizar vacío.								
6	Colocar neumático en el riel de carga.								
7	Realizar prueba de hermeticidad.								
8	Esperar a que se completen 16 neumáticos.								
9	Realizar el vulcanizado.	Registrar los parámetros reales. Mediante el uso de las máquinas denominadas autoclaves.							
10	Desarmar neumáticos.	Quitar envelopes internos y externos.							
11	Registrar en el sistema.	Registrar los neumáticos que han sido vulcanizados.							

- **Inspección final y acabado**

La Tabla 29, muestra las actividades que interviene dentro del proceso de inspección final y acabado para el reencauche de neumáticos.

Tabla 29. Levantamiento del proceso de inspección final

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td>Reencauche</td> </tr> <tr> <td>Etapa</td> <td>Inspección final</td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>LP-RE-IF-11</td> </tr> </table>		Proceso	Reencauche	Etapa	Inspección final	Código	LP-RE-IF-11
		Proceso	Reencauche						
Etapa	Inspección final								
Código	LP-RE-IF-11								
Objetivo	Inspeccionar los neumáticos reencauchados								
Entradas	Neumáticos reencauchados								
Salidas	Neumáticos listos para su entrega								
Recursos	Pintura negra, pistola para pintar, tablero, fichas de producción								
N°	Actividad	Observación							
1	Registrar en el sistema								
2	Retirar grapas y plásticos								
3	Pulir excesos de relleno								
4	Pintar neumático								
5	Registrar información	Producto conforme o no conforme y/o para reproceso							

Interpretación

Mediante la técnica de la observación directa se identificó las actividades que se llevan a cabo en cada una de las etapas del proceso de reencauche de neumáticos, de esta manera se puede observar que, en la etapa de limpieza se efectúan 3 actividades, inspección inicial 7 actividades, raspado 9 actividades, escariado 8 actividades, reparaciones 14 actividades, cementado y relleno 6 actividades, corte de banda se realizan 7 actividades, embandado 5 actividades, vulcanizado 11 actividades y en la inspección final 5 actividades.

3.2.5 Diagramas de flujo de los procesos

Desde la Figura 34 hasta la Figura 44, se muestra los diagramas de flujo de la empresa CAUCHO SIERRA, en los que se puede observar las distintas áreas que involucran las etapas del proceso, tales como; recepción de materia prima, limpieza, inspección inicial, raspado, esmerilado, reparaciones, cementado, relleno, corte de banda, embandado, vulcanizado e inspección final. Detallando consecutivamente las

actividades que se llevan a cabo en cada área para realizar el reencauche de los neumáticos.

- **Limpieza**

La Figura 34, muestra el diagrama de flujo del proceso de limpieza para el reencauche de neumáticos.

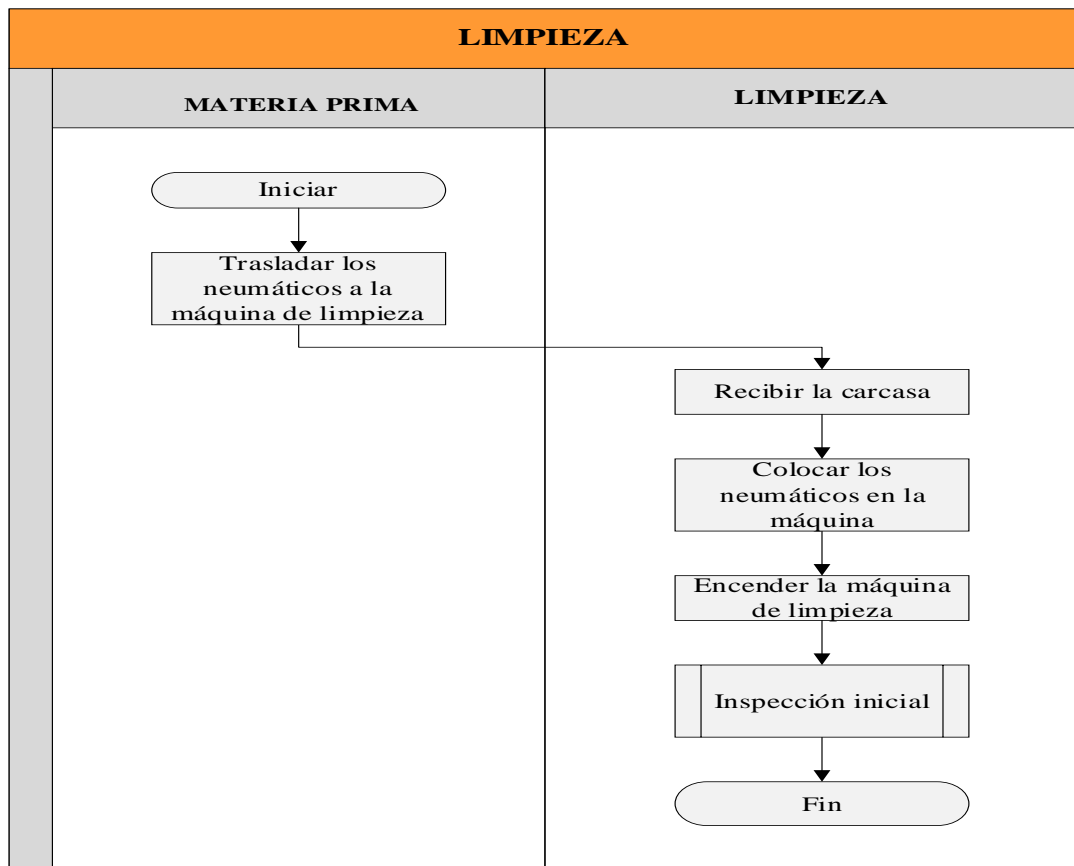


Figura 34. Diagrama de flujo del proceso de limpieza

- **Inspección inicial**

La Figura 35, muestra el diagrama de flujo del proceso de inspección inicial para el reencauche de neumáticos.

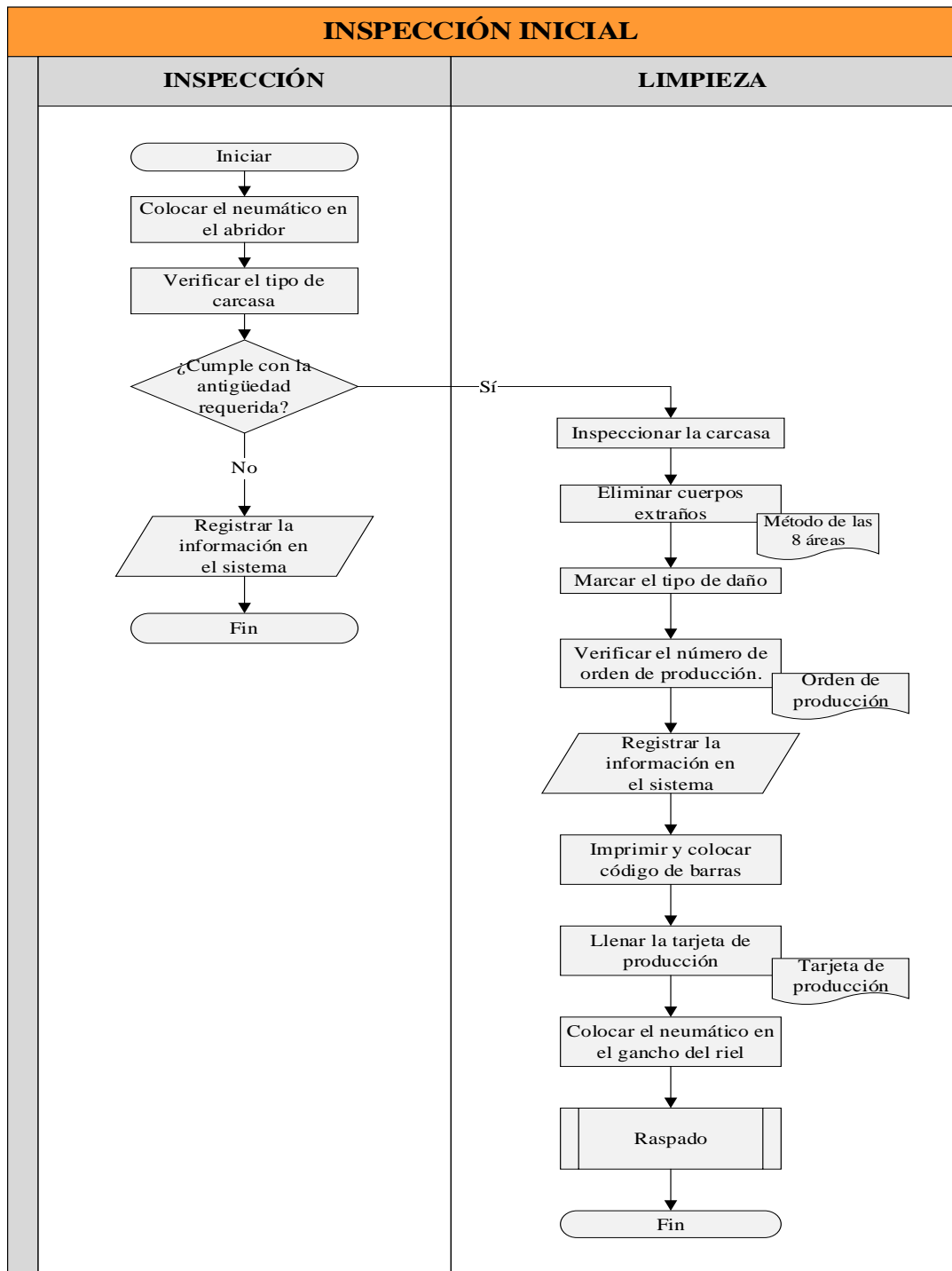


Figura 35. Diagrama de flujo del proceso de inspección inicial

- **Raspado**

La Figura 36, muestra el diagrama de flujo del proceso de raspado para el reencauche de neumáticos.

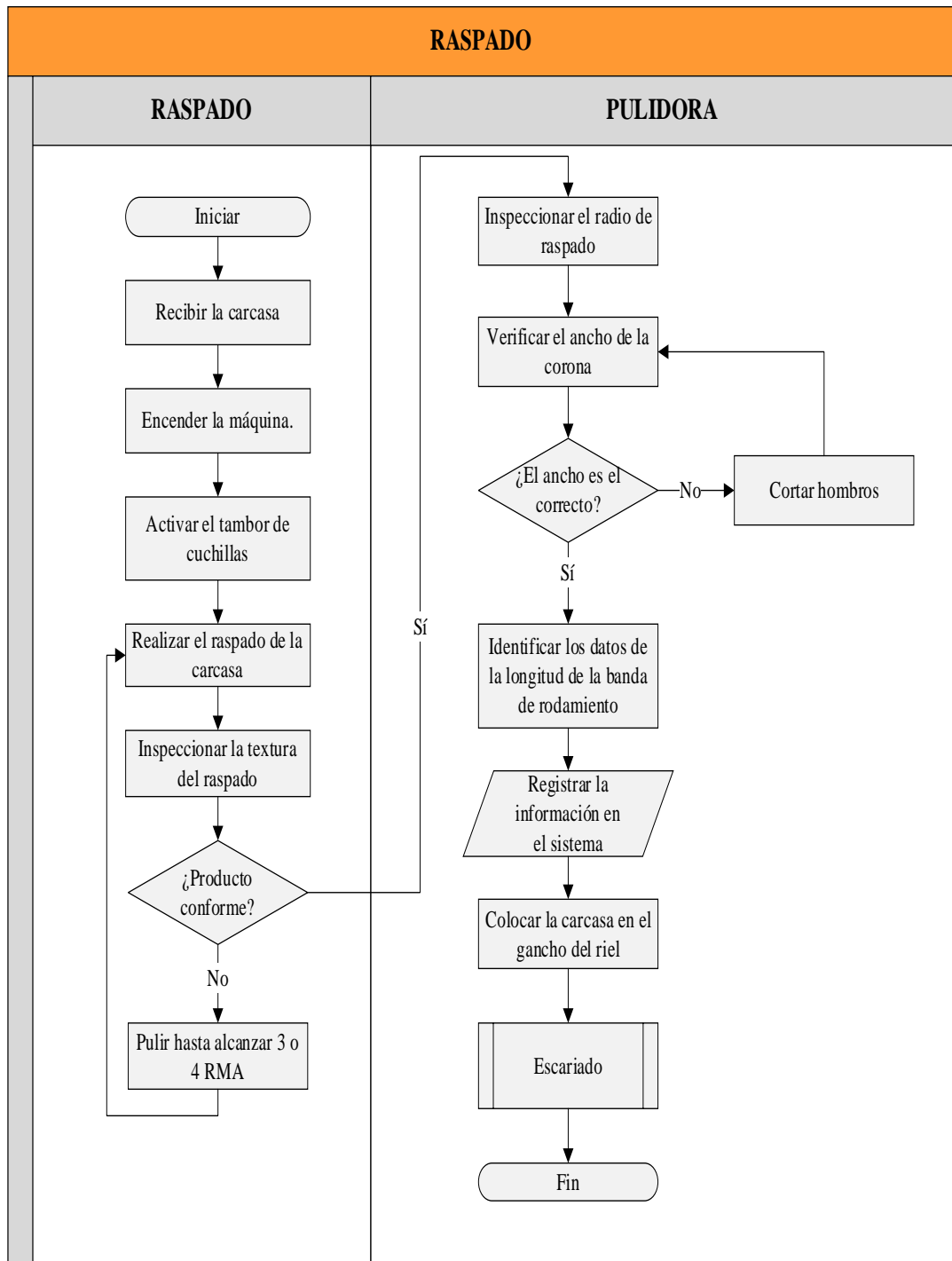


Figura 36. Diagrama de flujo del proceso de raspado

- **Escariado**

La Figura 37, muestra el diagrama de flujo del proceso de limpieza para el reencauche de neumáticos.

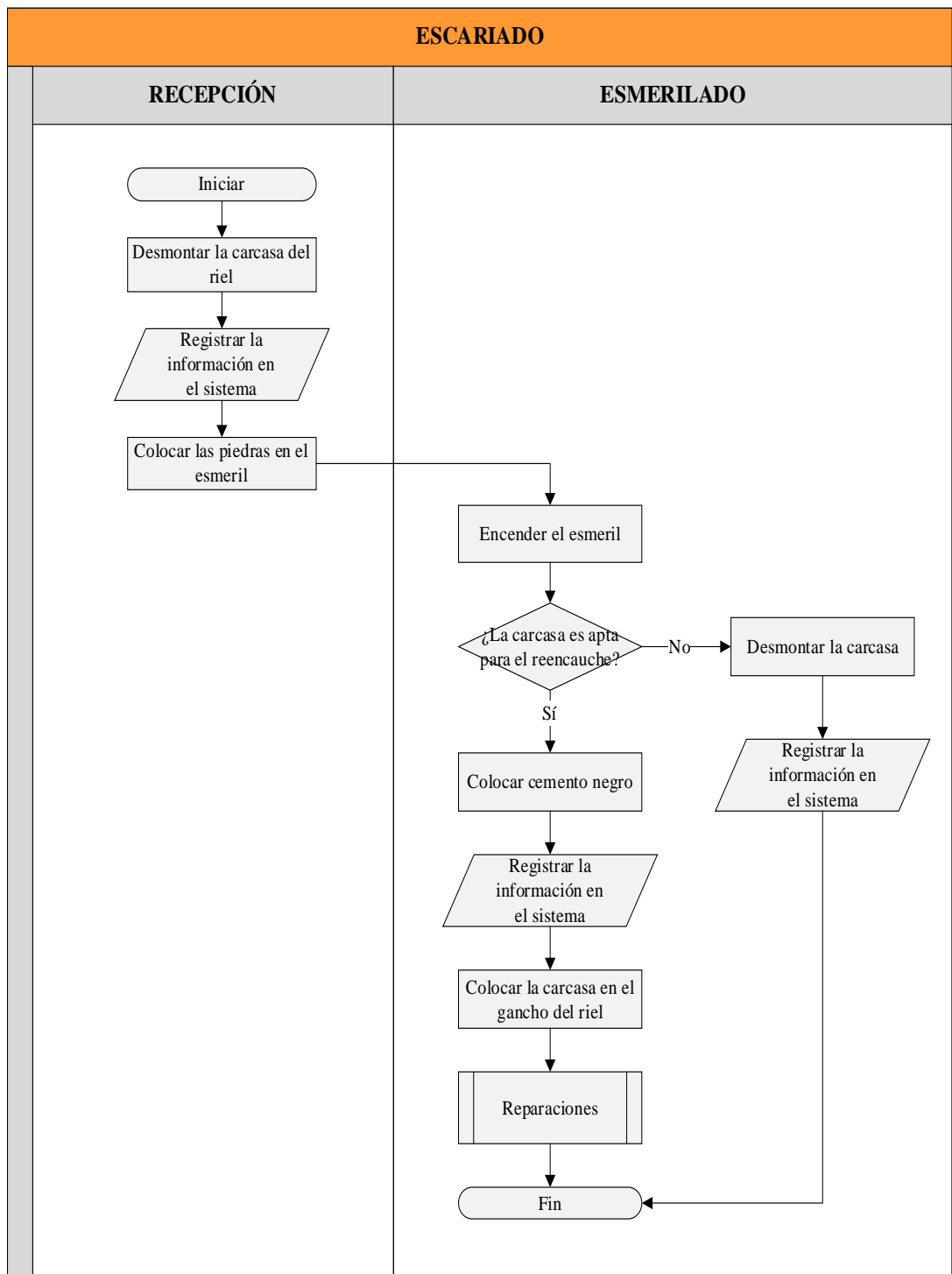


Figura 37. Diagrama de flujo del proceso de escariado

- **Reparaciones**

La Figura 38, muestra el diagrama de flujo del proceso de reparaciones para el reencauche de neumáticos.

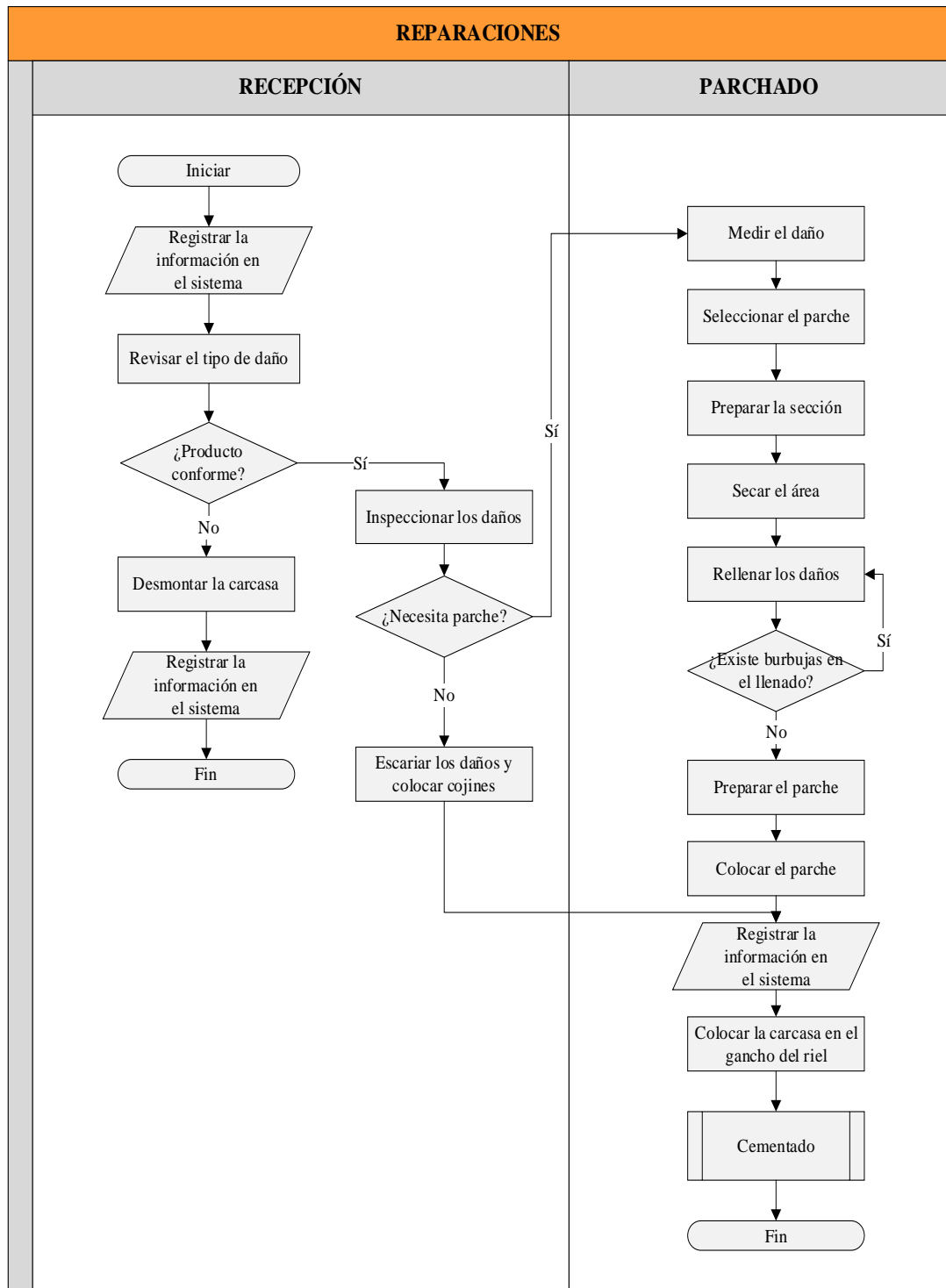


Figura 38. Diagrama de flujo del proceso de reparaciones

- **Cementado**

La Figura 39, muestra el diagrama de flujo del proceso de cementado para el reencauche de neumáticos.

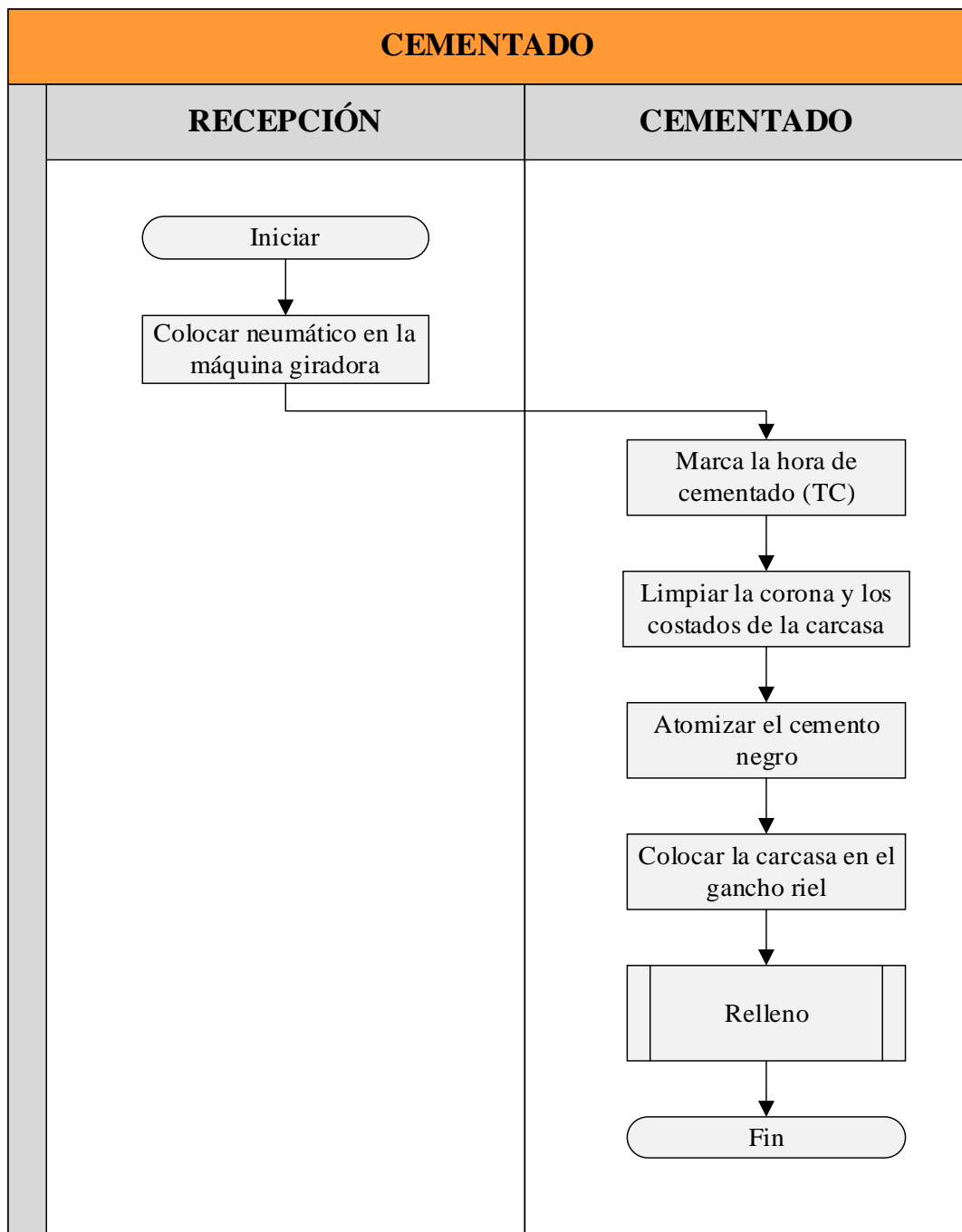


Figura 39. Diagrama de flujo del proceso de cementado

- **Relleno**

La Figura 40, muestra el diagrama de flujo del proceso de relleno para el reencauche de neumáticos.

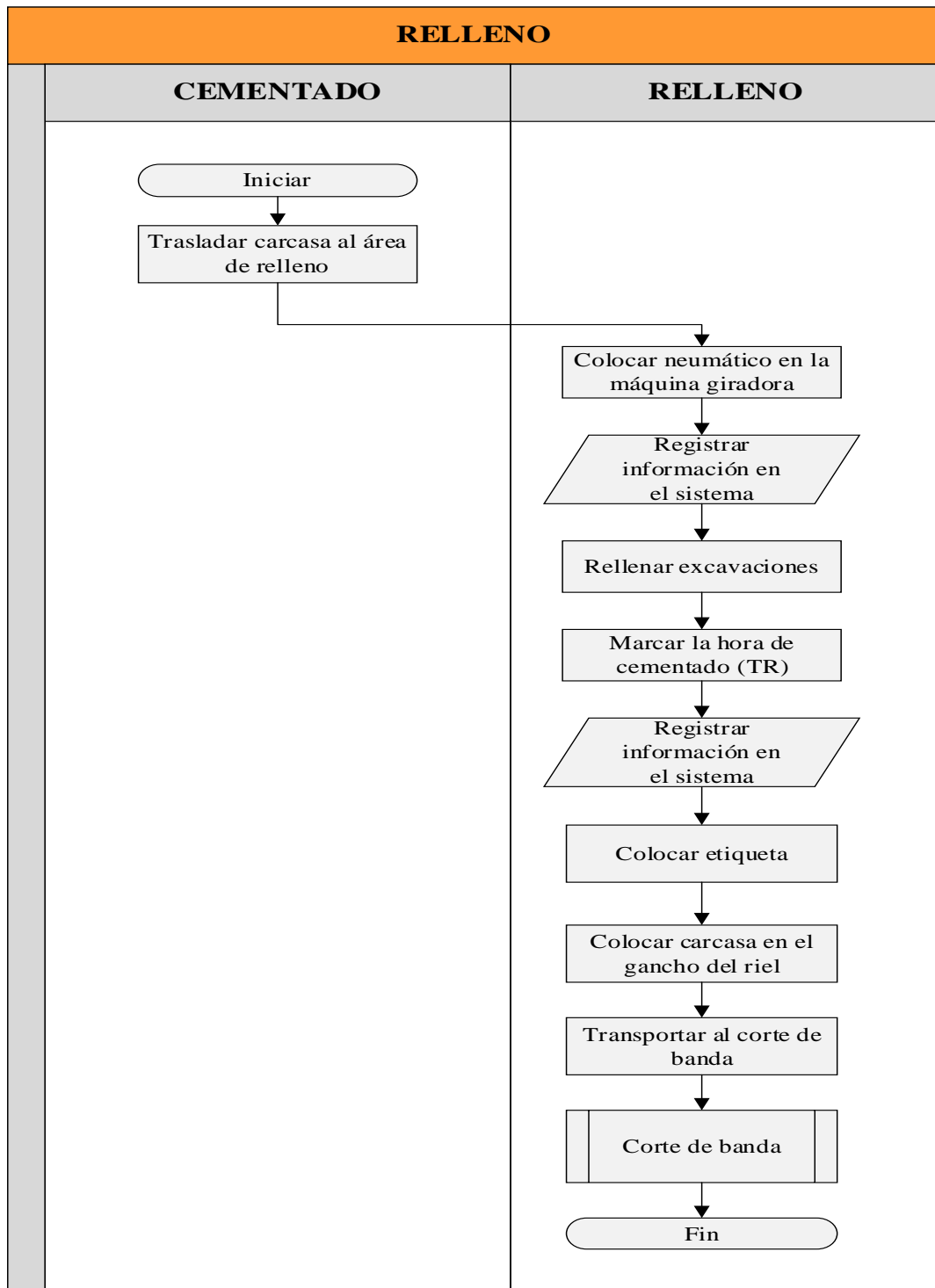


Figura 40. Diagrama de flujo del proceso de relleno

- **Corte de banda**

La Figura 41, muestra el diagrama de flujo del proceso de corte de banda para el reencauche de neumáticos.

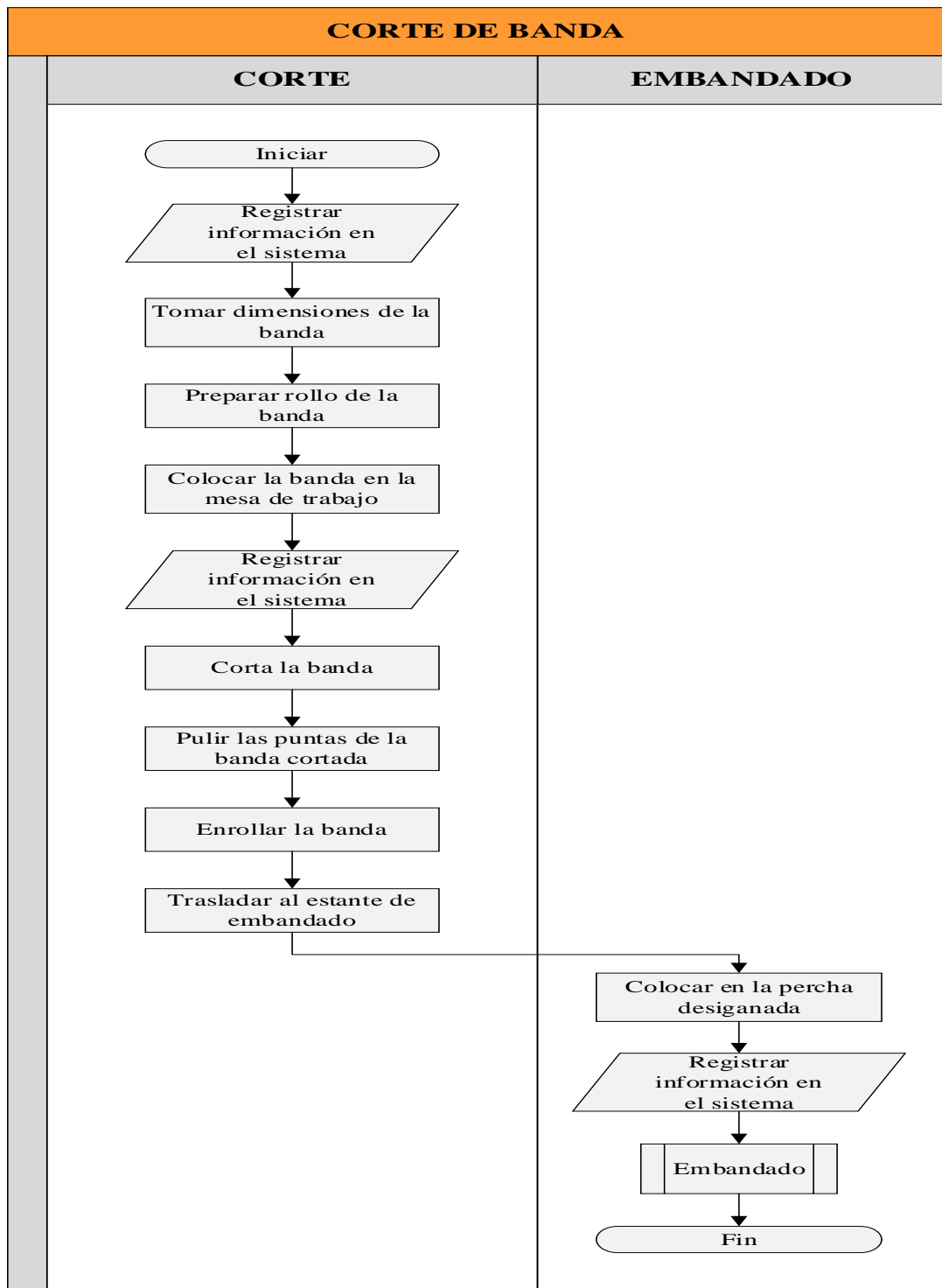


Figura 41. Diagrama de flujo del proceso de corte de banda

- **Embandado**

La Figura 42, muestra el diagrama de flujo del proceso de embandado para el reencauche de neumáticos.

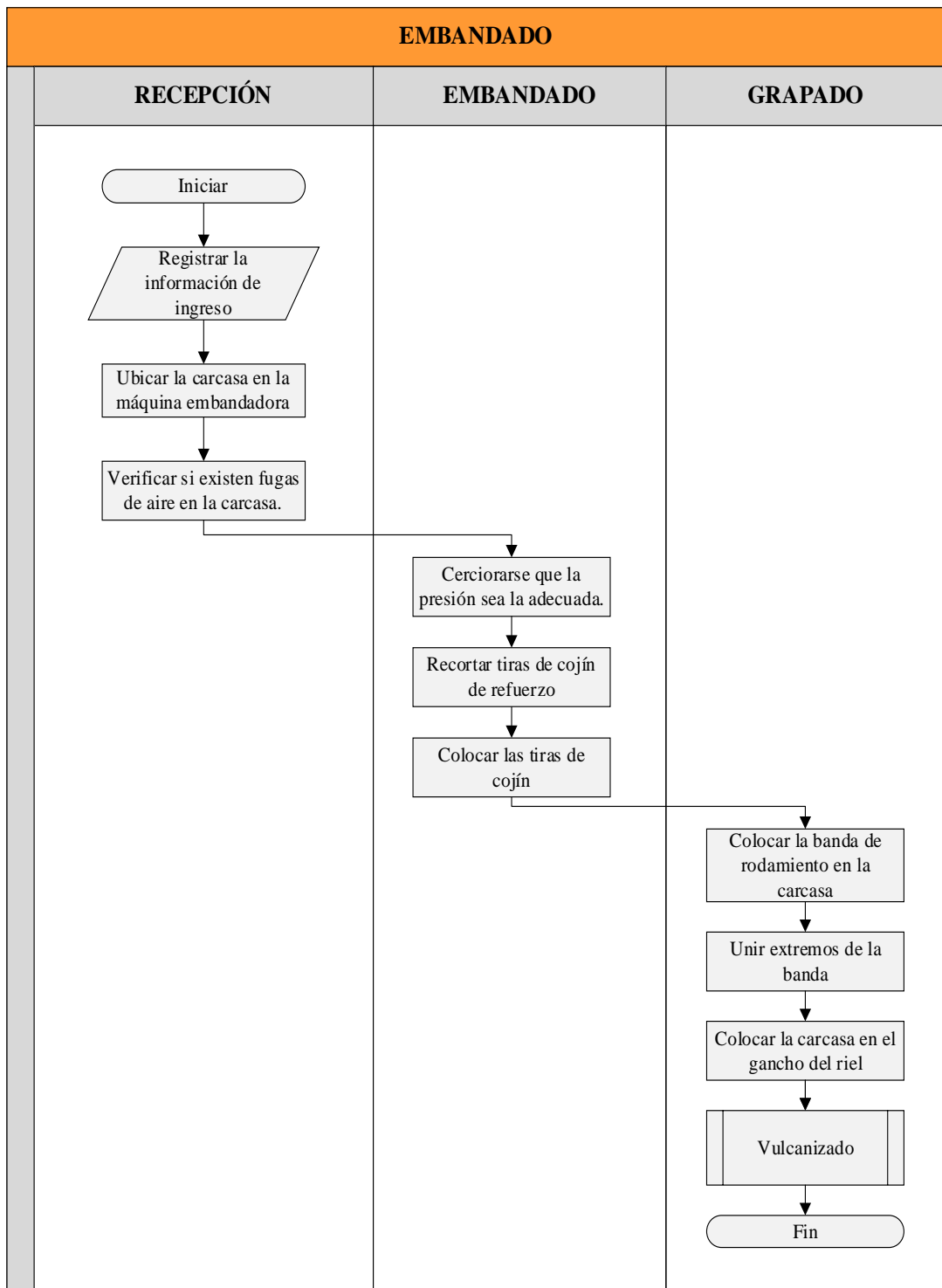


Figura 42. Diagrama de flujo del proceso de embandado

- **Vulcanizado**

La Figura 43, muestra el diagrama de flujo del proceso de vulcanizado para el reencauche de neumáticos.

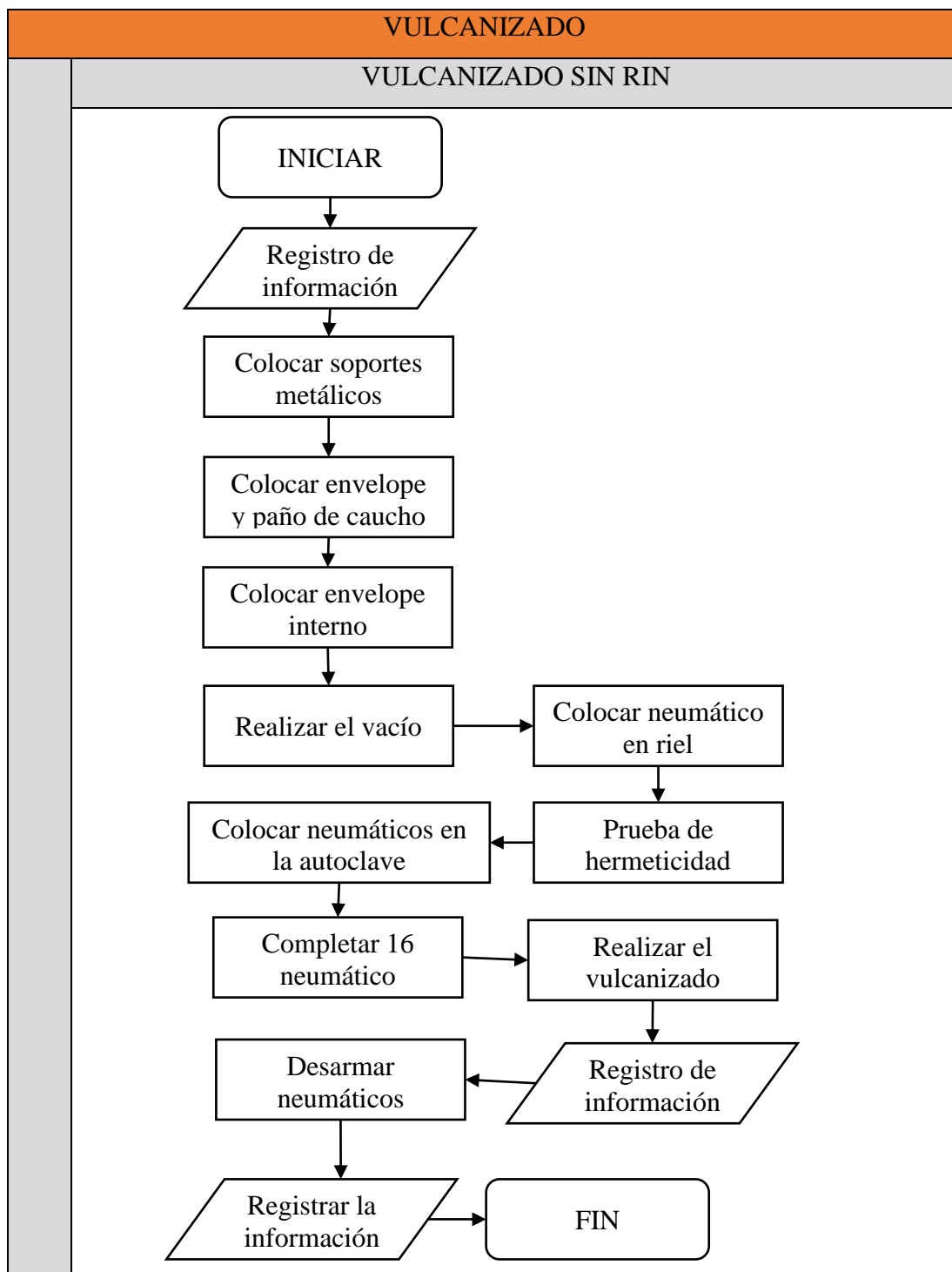


Figura 43. Diagrama de flujo del proceso de vulcanizado

- **Inspección final y acabado**

La Figura 44, muestra el diagrama de flujo del proceso de inspección final y acabado para el reencauche de neumáticos.

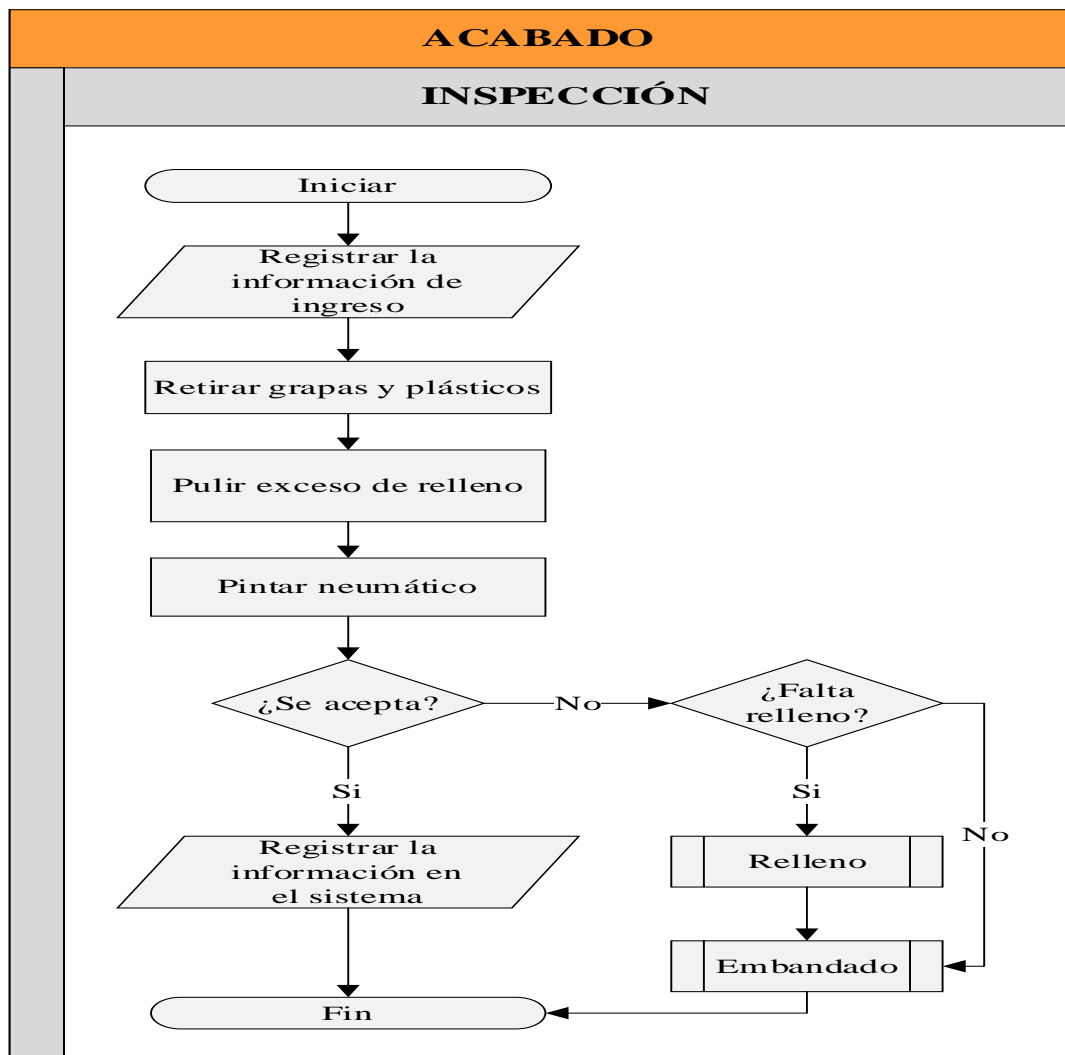


Figura 44. Diagrama de flujo del proceso de inspección final y acabado


Interpretación

Los diagramas de cada uno de los procesos permitieron identificar la información respectiva de cómo se realizan cada una de las operaciones de las etapas de producción, de tal manera que los operarios pueden realizar su trabajo de una manera adecuada. Estos diagramas permiten tener una visión gráfica de la secuencia lógica de ejecución de todas las actividades del proceso de reencauche de neumáticos.

3.2.6 Cursogramas de los procesos actuales

Para el desarrollo de los cursogramas se ha definido un formato en el cual se describen las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que forman parte del proceso de reencauche de llantas de la empresa CAUCHO SIERRA. A continuación, desde la Tabla 30 hasta la Tabla 40, se muestra los cursogramas del proceso de reencauche. Como resultado de la aplicación de la aplicación directa y del estudio de tiempos y movimientos. La Tabla 30, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de limpieza.

Tabla 30. Cursograma analítico del proceso de limpieza

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Limpieza				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		1 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	▭	▼	
1	Trasladar neumáticos a la máquina de limpieza.	16.63	1.50		●				Los neumáticos se encuentran en la bodega.
2	Limpiar carcaza.	137.34		●					Colocar neumáticos en la máquina y encenderla.
3	Trasladar el neumático al área de inspección inicial.	12.66	2.20		●				A través del riel.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			166.63		
OPERACIÓN	●	1		DISTANCIA (m):			3,7		
TRANSPORTE	➔	2							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	▭	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		3							






















La Tabla 31, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de inspección inicial.

Tabla 31. Cursograma analítico del proceso de inspección inicial

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Inspección inicial				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja: 2 de 11				
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama: 1				
Responsable (s):		Operario			Fecha: 25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Colocar la carcasa en el abridor.	13.69							
2	Verificar el tipo de carcasa y limpiar la carcasa interiormente.	38.84							Si la antigüedad es mayor a 7 años no se considera para el reencauche.
3	Inspeccionar la carcasa, marcando el tipo de daño y eliminar cuerpos extraños.	56.22							
4	Verificar el número de orden de producción.	25.73							
5	Registrar información y colocar código de barras.	18.11							
6	Llenar tarjeta de producción.	23.79							Para ser trasladada al siguiente proceso.
7	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	18.52							
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			194.90		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		2							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		7							

La Tabla 32, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de raspado.

Tabla 32. Cursograma analítico del proceso de raspado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:				Actual			
		Producto:				Neumáticos reencauchados			
		Proceso:				Raspado			
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		3 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Trasladar el neumático a la máquina raspadora	20.07	1.25						
2	Encender la máquina y activar el tambor de cuchillas	9.78							
3	Realizar el raspado de la carcasa	143.53							Verificar si el producto es no conforme.
4	Verificar el ancho de la corona y el radio de raspado	4.87							Si no es el correcto realizar el paso 3.
5	Trasladar hacia la pulidora	10.49							
6	Cortar hombros de la carcasa	48.72							
7	Registrar la información en el sistema	15.39							
8	Colocar la carcasa en el gancho del riel	24.77							
9	Trasladar al proceso de escariado	16.00							
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):		293.62			
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):		1.25			
TRANSPORTE		3							
INSPECCIÓN		1							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		9							


La Tabla 33, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de escariado.

Tabla 33. Cursograma analítico del proceso de escariado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Escariado				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	4 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Desmontar la carcasa del riel.	4.89							
2	Trasladar la carcasa a los rodillos giratorios.	25.58							
3	Registrar en el sistema.	7.46							Inicio del proceso.
4	Colocar las piedras de esmerilar y encender el esmeril.	3.42							Se colocan diferentes tipos de piedras de acuerdo con el tipo de trabajo que se va a realizar.
5	Eliminar daños e inspeccionar carcasa.	631.12							
6	Colocar cemento negro.	18.81							Registrar información y mantener la información de reencauches anteriores.
7	Registrar la información en el sistema.	17.00							
8	Ubicar la carcasa en el gancho del riel.	29.90							Para ser trasladada al siguiente proceso.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			738.18		
OPERACIÓN		7		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		1							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		8							

La Tabla 34, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de reparaciones.

Tabla 34. Cursograma analítico del proceso de reparaciones

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Reparaciones				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	5 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	◐	▼	
1	Trasladar al área de reparaciones.								
2	Registrar información en el sistema.			●					Inicio del proceso
3	Revisar el símbolo marcado en la carcasa.			●					Identificarlo de acuerdo la simbología correspondiente a cada daño.
4	Inspeccionar los daños.					■			Si es producto no conforme registrar la información.
5	Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada.			●					Se emplea cojines o relleno según lo amerite la textura de la carcasa.
6	Medir el daño.					■			Con respecto al tipo de llanta y ubicación del daño.
7	Seleccionar el parche y preparar la sección a ser parchada.			●					De acuerdo con la medida y tipo de neumático.
8	Preparar el área.			●					
9	Secar el área.			●					
10	Rellenar los daños.			●					Verificar que el llenado no presente burbujas de aire.
11	Preparar el parche.			●					
12	Colocar el parche.			●					
13	Registrar información en el sistema.							●	
14	Colocar carcasa en el gancho del riel.			●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			987.87		
OPERACIÓN	●	10		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	➔	1							
INSPECCIÓN	■	3							
DEMORA	◐	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		14							


















La Tabla 35, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de cementado.

Tabla 35. Cursograma analítico del proceso de cementado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Cementado				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		6 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	→	■	◐	▼	
1	Desplazar neumáticos del riel hasta el área de cementado.	7.52		●					
2	Colocar carcasa en la máquina giradora y marcar la hora de cementado (TC).	41.79		●					
3	Limpiar la corona y los costados de la carcasa.	6.57		●					
4	Atomizar y esparcir el cemento negro.	52.61		●					Se emplea una pistola atomizadora.
5	Colocar carcasa en el gancho del riel.	10.04		●					
6	Esperar que el cemento negro se seque.	-						●	
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			118.53		
OPERACIÓN	●	4		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	→	1							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	◐	1							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		6							



















La Tabla 36, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de relleno.

Tabla 36. Cursograma analítico del proceso de relleno

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Relleno				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		7 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Trasladar carcasa al área de relleno.	11.00							
2	Colocar la carcasa en la máquina giratoria y registrar la información.	8.99							
3	Rellenar excavaciones, anotar hora de relleno (TR) y resanar.	146.45							
4	Registrar información.	5.28							Se emplea una pistola atomizadora.
5	Colocar etiqueta.	11.03							
6	Transportar al proceso de corte de banda y embandado.	14.63							
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			197.38		
OPERACIÓN		4		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		2							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		6							

La Tabla 37, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de corte de banda.

Tabla 37. Cursograma analítico del proceso de corte de banda

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Corte de banda				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	8 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Registrar en el sistema y tomar dimensiones de la banda.	14.70							
2	Preparar rollo de la banda.	64.13							
3	Colocar la banda en la mesa de trabajo.	7.76							
4	Registrar en el sistema.	9.48							
5	Corta la banda.	3.05							De acuerdo con la longitud del neumático previamente registrado en el proceso de inspección inicial.
6	Pulir las puntas de la banda cortada.	32.97							
7	Enrollar la banda y trasladar al estante de embandado.	80.10							
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			212,19		
OPERACIÓN		7		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		7							


La Tabla 38, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de embandado.

Tabla 38. Cursograma analítico del proceso de embandado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Embandado				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	9 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Registrar en el sistema.	7.97							Inicio del proceso.
2	Ubicar la carcasa en la máquina embandadora.	31.79							El ancho del RIN debe coincidir con el ancho del neumático.
3	Colocar las tiras de cojín.	21.65							Para corregir las superficies irregulares.
4	Colocar la banda de rodamiento en la carcasa, unir los extremos de la banda.	185.39							Registrar en el sistema.
5	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	7.74							Para trasladarla al área de vulcanizado.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			254,54		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		5							

















La Tabla 39, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de vulcanizado.

Tabla 39. Cursograma analítico del proceso de vulcanizado

CURSOGRAMA ANALÍTICO										
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO						
		Método:				Actual				
		Producto:				Neumáticos reencauchados				
		Proceso:				Vulcanizado sin RIN				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		10 de 11			
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1			
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022			
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones	
				●	➔	■	▭	▼		
1	Trasladar neumático a la envelopadora.	11.46			●					Inicio del proceso.
2	Colocar el envelope y paño de caucho perforado.	30.67			●					Se elige el envelope de acuerdo con el tamaño de la llanta.
3	Trasladar neumático a la mesa de envelope interno.	12.39			●					
4	Colocar envelope interno.	62.70			●					Inflarlo de 15 a 30 PSI.
5	Realizar vacío.	10.46			●					
6	Colocar neumático en el riel de carga.	8.78			●					
7	Realizar prueba de hermeticidad.	2.82			●					
8	Esperar a que se completen 16 neumáticos.	-						●		
9	Realizar el vulcanizado.	10800.00			●					Registrar los parámetros reales. Mediante el uso de las máquinas denominadas autoclaves.
10	Desarmar neumáticos.	47.12			●					Quitar envelopes internos y externos.
11	Registrar en el sistema.	13.47			●					Registrar los neumáticos que han sido vulcanizados.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):		10999,87				
OPERACIÓN	●	7		DISTANCIA (m):						
TRANSPORTE	➔	3								
INSPECCIÓN	■	0								
DEMORA	▭	1								
ALMACENAJE	▼	0								
TOTAL		11								

La Tabla 40, muestra el cursograma analítico en el que se detallan las actividades que corresponden al proceso de inspección final y acabado.

Tabla 40. Cursograma analítico del proceso de inspección final y acabado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Actual				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Inspección final y acabado				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	11 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimbosa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Registrar en el sistema.	22.56							
2	Retirar grapas y plásticos.	42.93							
3	Pulir excesos de relleno.	82.85							
4	Pintar neumático.	37.07							
5	Registrar información.	13.62							Producto conforme o no conforme y/o para reproceso
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			199,03		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		5							

Interpretación

A través de los cursogramas analíticos realizados del proceso de reencauche de neumáticos se evidenció que la fase de limpieza está compuesta por 1 operación y por 2 transportes con un tiempo total de 166.63 segundos, el proceso de inspección inicial por 5 operaciones y dos inspecciones con un tiempo de ejecución de 194.90 segundos, mientras que el proceso raspado tiene 9 actividades de las cuales 5 son operaciones, 3 son transportes y 1 es una inspección con un tiempo observado de 293.62 minutos. Por otra parte, el proceso de escariado tiene 8 actividades de ellas 1 transporte y 7 operaciones con un tiempo de ciclo de 738.18 segundos, el proceso de reparaciones se compone de 10 operaciones, 1 transporte y 3 inspecciones dando un total de 14 actividades y un tiempo de ejecución de 987.87 segundos, el proceso de cementado se compone de 4 operaciones 1 transporte y 1 espera, resultando un tiempo total de 118.53 segundos.

Del mismo modo, para desarrollar el proceso de relleno se necesitan de 6 actividades de las cuales 4 son operaciones y 2 son transportes, para el corte de banda se tiene un tiempo observado de 212.19 segundos que contemplan la ejecución de 7 operaciones, el embandado contempla 5 operaciones con un tiempo de procesamiento de 254.54 segundos, el vulcanizado se deriva en 11 actividades (7 operaciones, 3 transportes y 1 espera) con un tiempo de 10999.87 segundos, finalmente, el proceso de inspección final y acabado está conformado por 4 operaciones y 1 inspección con un tiempo de procesamiento de las 5 actividades de 199.03 segundos.

3.2.7 Recursos utilizados en el proceso de reencauche de neumáticos

Para la ejecución del proceso de reencauche de neumáticos se emplearon los siguientes recursos que se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41. Recursos utilizados en el proceso de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

RECURSOS POR PROCESO																								
Mano de Obra	Para el proceso de Reencauche de Neumáticos como producto principal se requiere de operarios distribuidos de la siguiente manera:																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Proceso</th> <th style="width: 30%;">Cantidad de operarios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limpieza</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Inspección inicial</td> </tr> <tr> <td>Raspado de carcasa</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Escariado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Reparaciones</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Cementado</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Relleno</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Corte de banda</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Embandado</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Vulcanizado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Inspección final y acabado</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </tbody> </table>	Proceso	Cantidad de operarios	Limpieza	1	Inspección inicial	Raspado de carcasa	1	Escariado	2	Reparaciones	1	Cementado	1	Relleno	1	Corte de banda	1	Embandado	1	Vulcanizado	2	Inspección final y acabado	1
	Proceso	Cantidad de operarios																						
	Limpieza	1																						
	Inspección inicial																							
	Raspado de carcasa	1																						
	Escariado	2																						
	Reparaciones	1																						
	Cementado	1																						
	Relleno	1																						
	Corte de banda	1																						
	Embandado	1																						
	Vulcanizado	2																						
Inspección final y acabado	1																							
Materia prima	Para el proceso de Reencauche de Neumáticos como producto principal se requiere de los siguientes materiales:																							
	Neumáticos usados																							
	Parches																							
	Cemento negro																							
	Goma cojín																							
Insumos	Para el proceso de Reencauche de Neumáticos como producto principal se requiere de los siguientes insumos:																							
	Energía eléctrica																							
	Aire																							
	Diesel o gas GLP																							
	Pintura negra																							
	Tizas																							
	Envelopes																							

3.2.8 Descripción de equipos y maquinaria utilizada en el proceso de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

La Tabla 42, detalla los equipos (maquinaria en general) necesaria y útil en cada proceso, para desarrollar las actividades de la línea de producción, por políticas de privacidad y confidencialidad de la empresa no se añaden fotografías ni modelos de la maquinaria empleada.

Tabla 42. Equipos y maquinaria utilizados en el proceso de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

N.	Proceso	Equipo o Maquinaria
1	Limpieza	Máquina giratoria con escobillas
2	Inspección inicial	Abridor (inspeccionadora)
3	Raspado	Raspadora
4	Escariado	Esmeriles portátiles
		Rodilladora
5	Reparaciones	Esmeriles portátiles
		Rodilladora
6	Cementado	Cementadora
7	Relleno	Miniextruder
		Rodilladora
8	Corte de banda	Mesa para corte de bandas con cizalla y pulidor de bandas
9	Embandado	Embandadora rodilladora
10	Vulcanizado	Envelopadora
		Mesa para armado de envelopes
		Autoclaves
11	Inspección final y acabado	Pistola neumática y compresor para pintar

3.2.9 Situación actual del Proceso de Reencauche

Dentro de esta sección, se identificaron los posibles problemas presentes en el proceso de reencauche por los métodos actuales de trabajo, mano de obra, maquinaria y medioambiente. La Figura 45, muestra el diagrama causa efecto o de Ishikawa.

Por una parte, al no contar con métodos de trabajo adecuados para el proceso, se puede dar origen a la mala organización dentro del área de producción debido que los operarios no ubican las herramientas o equipos en lugares determinados y, en ocasiones, estos elementos se convierten en obstáculos para los operarios, afectando el flujo ideal o afectando su integridad física por una mala disposición de los elementos dentro del área de producción y todos estos aspectos en conjunto afectan negativamente al sistema por generar demoras o esperas en la producción.

Por otra parte, las causas negativas que afectan a la productividad del proceso de reencauche están relacionadas con la mano de obra, los operarios emplean las herramientas o equipos para funciones ajenas para las que fueron fabricadas, aumentando movimientos innecesarios a la línea de producción y restringiendo la capacidad productiva del sistema por una falta de estandarización de procesos.

Otro aspecto que afecta al proceso de producción de la organización se relaciona con la maquinaria, durante la etapa de reparaciones se generan cuellos de botella que restringen los niveles de productividad y provocan que se retrase la entrega de los productos finales a los clientes.

Otro factor que perjudica al correcto desenvolvimiento de las operaciones del reencauche de neumáticos es el medioambiente de los puestos de trabajo, la falta de orden provocado por la generación de restos o residuos de caucho de los neumáticos, afectan al confort y rendimiento de los operarios.

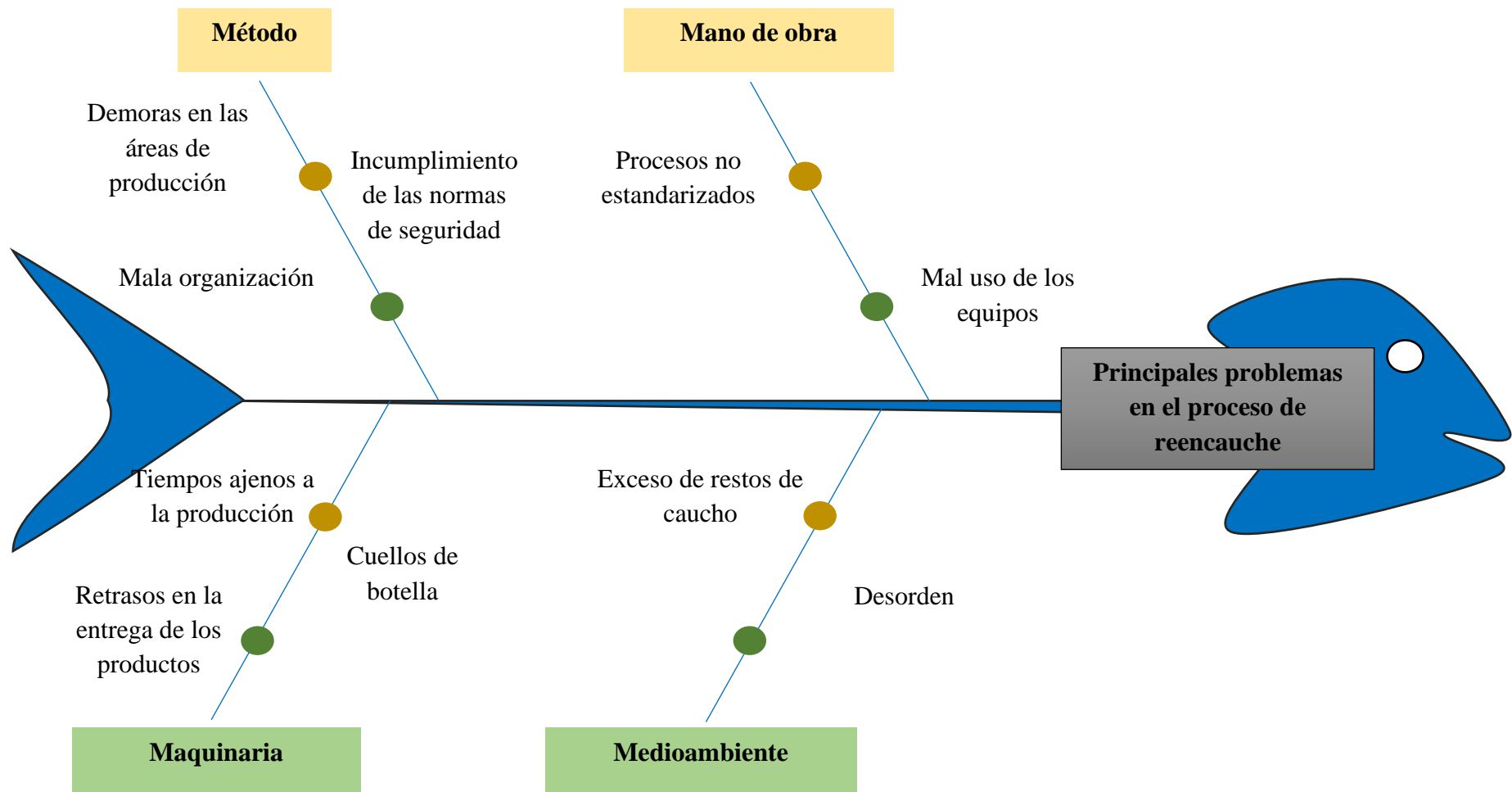


Figura 45. Principales problemas en el proceso de reencauche

3.2.10 Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de reencauche de neumáticos

La finalidad de este estudio es determinar el tiempo que emplea un operario calificado en realizar una actividad específica. Dentro de este estudio es importante mencionar que la distribución física (Layout de la empresa), no puede ser compartida por disposiciones de privacidad y confidencialidad de la empresa.

Se realizó el estudio de tiempos en cada una de las etapas del proceso productivo de la empresa, con el objeto de establecer el tiempo estándar de la línea de producción. Para la recolección de la información; es decir para la medición de tiempos, se utilizó el cronometraje acumulativo, debido a que presenta las siguientes características:

- Se puede tener la seguridad de registrar todo el tiempo empleado en el trabajo que se encuentra sometido a observación.
- No se pierde tiempo por los reinicios o retrocesos de vuelta a cero.
- Brinda una mayor precisión en la lectura de los datos [52].

3.2.11 Número de observaciones

Una vez determinado del tipo de cronometraje para el registro de tiempos, es fundamental definir el tamaño de la muestra o número de observaciones que se va a realizar en el proceso.

La Tabla 43, muestra el tiempo promedio calculado, obtenido a través de una observación preliminar de cinco muestras del proceso de CAUCHO SIERRA S.A.

Tabla 43. Tiempo de ciclo del proceso de reencauche

Tiempo de ciclo				
Nº	Subproceso		Tiempo promedio observado (min)	Observación
1	Limpieza		1.58	
2	Inspección inicial		3.05	
3	Raspado		4.16	
4	Escariado		8.05	
5	Reparaciones		21.13	
6	Cementado		2.85	
7	Relleno		3.60	
8	Corte de banda		3.20	
9	Embandado		5.02	
10	Vulcanizado	Armado de envelopes	4.89	Los 4,89 minutos son considerados hasta la prueba de hermeticidad de los neumáticos, posterior a aquello los neumáticos ingresan a la autoclave 1 por 2,5 horas o a la autoclave 2 por 3 horas hasta que se vulcanice el neumático. Los neumáticos ingresan a la autoclave hasta que se completen 16 neumáticos.
		Vulcanización	180.00	
		Desarmado de envelopes	0.75	
11	Inspección final y acabado		3.45	
Tiempo de ciclo			244.74	

De acuerdo con el criterio de la General Electric (véase la Tabla 3), el número de observaciones recomendado para esta investigación es de **3** muestras para cada una de las etapas del proceso, debido a que el tiempo promedio de ciclo obtenido a través de las muestras preliminares es de **244.74** minutos; centrándose dentro del rango de 40 o más minutos.

Pero debido a las necesidades de la empresa y para compensar el error en las mediciones se realizan 10 observaciones para cada proceso.

3.2.12 Valoración del ritmo de trabajo

Para este apartado se empleó el sistema de valoración desarrollado por la Westinghouse Electric Corp., (véase la Tabla 4). Este sistema considera cuatro factores importantes para la evaluación de los operarios; estos factores son: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. A continuación, la Tabla 44, muestra los valores asignados para cada una de las etapas del proceso de reencauche de neumáticos.

Tabla 44. Valoración del índice de desempeño de los procesos productivos de reencauche

Proceso de Reencauche		Factores				
Nº	Subprocesos	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Índice de desempeño
1	Limpieza	0.06	0.02	0.02	0.01	1.10
2	Inspección inicial	0.06	0.05	0.02	0.03	1.16
3	Raspado	0.06	0.05	0.02	0.00	1.13
4	Escariado	0.06	0.05	0.02	0.00	1.13
5	Reparaciones	0.08	0.05	0.02	0.00	1.15
6	Cementado	0.06	0.02	0.02	0.03	1.13
7	Relleno	0.08	0.08	0.02	0.03	1.21
8	Corte de banda	0.08	0.05	0.02	0.03	1.18
9	Embandado	0.08	0.05	0.02	0.03	1.18
10	Vulcanizado	0.08	0.05	0.00	0.03	1.16
11	Inspección final y acabado	0.06	0.02	0.02	0.01	1.11

3.2.13 Cálculo de Suplementos

A continuación, se describen los suplementos de cada uno de los puestos de trabajo del proceso de reencauche de neumáticos, es de relevancia mencionar que en todas las etapas del proceso intervienen operarios hombres.

Limpieza

El operario realiza su trabajo de pie, además, se encuentra en movimiento constante dentro de su área, trasladando los neumáticos a la máquina de limpieza, para lo cual es necesario el uso de la fuerza y postura levemente inclinada para colocar los neumáticos en la máquina.

Inspección inicial

Para trasladar los neumáticos desde el proceso de limpieza a esta área, el operario efectúa una postura inclinada. Una vez en la máquina empleada para la inspección inicial, el operario realiza su trabajo de pie y requiere de una gran concentración visual para detectar los daños en los neumáticos, por otra parte, este trabajo se considera algo monótono, porque realizan operaciones repetitivas durante toda la jornada laboral.

Raspado

El operario maneja una máquina que genera ruido. Además, el trabajador realiza sus actividades de pie, poco inclinado y de manera sistemática, por tal razón, se considera un trabajo monótono.

Escariado

Dentro de esta etapa del proceso emplea esmeriles, existe ruido y vibraciones a causa de su funcionamiento. El personal desarrolla su trabajo de pie y con una postura inclinada levemente para realizar el escariado de las carcasas, además, es necesario el uso de la fuerza para realizar las excavaciones en los neumáticos. Se considera como un trabajo monótono porque se lleva a cabo tareas repetitivas y que requieren gran concentración.

Reparaciones

El colaborador lleva a cabo sus actividades de pie, con inclinación en su postura corporal, este trabajo es considerado monótono y de gran concentración. Por otra parte, el operador hace uso de esmeriles, por este motivo se genera ruido dentro de esta área. Es importante mencionar que el operario requiere de concentración visual para detectar los fallos de los neumáticos y repararlos según amerite el caso.

Cementado

El operario ejecuta sus actividades de pie para ingresar los neumáticos a la máquina giratoria, una vez que los neumáticos deben ser atomizados con cemento negro el operario requiere de concentración y realiza una postura inclinada de su cuerpo. Es denominado un trabajo sistemático; es decir, monótono pues se realizan las mismas operaciones durante todo el horario laboral.

Relleno

Se considera como un trabajo monótono, el operario realiza actividades repetitivas mientras realiza sus labores. El trabajo se lleva a cabo de pie y con una inclinación corporal y requiere del uso de la fuerza para rellenar las excavaciones y cavidades que presentan las carcasas.

Corte de banda

Es un trabajo que contiene operaciones repetitivas, requiere de concentración visual y mental para realizar el corte adecuado de cada una de las bandas de acuerdo con los neumáticos a reencauchar. El operario efectúa su trabajo de pie y con una postura inclinada para dimensionar y cortar las bandas.

Embandado

El operario está sujeto a realizar su trabajo con el uso de una máquina denominada giratoria. Para llevar a cabo el embandado de las carcasas, el colaborador está de pie y con una ligera postura inclinada. Por otra parte, en este proceso se requiere de concentración para colocar las bandas de forma correcta.

Vulcanizado

En esta etapa de proceso, el operario requiere de concentración para realizar la colocación de los envelopes en los neumáticos. Se considera como un trabajo sistemático y repetitivo. Cabe mencionar que el operario realiza sus actividades de pie y con una inclinación moderada al momento de colocar los envelopes internos.

Inspección final y acabado

El operario realiza su trabajo de pie, requiere de concentración visual y mental para determinar si los neumáticos cumplen con las características de calidad y determinar si los neumáticos requieren de algún reproceso. Este trabajo se realiza de pie durante toda la jornada y se denomina como un trabajo repetitivo.

La Tabla 45, muestra la letra asignada para representar a cada etapa del proceso del reencauche de neumáticos para el cálculo de los suplementos.

Tabla 45. Letra asignada para representar a los procesos productivos

		Letra asignada para representar a los procesos productivos	
N°	Proceso	Letra	
1	Limpieza	A	
2	Inspección inicial	B	
3	Raspado	C	
4	Escariado	D	
5	Reparaciones	E	
6	Cementado	F	
7	Relleno	G	
8	Corte de banda	H	
9	Embandado	I	
10	Vulcanizado	J	
11	Inspección final y acabado	K	

En la planta de producción existe ruido por el uso propio de la maquinaria, equipos y herramientas necesarias en el proceso de reencauche, además, cuenta con buena iluminación y una adecuada ventilación. La Tabla 46, muestra el cálculo de los suplementos de los procesos productivos de la empresa, para esta valoración se emplea el criterio de la OIT.

Tabla 46. Cálculo de los suplementos de las etapas del proceso de reencauche

Cálculo de Suplementos												
Suplementos		Etapas del proceso										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Constantes	Sexo del Operario	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	Necesidades personales	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Fatiga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Variables	Trabajo de pie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Postura anormal	-	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0
	Uso de la fuerza	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Iluminación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tensión visual	0	2	2	5	5	2	2	2	0	2	2
	Ruido	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
	Tensión mental	-	1	1	1	1	-	1	-	1	1	1
	Monotonía mental	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
	Monotonía física	-	0	0	0	0	-	0	0	0	-	2
Total [%]		11	11	17	19	22	22	18	19	18	17	19

3.2.14 Descripción de las actividades o elementos

Desde la Tabla 47, hasta la Tabla 57, se muestra la descripción de las actividades o elementos de cada una de las etapas del proceso de reencauche. En cada proceso interviene un operario hombre con excepción del escariado.

- **Limpieza**

La Tabla 47, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de limpieza.

Tabla 47. Descripción de los elementos del proceso de limpieza

Descripción de los elementos del proceso de limpieza	
Codificación	Elemento
L-A	Trasladar neumáticos a la máquina de limpieza.
L-B	Limpiar carcasa.
L-C	Trasladar el neumático al área de inspección inicial.

- **Inspección inicial**

La Tabla 48, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de inspección inicial.

Tabla 48. Descripción de los elementos del proceso de inspección inicial

Descripción de los elementos del proceso de inspección inicial	
Codificación	Elemento
II-A	Colocar la carcasa en el abridor.
II-B	Verificar el tipo de carcasa y limpiar la carcasa interiormente.
II-C	Inspeccionar la carcasa, marcando el tipo de daño y eliminar cuerpos extraños.
II-D	Verificar el número de orden de producción.
II-E	Registrar información y colocar código de barras.
II-F	Llenar tarjeta de producción.
II-G	Colocar la carcasa en el gancho del riel.

- **Raspado**

La Tabla 49, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de raspado.

Tabla 49. Descripción de los elementos del proceso de raspado

Descripción de los elementos del proceso de raspado	
Codificación	Elemento
RA-A	Trasladar el neumático a la máquina raspadora.
RA-B	Encender la maquina y activar el tambor de cuchillas.
RA-C	Realizar el raspado de la carcasa.
RA-D	Verificar el ancho de la corona y el radio de raspado.
RA-E	Traslado hacia la pulidora.
RA-F	Cortar hombros de la carcasa.
RA-G	Registrar la información en el sistema.
RA-H	Colocar la carcasa en el gancho del riel.
RA-I	Traslado al proceso de escariado.

- **Escariado**

La Tabla 50, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de escariado.

Tabla 50. Descripción de los elementos del proceso de escariado

Descripción de los elementos del proceso de escariado	
Codificación	Elemento
ES-A	Desmontar la carcasa del riel.
ES-B	Trasladar la carcasa a los rodillos giratorios.
ES-C	Registrar en el sistema.
ES-D	Colocar las piedras de esmerilar y encender el esmeril.
ES-E	Eliminar daños e inspeccionar carcasa.
ES-F	Colocar cemento negro.
ES-G	Registrar la información en el sistema.
ES-H	Ubicar la carcasa en el gancho del riel.

- **Reparaciones**

La Tabla 51, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de reparaciones.

Tabla 51. Descripción de los elementos del proceso de reparaciones

Descripción de los elementos del proceso de reparaciones	
Codificación	Elemento
RE-A	Trasladar al área de reparaciones.
RE-B	Registrar información en el sistema.
RE-C	Revisar el símbolo marcado en la carcasa.
RE-D	Inspeccionar los daños.
RE-E	Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada.
RE-F	Medir el daño.
RE-G	Seleccionar el parche y preparar la sección a ser parchada.
RE-H	Preparar el área.
RE-I	Secar el área.
RE-J	Rellenar los daños.
RE-K	Preparar el parche.
RE-L	Colocar el parche.
RE-M	Registrar información en el sistema.
RE-N	Colocar carcasa en el gancho del riel.

- **Cementado**

La Tabla 52, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de cementado.

Tabla 52. Descripción de los elementos del proceso de cementado

Descripción de los elementos del proceso de cementado	
Codificación	Elemento
CE-A	Desplazar neumáticos del riel hasta el área de cementado.
CE-B	Colocar carcasa en la máquina giradora y marcar la hora de cementado (TC).
CE-C	Limpiar la corona y los costados de la carcasa.
CE-D	Atomizar y esparcir el cemento negro.
CE-E	Colocar carcasa en el gancho del riel.
CE-F	Esperar que el cemento negro se seque.

- **Relleno**

La Tabla 53, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de relleno.

Tabla 53. Descripción de los elementos del proceso de relleno

Descripción de los elementos del proceso de relleno	
Codificación	Elemento
RL-A	Trasladar carcasa al área de relleno.
RL-B	Colocar la carcasa en la máquina giratoria y registrar la información.
RL-C	Rellenar excavaciones, anotar hora de relleno (TR) y resanar.
RL-D	Registrar información.
RL-E	Colocar etiqueta.
RL-F	Transportar al proceso de corte de banda y embandado.

- **Corte de banda**

La Tabla 54, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de corte de banda.

Tabla 54. Descripción de los elementos del proceso de corte de banda

Descripción de los elementos del proceso de corte de banda	
Codificación	Elemento
CB-A	Registrar en el sistema y tomar dimensiones de la banda.
CB-B	Preparar rollo de la banda.
CB-C	Colocar la banda en la mesa de trabajo.
CB-D	Registrar en el sistema.
CB-E	Corta la banda.
CB-F	Pulir las puntas de la banda cortada.
CB-G	Enrollar la banda y trasladar al estante de embandado.

- **Embandado**

La Tabla 55, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de embandado.

Tabla 55. Descripción de los elementos del proceso de embandado

Descripción de los elementos del proceso de embandado	
Codificación	Elemento
EN-A	Registrar en el sistema
EN-B	Ubicar la carcasa en la máquina embandadora
EN-C	Colocar las tiras de cojín
EN-D	Colocar la banda de rodamiento en la carcasa, unir los extremos de la banda
EN-E	Colocar la carcasa en el gancho del riel

- **Vulcanizado**

La Tabla 56, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de vulcanizado.

Tabla 56. Descripción de los elementos del proceso de vulcanizado

Descripción de los elementos del proceso de vulcanizado	
Codificación	Elemento
VU-A	Trasladar neumático a la envelopadora
VU-B	Colocar el envelope y paño de caucho perforado
VU-C	Trasladar neumático a la mesa de envelope interno
VU-D	Colocar envelope interno
VU-E	Realizar vacío
VU-F	Colocar neumático en el riel de carga
VU-G	Realizar prueba de hermeticidad
VU-H	Esperar a que se completen 16 neumáticos
VU-I	Realizar el vulcanizado
VU-J	Desarmar neumáticos
VU-K	Registrar en el sistema

- **Inspección final y acabado**

La Tabla 57, muestra la descripción de las actividades o elementos del proceso de inspección final y acabado.

Tabla 57. Descripción de los elementos del proceso de inspección final y acabado

Descripción de los elementos del proceso de inspección final y acabado	
Codificación	Elemento
IF-A	Registrar en el sistema
IF-B	Retirar grapas y plásticos
IF-C	Pulir excesos de relleno
IF-D	Pintar neumático
IF-E	Registrar información

- **Tiempo estándar del proceso de limpieza**

La Tabla 58, muestra el estudio de tiempos del proceso de limpieza.

Tabla 58. Tiempo estándar del proceso de limpieza

Tiempo estándar - Limpieza															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Limpieza					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	01					Hoja N°:	01 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
L-A	19.18	15.49	16.56	16.45	18.23	15.56	16.03	16.98	15.78	16.03	16.63	1.10	18.29	11	20.30
L-B	141.04	140.03	134.85	135.98	136.02	139.03	137.54	136.34	135.94	136.64	137.34	1.10	151.08	11	167.69
L-C	13.37	14.56	13.76	13.56	15.90	13.36	13.45	14.02	13.23	1.40	12.66	1.10	13.93	11	15.46
Nota:												Total Ts [s]			203.46
												Total Ts [min]			3.39

- **Tiempo estándar del proceso de inspección inicial**

La Tabla 59, muestra el estudio de tiempos del proceso de inspección inicial.

Tabla 59. Tiempo estándar del proceso de inspección inicial

Tiempo estándar - Inspección inicial															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Inspección inicial					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	02					Hoja N°:	02 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
II-A	12.53	14.39	15.45	14.11	12.10	13.90	14.78	13.46	13.12	13.03	13.69	1.16	15.88	17	18.58
II-B	40.61	37.65	38.98	39.78	36.69	39.65	39.13	38.32	39.38	38.17	38.84	1.16	45.05	17	52.71
II-C	70.24	56.45	55.34	52.84	49.03	54.05	63.34	55.89	54.09	50.94	56.22	1.16	65.22	17	76.30
II-D	30.23	28.38	25.38	26.93	20.29	20.12	29.31	26.88	26.16	23.61	25.73	1.16	29.85	17	34.92
II-E	18.28	17.34	19.04	18.09	17.87	17.82	17.81	18.19	18.57	18.09	18.11	1.16	21.01	17	24.58
II-F	29.98	27.53	18.76	22.67	21.89	21.86	23.78	22.99	24.74	23.68	23.79	1.16	27.59	17	32.29
II-G	20.68	18.67	17.03	18.85	17.29	17.68	19.68	17.90	18.50	18.88	18.52	1.16	21.48	17	25.13
Nota: El elemento II-C, es la operación que varía su tiempo de ejecución de acuerdo con los daños que presente al neumático.												Total Ts [s]		264.50	
												Total Ts [min]		4.41	

- **Tiempo estándar del proceso de raspado**

La Tabla 60, muestra el estudio de tiempos del proceso de raspado.

Tabla 60. Tiempo estándar del proceso de raspado

Tiempo estándar - Raspado															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Raspado					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	03					Hoja N°:	03 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
RA-A	19.90	20.74	20.32	19.64	20.37	19.50	19.98	20.08	19.96	20.19	20.07	1.13	22.68	19	26.99
RA-B	8.58	10.47	9.53	10.05	9.66	9.75	10.23	9.88	9.77	9.89	9.78	1.13	11.05	19	13.15
RA-C	123.95	226.15	137.96	134.95	122.59	118.95	75.09	154.96	111.12	229.53	143.53	1.13	162.18	19	193.00
RA-D	3.72	4.06	6.04	5.05	4.61	5.55	4.94	4.85	5.17	4.70	4.87	1.13	5.50	19	6.55
RA-E	10.97	18,89	10.97	12.67	11.82	11.61	11.77	11.64	11.71	11.74	10.49	1.13	11.85	19	14.11
RA-F	48.38	49.02	48.70	48.86	48.74	48.83	48.76	48.48	48.72	48.73	48.72	1.13	55.06	19	65.52
RA-G	14.66	15.98	15.32	15.65	15.40	15.59	15.43	15.43	15.40	15.03	15.39	1.13	17.39	19	20.69
RA-H	23.46	25.67	24.57	25.12	24.71	24.80	24.88	24.80	24.83	24.86	24.77	1.13	27.99	19	33.31
RA-A	16.84	15.44	16.14	15.79	15.97	16.05	16.04	15.84	15.90	16.00	16.00	1.13	18.08	19	21.52
Nota: El elemento RA-C refiere a raspado de los neumáticos, el tiempo de ejecución de esta actividad varía de acuerdo con el labrado (grosor) del neumático.												Total Ts [s]		394.82	
												Total Ts [min]		6.58	

- **Tiempo estándar del proceso de escariado**

La Tabla 61, muestra el estudio de tiempos del proceso de escariado.

Tabla 61. Tiempo estándar del proceso de escariado

Tiempo estándar - Escariado															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Escariado					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	04					Hoja N°:	04 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
ES-A	5.96	3.96	4.78	4.96	4.90	4.88	4.91	4.73	4.86	4.97	4.89	1.13	5.53	22	6.74
ES-B	25.27	26.58	24.30	25.93	25.60	25.38	25.56	25.52	26.04	25.63	25.58	1.13	28.91	22	35.27
ES-C	7.73	6.56	7.85	7.15	7.38	7.33	7.38	7.98	7.56	7.64	7.46	1.13	8.43	22	10.28
ES-D	2.64	3.50	3.56	3.89	3.23	3.55	3.40	3.53	3.42	3.51	3.42	1.13	3.87	22	4.72
ES-E	456.76	2278.87	104.95	108.16	96.48	249.61	1014.20	423.20	347.31	1231.62	631.12	1.13	713.16	22	870.06
ES-F	18.61	19.06	18.23	19.12	18.84	18.73	18.80	18.65	18.76	19.31	18.81	1.13	21.26	22	25.93
ES-G	17.71	16.45	16.23	17.66	17.08	17.01	16.86	16.99	16.90	17.13	17.00	1.13	19.21	22	23.44
ES-H	30.17	29.87	30.00	29.45	30.02	29.94	29.85	29.91	29.90	29.84	29.90	1.13	33.78	22	41.21
Nota: El elemento ES-E se refiere a la eliminación de los daños que presentan los neumáticos y depende del estado en que se encuentren los mismos.												Total Ts [s]		1017.65	
												Total Ts [min]		16.96	

- **Tiempo estándar del proceso de reparaciones**

La Tabla 62, muestra el estudio de tiempos del proceso de reparaciones.

Tabla 62. Tiempo estándar del proceso de reparaciones

Tiempo estándar - Reparaciones															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Reparaciones					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	05					Hoja N°:	05 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
RE-A	10.23	9.05	9.78	9.64	9.49	9.69	9.50	9.63	9.58	9.50	9.61	1.15	11.05	22	13.48
RE-B	12.35	12.04	13.04	12.20	12.43	12.48	12.44	12.42	12.50	12.46	12.44	1.15	14.30	22	17.45
RE-C	5.11	5.47	5.34	5.67	5.41	5.25	5.2	6.12	5.7	5.13	5.44	1.15	6.21	22	7.57
RE-D	4.93	4.69	4.87	4.72	4.83	4.89	4.62	4.75	4.74	4.96	4.8	1.15	5.52	22	6.73
RE-E	498.34	129.97	430.52	256.78	339.18	229.28	784.85	2443.45	1834.90	1441.81	838.91	1.15	964.74	22	1176.99
RE-F	25.34	24.60	24.97	24.79	24.93	24.90	24.92	24.82	24.93	25.01	24.92	1.15	28.66	22	34.96
RE-G	8.87	9.23	9.05	9.14	9.07	9.12	9.08	9.19	9.12	9.10	9.10	1.15	10.46	22	12.76
RE-H	4.39	4.45	4.97	4.23	4.64	3.95	4.27	4.23	4.38	4.19	4.37	1.15	5.02	22	6.12
RE-I	10.59	10.35	11.13	10.57	10.63	10.48	10.92	10.53	10.71	10.29	10.62	1.15	12.21	22	14.89

Tiempo estándar - Reparaciones															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Reparaciones					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	05					Hoja N°:	05 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
RE-J	12.06	12.50	12.28	12.79	12.52	12.36	12.49	12.54	12.42	12.45	12.44	1.15	14.31	22	17.45
RE-K	10.97	10.86	10.75	11.13	10.75	10.73	10.66	11.21	10.8	10.94	10.88	1.15	12.51	22	15.26
RE-L	23.13	23.19	23.31	23.51	23.28	23.58	23.13	23.16	23.33	23.18	23.28	1.15	26.77	22	32.66
RE-M	9.40	10.04	9.72	9.88	9.76	9.79	9.84	9.78	9.77	9.82	9.78	1.15	11.25	22	13.72
RE-N	11.76	10.98	11.37	11.18	11.28	11.31	11.22	11.30	11.26	11.53	11.32	1.15	13.02	22	15.88
Nota: El elemento RE-D hace referencia a la reparación de los daños de los neumáticos y de pende del estado de estos, variando de neumático a neumático.												Total Ts [s]		1385.92	
												Total Ts [min]		23.09	

- **Tiempo estándar del proceso de cementado**

La Tabla 63, muestra el estudio de tiempos del proceso de cementado.

Tabla 63. Tiempo estándar del proceso de cementado

Tiempo estándar - Cementado																
Proceso:	Reencauche de neumáticos										Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa				
Subproceso:	Cementado										Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés				
Estudio N°:	06										Hoja N°:	06 de 11				
Observador:	Stalin Espín															
Cálculo del tiempo estándar [segundos]																
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
CE-A	7.32	7.68	7.35	7.52	7.39	7.49	7.47	7.87	7.55	7.52	7.52	1.13	8.49	18	10.02	
CE-B	45.24	39.34	42.29	40.82	42.29	41.19	42.00	41.72	41.58	41.40	41.79	1.13	47.22	18	55.72	
CE-C	5.21	6.45	6.78	6.62	6.70	6.88	6.73	6.77	6.70	6.86	6.57	1.13	7.42	18	8.76	
CE-D	39.71	48.72	44.22	57.22	50.95	52.09	50.23	49.65	71.77	61.50	52.61	1.13	59.44	18	70.14	
CE-E	10.96	9.98	10.01	10.02	9.83	9.95	9.90	9.89	9.94	9.91	10.04	1.13	11.34	18	13.39	
CE-F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nota: El elemento CE-F hace referencia a esperar que se seque el cemento negro, pero mientras esto sucede el operario cementa las otras carcasas o realiza el proceso de relleno, por lo que es un tiempo comprendido dentro de otras actividades.												Total Ts [s]			158.03	
												Total Ts [min]			2.63	

- **Tiempo estándar del proceso de relleno**

La Tabla 64, muestra el estudio de tiempos para calcular el tiempo estándar del proceso de relleno.

Tabla 64. Tiempo estándar del proceso de relleno

Tiempo estándar - Relleno															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:					Ing. Víctor Guachimposa				
Subproceso:	Relleno					Aprobado por:					Ing. Paulina Villacrés				
Estudio N°:	07					Hoja N°:					07 de 11				
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
RL-A	9.65	11.89	10.77	11.33	10.91	11.23	10.96	11.18	10.99	11.04	11.00	1.21	13.30	19	15.83
RL-B	9.27	8.69	8.98	8.84	8.95	9.13	9.04	8.99	9.09	8.96	8.99	1.21	10.88	19	12.95
RL-C	110.15	121.90	113.69	107.58	111.92	117.73	97.54	162.76	362.45	158.76	146.45	1.21	177.20	19	210.87
RL-D	4.38	5.20	4.79	5.00	4.85	4.88	6.94	5.56	5.79	5.38	5.28	1.21	6.39	19	7.60
RL-E	10.06	11.79	10.65	11.22	10.94	11.15	11.05	11.09	11.13	11.23	11.03	1.21	13.35	19	15.88
RL-F	11.31	15.11	14.99	15.05	15.02	15.04	15.19	15.08	14.59	14.95	14.63	1.21	17.71	19	21.07
Nota:												Total Ts [s]			284.20
												Total Ts [min]			4.74

- **Tiempo estándar del proceso de corte de banda**

La Tabla 65, muestra el estudio de tiempos del proceso de corte de banda.

Tabla 65. Tiempo estándar del proceso de corte de banda

Tiempo estándar - Corte de banda															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimposa								
Subproceso:	Corte de banda					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	08					Hoja N°:	08 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
CB-A	14.23	14.68	14.96	14.82	14.92	14.85	14.05	15.13	14.88	14.48	14.70	1.18	17.35	18	20.47
CB-B	63.48	64.23	64.86	64.55	63.78	64.67	63.66	63.64	64.20	64.22	64.13	1.18	75.67	18	89.29
CB-C	7.34	8.03	7.69	7.80	7.84	7.79	7.81	7.69	7.77	7.86	7.76	1.18	9.16	18	10.81
CB-D	9.26	9.34	9.60	9.47	9.57	9.75	9.51	9.31	9.48	9.50	9.48	1.18	11.19	18	13.20
CB-E	3.06	3.07	3.02	3.05	3.03	3.07	3.02	3.05	3.09	3.03	3.05	1.18	3.60	18	4.25
CB-F	33.72	32.12	33.42	33.27	33.35	32.38	32.31	33.33	33.31	32.48	32.97	1.18	38.90	18	45.91
CB-G	80.74	79.12	80.93	79.89	80.08	81.12	79.12	80.87	80.04	79.12	80.10	1.18	94.52	18	111.54
Nota:												Total Ts [s]		295.45	
												Total Ts [min]		4.92	

- **Tiempo estándar del proceso de embandado**

La Tabla 66, muestra el estudio de tiempos para calcular el tiempo estándar del proceso de embandado.

Tabla 66. Tiempo estándar del proceso de embandado

Tiempo estándar - Embandado															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Embandado					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	09					Hoja N°:	09 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
EN-A	7.95	8.12	8.04	8.08	7.67	7.87	7.96	7.93	8.10	8.00	7.97	1.18	9.41	17	11.01
EN-B	30.98	32.45	31.72	32.09	31.91	32.04	31.94	31.96	31.02	31.77	31.79	1.18	37.51	17	43.89
EN-C	23.58	20.43	22.01	20.87	21.72	21.53	21.37	21.64	21.43	21.87	21.65	1.18	25.54	17	29.88
EN-D	186.10	184.32	185.67	185.21	184.76	184.99	185.17	186.07	186.41	185.16	185.39	1.18	218.76	17	255.94
EN-E	7.92	7.45	7.69	7.57	7.66	7.97	7.73	7.79	7.72	7.88	7.74	1.18	9.13	17	10.68
Nota:												Total Ts [s]		351.40	
												Total Ts [min]		5.86	

- **Tiempo estándar del proceso de vulcanizado**

La Tabla 67, muestra el estudio de tiempos del proceso de vulcanizado.

Tabla 67. Tiempo estándar del proceso de vulcanizado

Tiempo estándar - Vulcanizado															
Proceso:	Reencauche de neumáticos										Revisado por:	Ing. Víctor Guachimposa			
Subproceso:	Vulcanizado										Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés			
Estudio N°:	10										Hoja N°:	10 de 11			
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
VU-A	11.95	11.06	11.5	11.51	11.36	11.45	11.38	11.47	11.43	11.44	11.46	1.16	13.29	1	15.81
VU-B	30.69	30.45	30.15	30.43	30.34	31.43	30.56	30.58	31.46	30.58	30.67	1.16	35.57	1	42.33
VU-C	12.57	12.08	12.34	12.43	12.28	12.25	12.76	12.43	12.24	12.55	12.39	1.16	14.38	1	17.11
VU-D	63.97	62.97	62.28	61.76	63.07	62.52	62.45	62.71	62.53	62.69	62.70	1.16	72.73	1	86.54
VU-E	10.88	9.89	10.39	10.38	10.22	10.35	10.66	10.40	10.77	10.61	10.46	1.16	12.13	1	14.43
VU-F	8.83	8.70	8.77	8.74	8.86	8.80	8.78	8.59	8.95	8.78	8.78	1.16	10.18	1	12.12
VU-G	2.84	2.87	2.70	2.81	2.79	2.88	2.83	2.81	2.84	2.82	2.82	1.16	3.27	1	3.89
VU-H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VU-I	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	10800. 00	1080 0.00	-	-	-	10800. 00
VU-J	45.08	48.40	45.08	49.86	46.19	47.38	47.00	47.61	47.36	47.21	47.12	1.16	54.66	1	65.04
VU-K	13.90	13.50	13.56	13.05	13.50	13.53	13.41	13.41	13.38	13.41	13.47	1.16	15.62	1	18.59
Nota: El elemento VU-H hace referencia a la espera en el proceso hasta que se completen 16 neumáticos e ingresarlos a las autoclaves, pero mientras se realiza esta espera el operario realiza otras actividades productivas. El elemento VU-I hace mención de la vulcanización de los neumáticos; dicho proceso dura 3 horas.												Total Ts [s]		11075. 87	
												Total Ts [min]		184.60	

- **Tiempo estándar del proceso de inspección final y acabado**

La Tabla 68, muestra el estudio de tiempos del proceso de inspección final y acabado.

Tabla 68. Tiempo estándar del proceso de inspección final y acabado

Tiempo estándar - Inspección final y acabado															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Inspección final y acabado					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	11					Hoja N°:	11 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
IF-A	26.75	24.48	21.02	22.45	23.68	26.75	24.21	18.43	20.41	17.45	22.56	1.11	25.04	20	30.05
IF-B	47.84	43.06	45.45	42.92	47.07	52.29	43.4	45.53	31.03	30.66	42.93	1.11	47.65	20	57.18
IF-C	68.86	103.81	69.13	79.21	65.33	64.83	135.39	69.65	106.4	65.89	82.85	1.11	91.96	20	110.36
IF-D	37.03	38.13	37.58	37.99	34.83	36.77	39.49	32.2	31.46	45.25	37.07	1.11	41.15	20	49.38
IF-E	13.67	13.22	13.98	13.62	13.31	13.34	13.09	13.90	14.05	13.97	13.62	1.11	15.11	20	18.14
Nota:												Total Ts [s]			265.10
												Total Ts [min]			4.42

A continuación, la Tabla 69, muestra el resumen del tiempo estándar de proceso de reencauche de neumáticos para la empresa CAUCHO SIERRA S.A. En el proceso de escariado, intervienen 2 operarios, por lo tanto, el tiempo estándar de 16.96 minutos pasa a ser 8.48 minutos por cada operario.

Tabla 69. Resumen del tiempo estándar de las etapas del proceso de reencauche

Resumen Tiempo estándar			
Nº	Proceso	Ts [min]	Ts [hora, min, seg]
1	Limpieza	3.39	00:03:23
2	Inspección inicial	4.41	00:04:25
3	Raspado	6.58	00:06:35
4	Escariado	8.48	00:08:29
5	Reparaciones	23.09	00:23:05
6	Cementado	2.63	00:02:38
7	Relleno	4.74	00:04:44
8	Corte de banda	4.92	00:04:55
9	Embandado	5.86	00:05:52
10	Armado	3.20	00:03:12
	Vulcanización (16 neumáticos)	180	03:00:00
	Desarmado	1.39	00:01:23
11	Inspección final	4.42	00:04:26
Tiempo de ciclo		253.13	04:13:12

3.2.15 Capacidad de producción

Para el cálculo de la capacidad de producción se consideró que los operarios laboran en una jornada de 8 horas diarias, existen 2 autoclaves que se pueden utilizar 2 veces en el día y que cada autoclave vulcaniza 16 neumáticos. Por lo tanto, la capacidad diseñada para la vulcanización de los neumáticos reencauchados es:

Capacidad diseñada de vulcanizado

$$= 2 \text{ autoclaves} \times 2 \text{ veces} \times 16 \text{ reencauches}$$

$$\text{Capacidad diseñada de vulcanizado} = 64 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}}$$

Por otra parte, los operarios laboran en la empresa 5 días a la semana durante el mes, por tal razón, al mes en CAUCHO SIERRA S.A. se laboran 20 días, teniendo como resultado una capacidad diseñada de:

$$\text{Capacidad diseñada de vulcanizado} = 64 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}} \times 20 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad diseñada de vulcanizado} = 1280 \frac{\text{reencauches}}{\text{mes}}$$

A continuación, se presenta la capacidad de producción real de la empresa, con los datos obtenidos mediante el estudio de tiempos.

Capacidad de producción diaria

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (3)$$

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{480 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{253.13 \frac{\text{minutos}}{16 \text{ reencauches}}} \times 2 \text{ autoclaves}$$

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{480 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{15.82 \frac{\text{minutos}}{\text{reencauches}}} \times 2 \text{ autoclaves}$$

$$\text{Producción de reencauche} = 60 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}}$$

La Tabla 70, muestra la capacidad de producción del proceso de reencauche, para una jornada laboral diaria, semanal y mensual.

Tabla 70. Capacidad de producción del proceso de reencauche

Capacidad de producción				
	Jornada	Horas a minutos		Producción
		Horas	Minutos	
1	Diaria	8	480	60 reencauches
2	Semanal	40	2400	303 reencauches
3	Mensual	160	9600	1213 reencauches

3.2.16 Estudio de movimientos

Para realizar el estudio de movimientos en el proceso de reencauche de neumáticos se empleó diagramas bimanuales, donde se representa y describe el paso a paso de cada uno de los movimientos que realizan las manos de los operadores. Con el propósito de facilitar la visualización y comprensión de estos diagramas se utilizó una codificación por colores en donde: el color *amarillo* corresponde a los movimientos ineficientes, el color *celest*e corresponde al momento en que las manos no realizan ninguna acción, finalmente los movimientos efectivos se representan con ningún color.

- **Movimientos del proceso de limpieza**

La Tabla 71, muestra el estudio de movimientos del proceso de limpieza, mediante la utilización de un diagrama bimanual; bajo los lineamientos de color mencionados anteriormente.

Tabla 71. Diagrama bimanual del proceso de limpieza

Diagrama bimanual del proceso de limpieza					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 01 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1
2	Mover hacia la máquina giratoria con escobillas	M	M	Mover hacia la máquina giratoria con escobillas	2
3			U	Encender máquina	3
4	Mover neumático a la inspección inicial	M	M	Mover neumático a la inspección inicial	4
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
7		7		0	

- **Movimientos del proceso de inspección inicial**

La Tabla 72, muestra el estudio de movimientos del proceso de inspección inicial, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 72. Diagrama bimanual del proceso de inspección inicial

Diagrama bimanual del proceso de inspección inicial					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:	02 de 11
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimposa		Método:	Actual
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Colocar neumático en el abridor	PP	PP	Colocar neumático en el abridor	1
2			U	Encender el abridor	2
3			S	Buscar tiza y destornillador	3
4	Limpiar daños	U	U	Limpiar daños	4
5			G	Marcar daños	5
6	Utilizar computador para registrar información e imprimir código de barras	U	U	Utilizar computador para registrar información e imprimir código de barras	6
7			A	Colocar código de barras en el neumático	7
8			G	Tomar la tarjeta de producción	8
9			S	Buscar esfero	9
10			G	Llenar tarjeta de producción	10
11	Colocar neumático en el riel	PP	PP	Colocar neumático en el riel	11
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
15		13		2	

- **Movimientos del proceso de raspado**

La Tabla 73, muestra el estudio de movimientos del proceso de raspado, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 73. Diagrama bimanual del proceso de raspado

Diagrama bimanual del proceso de raspado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		03 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimposa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Mover neumático a la raspadora	M	M	Mover neumático a la raspadora	1		
2			U	Encender la máquina	2		
3	Presionar raspadora	G	G	Presionar raspadora	3		
4			SE	Seleccionar patrón de ancho de banda	4		
5	Colocar patrón sobre el neumático	G	G	Colocar patrón sobre el neumático	5		
6	Pulir hombros de la carcasa	U	U	Pulir hombros de la carcasa	6		
7	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	7		
8	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	8		
9	Mover riel el neumático	M	M	Mover riel neumático	9		
10	Colocar en el riel	RE	RE	Colocar en el riel	10		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
18		17		1			

- **Movimientos del proceso de escariado**

La Tabla 74, muestra el estudio de movimientos del proceso de escariado, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 74. Diagrama bimanual del proceso de escariado

Diagrama bimanual del proceso de escariado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		04 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Desmontar el neumático del riel	RE	RE	Desmontar el neumático del riel	1		
2	Mover neumático a los rodillos giratorios	M	M	Mover neumático a los rodillos giratorios	2		
3	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	3		
4			SE	Seleccionar piedras de esmerilar	4		
5	Tomar esmeril	U	U	Tomar esmeril	5		
6	Sujetar esmeril	G	PP	Colocar piedras de esmerilar	6		
7	Escariar neumático	G	G	Escariar neumático	7		
8			S	Buscar cemento negro	8		
9	Sostener recipiente con cemento negro	G	S	Buscar brocha	9		
10	Sostener recipiente	G	G	Tomar brocha	10		
11			G	Colocar cemento en el neumático	11		
12	Colocar cemento en el estante	RL	RL	Colocar brocha en el estante	12		
13	Mover al riel el neumático	M	M	Mover al riel el neumático	13		
14	Colocar en el riel	PP	PP	Colocar en el riel	14		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
25		23		2			

- **Movimientos del proceso de reparaciones**

La Tabla 75, muestra el estudio de movimientos del proceso de reparaciones, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 75. Diagrama bimanual del proceso de reparaciones

Diagrama bimanual del proceso de reparaciones					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 05 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimposa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1
2	Mover neumático a los rodillos giratorios	M	M	Mover neumático a los rodillos giratorios	2
3			S	Buscar tarjeta de producción	3
4			G	Tomar esfera	4
5	Tomar la tarjeta de producción	G	G	Llenar la tarjeta	5
6			SE	Seleccionar piedras de esmeril	6
7	Sostener esmeril portal	G	PP	Colocar piedra en el esmeril	7
8	Escariar daños	U	U	Escariar daños	8
9			RE	Tomar miniextruder	9
10	Colocar cojinetes de relleno	G	G	Colocar cojinetes de relleno	10
11			SE	Seleccionar parche	11
12	Sostener neumático	G	PP	Colocar parche	12
13	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	13
14	Mover neumático al riel	M	M	Mover neumático al riel	14
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
23		20		3	

- **Movimientos del proceso de cementado**

La Tabla 76, muestra el estudio de movimientos del proceso de cementado, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 76. Diagrama bimanual del proceso de cementado

Diagrama bimanual del proceso de cementado					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 06 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1
2	Mover neumático a la cementadora	M	M	Mover neumático a la cementadora	2
3			S	Buscar tarjeta de producción	3
4			G	Tomar esfero	4
5	Sostener tarjeta de producción	RE	U	Llenar tarjeta y anotar hora de cementado	5
6			U	Encender máquina	6
7			U	Esparcir cemento negro	7
8	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	8
9	Mover neumático al riel	M	M	Mover neumático al riel	9
10	Colocar neumático en el riel	RE	RE	Colocar neumático en el riel	10
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
16		15		1	

- **Movimientos del proceso de relleno**

La Tabla 77, muestra el estudio de movimientos del proceso de relleno, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 77. Diagrama bimanual del proceso de relleno

Diagrama bimanual del proceso de relleno					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 07 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimposa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Mover neumático a los rodillos giratorios	M	M	Mover neumático a los rodillos giratorios	1
2	Posicionar neumático en la máquina	PP	PP	Posicionar neumático en la máquina	2
3			G	Tomar miniextruder	3
4			G	Rellenar excavaciones	4
5			S	Buscar tarjeta de producción	5
6			G	Tomar esfero	6
7	Sostener tarjeta	G	U	Llenar tarjeta con hora de relleno	7
8	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	8
9			S	Buscar etiqueta	9
10			PP	Colocar etiqueta en el neumático	10
11	Colocar neumático en el riel	PP	PP	Colocar neumático en el riel	11
12	Mover neumático al área de corte de banda y embandado	M			12
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
17		15		2	

- **Movimientos del proceso de corte de banda**

La Tabla 78, muestra el estudio de movimientos del proceso de corte de banda, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 78. Diagrama bimanual del proceso de corte de banda

Diagrama bimanual del proceso de corte de banda					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 08 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Revisar información en el computador para tomar dimensiones de las bandas	U	U	Revisar información en el computador para tomar dimensiones de las bandas	1
2			S	Seleccionar rollo de banda	2
3	Tomar rollo de banda	G	G	Tomar rollo de banda	3
4	Colocar banda en la mesa de corte	PP	PP	Colocar banda en la mesa de corte	4
5			PP	Extender la banda, según la información del neumático	5
6			U	Accionar guillotina y cortar banda	6
7	Tomar extremos de las bandas	RE	RE	Tomar extremos de las bandas	7
8	Pulir puntas o extremos de las bandas	U	U	Pulir puntas o extremos de las bandas	8
9	Enrollar banda	G	G	Enrollar banda	9
10	Mover banda al estante de embandado	M	M	Mover banda al estante de embandado	10
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
17		16		1	

- **Movimientos del proceso de embandado**

La Tabla 79, muestra el estudio de movimientos del proceso de embandado, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 79. Diagrama bimanual del proceso de embandado

Diagrama bimanual del proceso de embandado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		09 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Posicionar neumático en la embandadora	PP	PP	Posicionar neumático en la embandadora	1		
2	Revisar información en el computador para verificar el tipo de banda a colocar	U	U	Revisar información en el computador para verificar el tipo de banda a colocar	2		
3			U	Encender embandadora	3		
4			S	Seleccionar tiras de cojín	4		
5	Colocar tiras de cojín en el neumático	A	A	Colocar tiras de cojín en el neumático	5		
6			SE	Seleccionar banda	6		
7	Tomar banda	RE	RE	Tomar banda	7		
8	Colocar banda en el neumático	A	A	Colocar banda en el neumático	8		
9			U	Tomar pistola grapadora	9		
10	Grapar extremos de la banda	A	A	Grapar extremos de la banda	10		
	Mover el neumático al riel	M	M	Mover el neumático al riel			
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
18		16		2			

- **Movimientos del proceso de vulcanizado**

La Tabla 80, muestra el estudio de movimientos del proceso de embandado, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 80. Diagrama bimanual del proceso de vulcanizado

Diagrama bimanual del proceso de vulcanizado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		10 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Mover neumático a la envelopadora	M	M	Mover neumático a la envelopadora	1		
2			G	Tomar envelope exterior	2		
3	Colocar envelope exterior	A	A	Colocar envelope exterior	3		
4			S	Buscar paño de caucho perforado	4		
5			G	Tomar paño de caucho perforado	5		
6	Sujetar neumático	G	A	Colocar caucho de paño perforado	6		
7	Mover neumático a la mesa de envelope interno	M	M	Mover neumático a la mesa de envelope interno	7		
8			SE	Seleccionar envelope interno	8		
9	Colocar envelope interno	A	A	Colocar envelope interno	9		
10	Realizar vacío	G	G	Realizar vacío	10		
11	Colocar neumático en el riel	PP	PP	Colocar neumático en el riel	11		
12			M	Mover neumático al autoclave	12		
13	Vulcanizar	H	H	Vulcanizar	13		
14	Retirar neumáticos del autoclave	M	M	Retirar neumáticos del autoclave	14		
15	Desarmar envelopes	DA	DA	Desarmar envelopes	15		
16	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	16		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
27		23		4			

- **Movimientos del proceso de inspección final y acabado**

La Tabla 81, muestra el estudio de movimientos del proceso de inspección final y acabado, mediante la utilización de un diagrama bimanual.

Tabla 81. Diagrama bimanual del proceso de inspección final y acabado

Diagrama bimanual del proceso de inspección final y acabado					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 10 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Utilizar computadora para revisar información en el sistema	U	U	Utilizar computadora para revisar información en el sistema	1
2	Retirar grapas y plásticos	DA	DA	Retirar grapas y plásticos	2
3			S	Buscar pulidora	3
4	Pulir excesos de relleno	G	G	Pulir excesos de relleno	4
5			S	Buscar pistola neumática para pintar	5
6			G	Accionar pistola	6
7			U	Pintar neumático	7
8	Utilizar computadora para registrar información en el sistema	U	U	Utilizar computadora para registrar información en el sistema	8
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
12		10		2	

Del estudio de tiempos de la situación actual de cada uno de las etapas el proceso se observó que, durante el proceso de limpieza, el operario realiza un 7 movimientos y para este caso todos son movimientos eficientes, durante el proceso de inspección inicial, el operador ejecuta 13 movimientos eficiente y 2 movimientos ineficientes, durante el proceso de raspado, el operario realiza 18 movimientos de los cuales 17 son considerados movimientos eficientes, del mismo modo, durante el proceso de escariado, el operario realiza una 25 movimientos de los cuales 23 son movimientos eficientes y 2 movimientos ineficientes, durante el proceso de reparaciones, se realizan 20 movimientos eficientes y 3 movimientos ineficientes.

Por otra parte, en la fase de cementado se realizan 16 movimientos de estos 15 son considerados movimientos eficientes y 1 como movimiento ineficiente, para el proceso de relleno se ejecutan 2 movimientos ineficiente y 15 eficientes, para desarrollar el proceso de corte de banda el operario realiza 17 movimientos (16 eficientes y 1 ineficiente), en el proceso de embandado el operario trabaja con un total de 18 movimientos de los cuales 16 son eficientes y 2 ineficientes, para el proceso de vulcanizado el operados realiza 27 movimientos con una totalidad de 4 movimientos ineficientes, para el proceso de inspección final y acabado el trabajador opera 12 movimientos de los cuales 10 son eficientes y 2 ineficientes.

La Tabla 82, muestra el resumen de los movimientos actuales del proceso de reencauche de neumáticos.

Tabla 82. Resumen de los movimientos actuales del proceso

Resumen de los movimientos – diagramas bimanuales				
N°	Proceso	Movimientos		
		Eficientes	Ineficientes	Total
1	Limpieza	7	0	7
2	Inspección inicial	13	2	15
3	Raspado	17	1	18
4	Escariado	23	2	25
5	Reparaciones	20	3	23
6	Cementado	15	1	16
7	Relleno	15	2	17
8	Corte de banda	16	1	17
9	Embandado	16	2	18
10	Vulcanizado	23	4	27
11	Inspección final y acabado	10	2	12

3.2.17 Alternativa de optimización del proceso de reencauche de neumáticos en la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A.

Para desarrollar una propuesta de mejora y optimizar la producción de la empresa, se consideran los datos obtenidos a través del estudio de tiempos de la situación actual de CAUCHO SIERRA S.A.

3.2.18 Identificación del cuello de botella

La Figura 46, muestra el tiempo estándar de procesamiento de los procesos para el reencauche de neumáticos. De las 3 horas o 180 minutos de vulcanización se lo realiza para un lote de 16 neumáticos, por lo tanto, un neumático se vulcanizó en 11.25 minutos, pero al existir dos autoclaves el tiempo aproximado de vulcanización de una unidad sería 5.62 minutos.

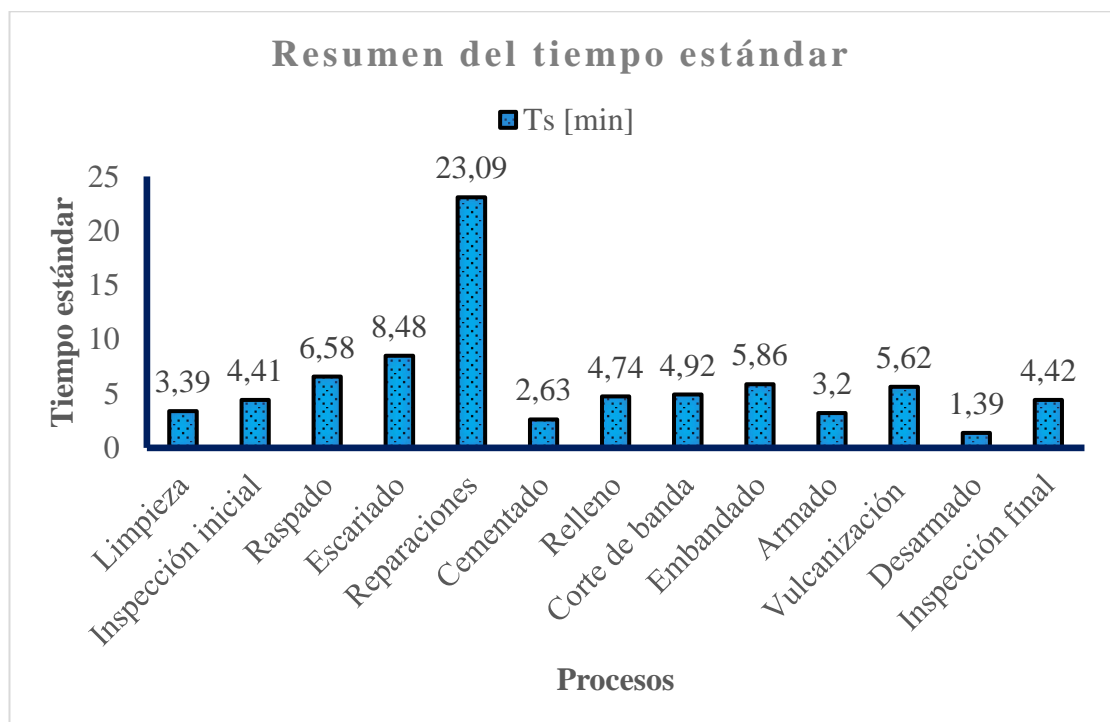


Figura 46. Gráfico del resumen de los tiempos estándar

El proceso de reparaciones es la sección en la que se emplea una mayor cantidad de tiempo (23.09 minutos), en esta operación se realiza el arreglo de imperfecciones y/o daños de los neumáticos. En el proceso actual, los neumáticos se encuentran en el riel hasta que sean atendidos por el operario causando una demora en la producción.

3.2.19 Métodos de trabajo propuestos para el reencauche de neumáticos en base al Estudio de Tiempos

Analizando el proceso desde otra perspectiva direccionada en la preparación necesaria para que las máquinas (autoclaves) comiencen su fase de producción, lo esencial es que para el proceso de vulcanizado siempre se dispongan de neumáticos listos para vulcanizar y así no generar tiempos de espera para su procesamiento al iniciar la jornada laboral. En este apartado se observaron las mejoras planteadas para el proceso, después de llevar a cabo un análisis crítico de la información recopilada del método actual de trabajo. Para el método de trabajo propuesto se eliminaron las actividades innecesarias y/o se combinan en una sola operación con un mejor tiempo de ejecución; con una visión principal en el cuello de botella (proceso de reparaciones) existente en el reencauche de neumáticos.

- **Cambios efectuados en el método de trabajo para el proceso de limpieza**
 - **Limpiar carcaza**

Esta actividad se lleva a cabo mediante una máquina giratoria, que dispone de una pantalla para la configuración de su tiempo de ciclo y con la ayuda de una escobilla automática se realiza una limpieza superficial de los neumáticos. Es por aquello, que luego de ejecutar una prueba piloto se encontró que el tiempo óptimo para limpiar las carcacas de los neumáticos es de 73.59 segundos, es decir, 1.23 minutos comprendidos desde que el operario coloca el neumático en la máquina hasta su limpieza.

- **Tiempo estándar de proceso de limpieza propuesto**

Con el tiempo optimizado en la actividad “limpiar carcaza”, la Tabla 83, muestra el cálculo con los cambios propuestos en el proceso de limpieza y, la Tabla 84, muestra el tiempo estándar.

Tabla 83. Descripción de las actividades del proceso de limpieza propuesto

Descripción de los elementos del proceso de limpieza	
Codificación	Elemento
L-A	Trasladar neumáticos a la máquina de limpieza
L-B	Limpiar carcaza
L-C	Trasladar el neumático al área de inspección inicial

Tabla 84. Tiempo estándar propuesto del proceso de limpieza

Tiempo estándar - Limpieza															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Limpieza					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	01					Hoja N°:	01 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
L-A	19.18	15.49	16.56	16.45	18.23	15.56	16.03	16.98	15.78	16.03	16.63	1.10	18.29	11	20.30
L-B	73.49	71.39	74.13	74.93	72.67	73.48	75.12	73.85	73.56	73.29	73.59	1.10	80.94	11	89.85
L-C	13.37	14.56	13.76	13.56	15.90	13.36	13.45	14.02	13.23	1.40	12.66	1.10	13.93	11	15.46
Nota:												Total Ts [s]		125.61	
												Total Ts [min]		2.09	

• **Cursograma analítico propuesto para el proceso de limpieza**

La Tabla 85, muestra el cursograma propuesto para el proceso de limpieza, en donde se indica un cuadro general de las principales actividades que conforman esta fase del proceso; la propuesta para buscar la reducción del tiempo total de la operación se dio en base a la actividad de limpieza de carcasa.

Tabla 85. Cursograma analítico del proceso de limpieza propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:				Propuesto			
		Producto:				Neumáticos reencauchados			
		Proceso:				Limpieza			
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		1 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimbosa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	→	■	▭	▼	
1	Trasladar neumáticos a la máquina de limpieza.	20.30	1.50		●				Los neumáticos se encuentran en la bodega.
2	Limpiar carcasa.	89.85		●					Colocar neumáticos en la máquina y encenderla.
3	Trasladar el neumático al área de inspección inicial.	15.46	2.20		●				A través del riel.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):		125.61			
OPERACIÓN	●	1		DISTANCIA (m):		3,7			
TRANSPORTE	→	2							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	▭	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		3							

- **Incremento de la productividad del proceso de limpieza**

El tiempo calculado en el método actual del proceso es de 3.39 minutos y el tiempo del método mejorado obtenido en el análisis es de 2.09 minutos. La Tabla 86, muestra la comparación de los tiempos de la situación actual vs la propuesta del proceso de limpieza.

Tabla 86. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de limpieza

Situación actual vs propuesta - Limpieza		
Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Mejora de tiempo
3.39 min	2.09 min	1.30 min

Por otro parte, en la Figura 47, muestra la representación gráfica de las dos situaciones. Para tener una comprensión adecuada de la propuesta de mejora se consideró el indicador *incremento en la eficiencia* para medir la optimización del proceso. Para el cálculo del incremento en la eficiencia se utilizó la ecuación 4, como se muestra a continuación.

$$IE = \frac{TMA - TMM}{TMA} * 100\% \quad (4)$$

IE = Incremento en la eficiencia

TMA = Tiempo de método actual

TMM = Tiempo de método mejorado

$$IE = \frac{3.39 - 2.09}{3.39} * 100\%$$

$$IE = 38.34 \%$$

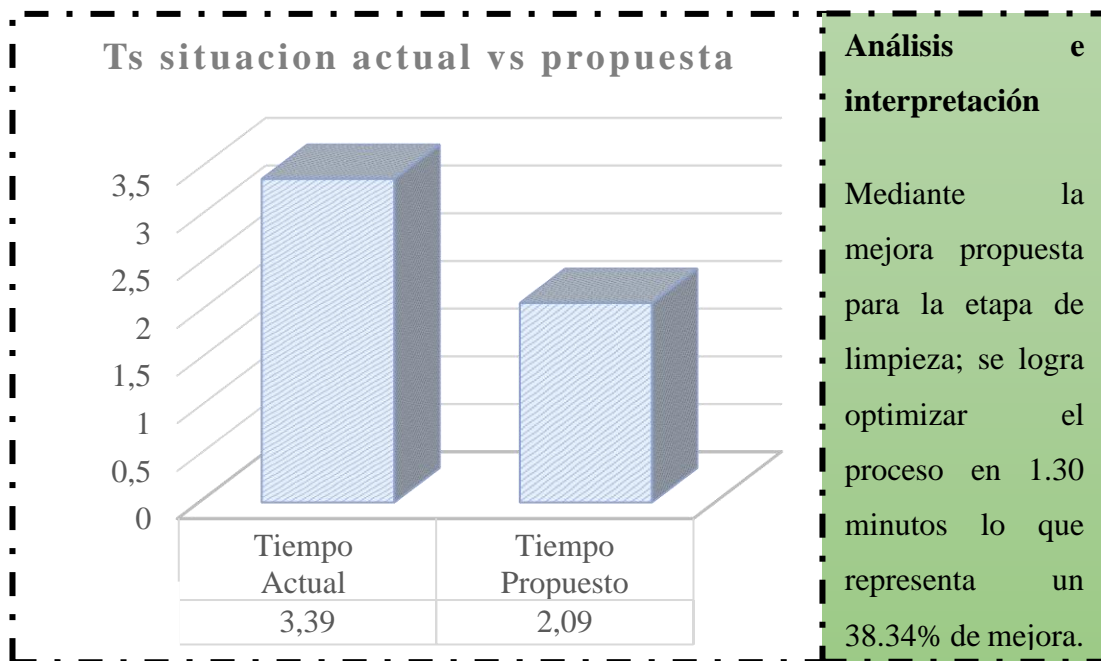


Figura 47. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – limpieza

- **Cambios efectuados en el método de trabajo para el proceso de inspección inicial**

Para el proceso de inspección inicial del reencauche de neumáticos de la empresa CAUCHO SIERRA S.A., se realizaron los siguientes cambios:

- **Verificar el número de orden de producción – Registrar la información y colocar código de barras**

Para estas actividades del proceso de inspección inicial se determinó que el tiempo que emplea el operario para realizarlas es ineficiente, las actividades se realizan en serie y no en paralelo. El operario se desplaza desde la máquina de inspección inicial, solo para valorar y registrar la información del lote de pedido. Luego de realizar una prueba piloto en esta fase de la producción, se determinó que, al combinar las dos actividades del proceso, se tiene un tiempo óptimo de 19.21 segundos.

- **Tiempo estándar mejorado en proceso de inspección inicial**

Con el tiempo optimizado mediante la unión de dos actividades a ejecutarse al mismo tiempo para el proceso de inspección inicial, se calculó el tiempo estándar con el nuevo método de trabajo, con el mismo formato que se muestra a continuación. La Tabla 87, muestra la descripción de los elementos para el nuevo método de trabajo propuesto.

Tabla 87. Descripción de las actividades del proceso de inspección inicial propuesto

Descripción de los elementos del proceso de inspección inicial	
Codificación	Elemento
II-A	Colocar la carcasa en el abridor.
II-B	Verificar el tipo de carcasa y limpiar la carcasa interiormente.
II-C	Inspeccionar la carcasa, marcando el tipo de daño y eliminar cuerpos extraños.
II-D	Verificar el número de orden de producción y registrar la información.
II-E	Llenar tarjeta de producción.
II-F	Colocar la carcasa en el gancho del riel.

La Tabla 88, muestra el cálculo del nuevo tiempo estándar propuesto para llevar a cabo la inspección inicial de los neumáticos en la empresa CAUCHO SIERRA S.A.













Tabla 88. Tiempo estándar propuesto del proceso de inspección inicial

Tiempo estándar - Inspección inicial															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Inspección inicial					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	02					Hoja N°:	02 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
II-A	12.53	14.39	15.45	14.11	12.10	13.90	14.78	13.46	13.12	13.03	13.69	1.16	15.88	17	18.58
II-B	40.61	37.65	38.98	39.78	36.69	39.65	39.13	38.32	39.38	38.17	38.84	1.16	45.05	17	52.71
II-C	70.24	56.45	55.34	52.84	49.03	54.05	63.34	55.89	54.09	50.94	56.22	1.16	65.22	17	76.30
II-D	19.17	19.28	18.28	19.08	19.49	19.39	19.27	19.36	19.57	19.23	19.21	1.16	22.28	17	26.07
II-E	29.98	27.53	18.76	22.67	21.89	21.86	23.78	22.99	24.74	23.68	23.79	1.16	27.59	17	32.29
II-F	20.68	18.67	17.03	18.85	17.29	17.68	19.68	17.90	18.50	18.88	18.52	1.16	21.48	17	25.13
Nota: El elemento II-C, es la operación que varía su tiempo de ejecución de acuerdo con los daños que presente al neumático.												Total Ts [s]		231.08	
												Total Ts [min]		3.85	

- **Cursograma analítico propuesto para el proceso de inspección inicial**

La Tabla 89, muestra el cursograma analítico propuesto para el proceso de inspección inicial, se detalló un cuadro general de las principales actividades de esta etapa mejorada.

Tabla 89. Cursograma analítico del proceso de inspección inicial propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Inspección inicial				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	2 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimbosa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Colocar la carcasa en el abridor	18.58							
2	Verificar el tipo de carcasa y limpiar la carcasa interiormente.	52.71							Si la antigüedad es mayor a 7 años no se considera para el reencauche.
3	Inspeccionar la carcasa, marcando el tipo de daño y eliminar cuerpos extraños.	76.30							
4	Verificar el número de orden de producción y registrar la información.	26.07							En esta actividad se coloca un código de barras ya generado.
5	Llenar tarjeta de producción.	32.29							
6	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	25.13							Para ser trasladada al siguiente proceso.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			231.08		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		2							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		7							

- **Incremento de la productividad del proceso de inspección inicial**

El tiempo estándar calculado para método de trabajo actual del proceso es de 4.41 minutos y el tiempo del método de trabajo mejorado es de 3.85 minutos. La Tabla 90, muestra la comparación de los tiempos de la situación actual vs la propuesta del proceso de inspección inicial.

Tabla 90. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de inspección inicial

Situación actual vs propuesta – Inspección inicial		
Tiempo actual	Tiempo Propuesto	Mejora de tiempo
4.41 min	3.85 min	0.56 min

Con el propósito de apreciar de mejor manera los resultados obtenidos se calculó el indicador *incremento de la eficiencia*, por medio de la ecuación 4 y su representación gráfica en la Figura 48, se muestra a continuación.

$$IE = \frac{TMA - TMM}{TMA} * 100\% \quad (4)$$

IE = Incremento en la eficiencia

TMA = Tiempo de método actual

TMM = Tiempo de método mejorado

$$IE = \frac{4.41 - 3.85}{4.41} * 100\%$$

$$IE = 12.69\%$$

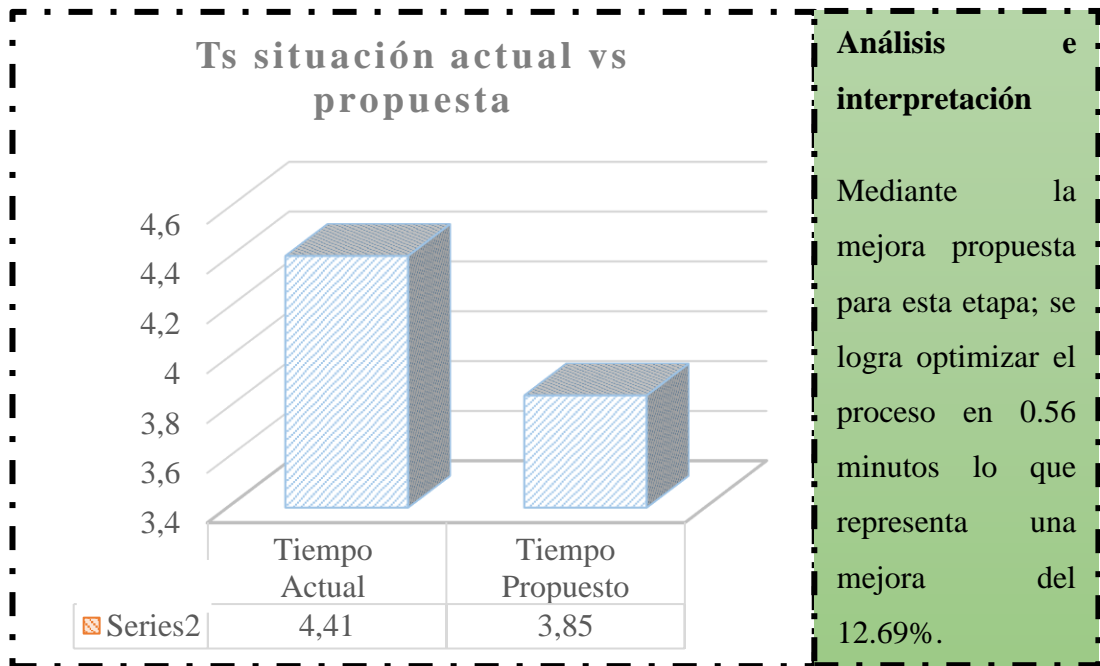


Figura 48. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – inspección inicial

- **Cambios efectuados en el método de trabajo para el proceso de reparaciones**

Este proceso de la producción para el reencauche de neumáticos es el cuello de botella, por tal razón, se enfatiza el método de optimización. El estudio redujo algunas actividades tales como:

- **Revisar el símbolo marcado en la carcasa e inspeccionar los daños**

Analizando el proceso, es esencial combinar la actividad “revisión del símbolo marcado en la carcasa” con la actividad “inspeccionar los daños”, porque estas actividades en el método actual, se las realiza de forma separada y se vuelven redundantes. Luego de realizar prueba piloto, al combinar estas dos operaciones, se tiene un tiempo de 5.4 segundos.

- **Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada**

Esta operación es la que más tiempo lleva al operario para entender un neumático, el cambio de piedras de esmeril para realizar el escariado de las carcasas, requiere de las herramientas de trabajo almacenadas adecuadamente, evitando demoras durante la producción. A partir de una prueba piloto, se redujo el tiempo de esta operación a 619.18 segundos.

- **Preparar el área**

Esta actividad debe ser eliminada debido a que la tarea anterior a esta ya se encarga de la preparación de la sección a ser parchada y volverla a preparar solo provoca demoras.

- **Preparar el parche**

Otra actividad a suprimirse es la tarea “preparación del parche” la cual, se enfocaba solo en el traslado del parche desde un estante alejado al puesto de trabajo, proponiendo la localización de estos en un lugar más adecuado de la estación de trabajo como son los costados del portaherramientas de la mesa.

- **Tiempo estándar mejorado en proceso de reparaciones**

Con las actividades innecesarias eliminadas en el proceso de reparaciones y con el tiempo optimizado de otras, se recalculó el tiempo estándar con el nuevo método de trabajo, la Tabla 91, muestra la descripción de las actividades propuestas.

Tabla 91. Descripción de las actividades del proceso de reparaciones propuesto

Descripción de los elementos del proceso de reparaciones	
Codificación	Elemento
RE-A	Trasladar al área de reparaciones
RE-B	Registrar información en el sistema
RE-C	Revisar e inspeccionar los daños
RE-D	Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada
RE-E	Medir el daño
RE-F	Seleccionar el parche y preparar la sección a ser parchada
RE-G	Secar el área
RE-H	Rellenar los daños
RE-I	Colocar el parche
RE-J	Registrar información en el sistema
RE-K	Colocar carcasa en el gancho del riel

La Tabla 92, muestra el cálculo del nuevo tiempo estándar propuesto para llevar a cabo la inspección inicial de los neumáticos en la empresa CAUCHO SIERRA S.A.

Tabla 92. Tiempo estándar propuesto del proceso de reparaciones

Tiempo estándar - Reparaciones															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Reparaciones					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	05					Hoja N°:	05 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
RE-A	10.23	9.05	9.78	9.64	9.49	9.69	9.50	9.63	9.58	9.50	9.61	1.15	11.05	22	13.48
RE-B	12.35	12.04	13.04	12.20	12.43	12.48	12.44	12.42	12.50	12.46	12.44	1.15	14.30	22	17.45
RE-C	5.11	5.47	5.34	5.67	5.41	5.25	5.2	6.12	5.7	5.13	5.44	1.15	6.21	22	7.57
RE-D	616.14	617.34	619.45	615.98	617.65	625.45	619.14	615.57	624.49	620.65	619.18	1.15	712.05	22	868.70
RE-E	25.34	24.60	24.97	24.79	24.93	24.90	24.92	24.82	24.93	25.01	24.92	1.15	28.66	22	34.96
RE-F	8.87	9.23	9.05	9.14	9.07	9.12	9.08	9.19	9.12	9.10	9.10	1.15	10.46	22	12.76
RE-G	10.59	10.35	11.13	10.57	10.63	10.48	10.92	10.53	10.71	10.29	10.62	1.15	12.21	22	14.89
RE-H	12.06	12.50	12.28	12.79	12.52	12.36	12.49	12.54	12.42	12.45	12.44	1.15	14.31	22	17.45
RE-I	23.13	23.19	23.31	23.51	23.28	23.58	23.13	23.16	23.33	23.18	23.28	1.15	26.77	22	32.66
RE-J	9.40	10.04	9.72	9.88	9.76	9.79	9.84	9.78	9.77	9.82	9.78	1.15	11.25	22	13.72
RE-K	11.76	10.98	11.37	11.18	11.28	11.31	11.22	11.30	11.26	11.53	11.32	1.15	13.02	22	15.88
Nota: El elemento RE-D hace referencia a la reparación de los daños de los neumáticos y de pende del estado de estos, variando de neumático a neumático.												Total Ts [s]		1049.52	
												Total Ts [min]		17.49	

• **Cursograma analítico propuesto para el proceso de reparaciones**

La Tabla 93, muestra el cursograma analítico propuesto para el proceso de reparaciones; se indica un cuadro general de las principales actividades que conforman esta etapa de la producción. En este nuevo cursograma se exhiben las operaciones propuestas para reducir el tiempo de procesamiento.

Tabla 93. Cursograma analítico del proceso de reparaciones propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Reparaciones				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		3 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimbosa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	◐	▼	
1	Trasladar al área de reparaciones.	13.48		●					
2	Registrar información en el sistema.	17.45		●					Inicio del proceso.
3	Revisar e inspeccionar los daños.	7.57		●					Identificarlo de acuerdo la simbología correspondiente a cada daño. Si es producto no conforme registrar la información.
4	Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada.	868.70		●					Se emplea cojines o relleno según lo amerite la textura de la carcasa.
5	Medir el daño.	34.96		●					Con respecto al tipo de llanta y ubicación del daño.
6	Seleccionar el parche y preparar la sección a ser parchada.	12.76		●					De acuerdo con la medida y tipo de neumático.
7	Secar el área.	14.89		●					
8	Rellenar los daños.	17.45		●					Verificar que el llenado no presente burbujas de aire.
9	Colocar el parche.	32.66		●					
10	Registrar información en el sistema.	13.72		●					
11	Colocar carcasa en el gancho del riel.	15.88		●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			1049.52		
OPERACIÓN	●	9		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	➔	1							
INSPECCIÓN	■	1							
DEMORA	◐	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		11							

- **Incremento de la productividad del proceso de reparaciones**

El tiempo estándar calculado en el método actual del proceso es de 23.09 minutos y el tiempo del método mejorado obtenido en el análisis es de 17.49 minutos.

Tabla 94. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de reparaciones

Situación actual vs propuesta – reparaciones		
Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Mejora de tiempo
23.09 min	17.49 min	5.6 min

Con el propósito de apreciar de mejor manera los resultados obtenidos se calculó el indicador *incremento de la eficiencia*, por medio de la ecuación 4 y su representación gráfica en la Figura 49, se muestra a continuación.

$$IE = \frac{TMA - TMM}{TMA} * 100\% \quad (4)$$

IE = Incremento en la eficiencia

TMA = Tiempo de método actual

TMM = Tiempo de método mejorado

$$IE = \frac{23.09 - 17.49}{23.09} * 100\%$$

$$IE = 24.25\%$$

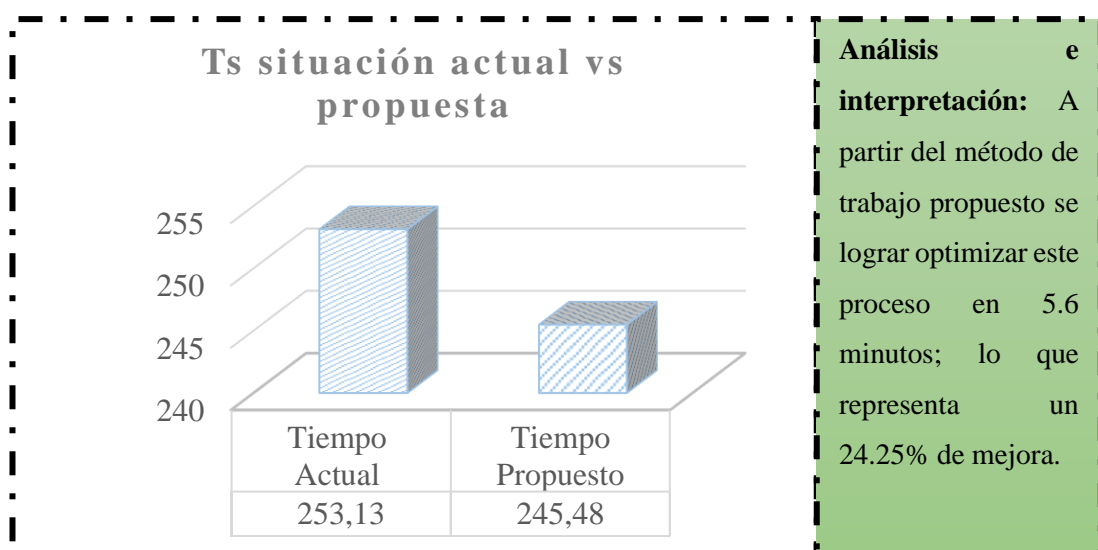


Figura 49. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – reparaciones

- **Cambios efectuados en el método de trabajo para el proceso de relleno**
- **Registrar información - colocar etiqueta**

Para estas actividades se tiene como propuesta la unión de estas en una sola operación, luego de una prueba piloto, se analizó si el tiempo actual para estas dos actividades es suficiente y se encontró que se puede reducir el tiempo de ejecución al combinarlas obteniendo un tiempo de 9.48 segundos.

- **Tiempo estándar mejorado en proceso de relleno**

Con el tiempo optimizado mediante la unión de dos actividades a ejecutarse al mismo tiempo para el proceso de relleno, la Tabla 95, muestra el tiempo estándar con el nuevo método de trabajo.

Tabla 95. Descripción de las actividades del proceso de relleno propuesto

Descripción de los elementos del proceso de relleno	
Codificación	Elemento
RL-A	Trasladar carcasa al área de relleno.
RL-B	Colocar la carcasa en la máquina giratoria y registrar la información.
RL-C	Rellenar excavaciones, anotar hora de relleno (TR) y resanar.
RL-D	Registrar información y colocar etiqueta.
RL-E	Transportar al proceso de corte de banda y embandado.


Tabla 96. Tiempo estándar propuesto del proceso de relleno

Tiempo estándar - Relleno															
Proceso:	Reencauche de neumáticos					Revisado por:	Ing. Víctor Guachimbosa								
Subproceso:	Relleno					Aprobado por:	Ing. Paulina Villacrés								
Estudio N°:	07					Hoja N°:	07 de 11								
Observador:	Stalin Espín														
Cálculo del tiempo estándar [segundos]															
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
RL-A	9.65	11.89	10.77	11.33	10.91	11.23	10.96	11.18	10.99	11.04	11.00	1.21	13.30	19	15.83
RL-B	9.27	8.69	8.98	8.84	8.95	9.13	9.04	8.99	9.09	8.96	8.99	1.21	10.88	19	12.95
RL-C	110.15	121.90	113.69	107.58	111.92	117.73	97.54	162.76	362.45	158.76	146.45	1.21	177.20	19	210.87
RL-D	9.39	9.89	9.97	9.15	8.95	8.99	9.61	9.53	9.89	9.49	9.48	1.21	11.47	19	13.65
RL-E	11.31	15.11	14.99	15.05	15.02	15.04	15.19	15.08	14.59	14.95	14.63	1.21	17.71	19	21.07
Nota:												Total Ts [s]		274.37	
												Total Ts [min]		4.57	

- **Cursograma analítico propuesto para el proceso de relleno**

Una vez realizada la prueba piloto, el proceso de relleno con respecto a las actividades “registrar información” y “colocar etiquetas” fue factible realizar su combinación y optimizar tiempos dentro de esta etapa de la producción.

Tabla 97. Cursograma analítico del proceso de relleno propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Relleno				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		7 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	→	■	▭	▼	
1	Trasladar carcasa al área de relleno.	15.83		●	→	■	▭	▼	
2	Colocar la carcasa en la máquina giratoria y registrar la información.	12.95		●	→	■	▭	▼	
3	Rellenar excavaciones, anotar hora de relleno (TR) y resanar.	210.87		●	→	■	▭	▼	
4	Registrar información y colocar etiqueta.	13.65		●	→	■	▭	▼	
5	Transportar al proceso de corte de banda y embandado.	21.07		●	→	■	▭	▼	Mediante el gancho riel.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			274.37		
OPERACIÓN	●	3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	→	2							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	▭	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		5							

- **Incremento de la productividad del proceso de relleno**

El tiempo calculado en el método actual del proceso es de 4.74 minutos y el tiempo del método mejorado obtenido en el análisis es de 4.57 minutos. La Tabla 98, muestra los tiempos comparativos de la situación actual y de la situación propuesta.

Tabla 98. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – proceso de relleno

Situación actual vs propuesta – Relleno		
Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Mejora de tiempo
4.74 min	4.57 min	0.17 min

A continuación, se calculó el incremento de la eficiencia en el proceso de relleno, mediante la ecuación 4. La Figura 50, muestra la gráfica del tiempo estándar actual vs el tiempo estándar propuesto.

$$IE = \frac{TMA - TMM}{TMA} * 100\% \quad (4)$$

$$IE = \frac{4.74 - 4.57}{4.74} * 100\%$$

$$IE = 3.58 \%$$

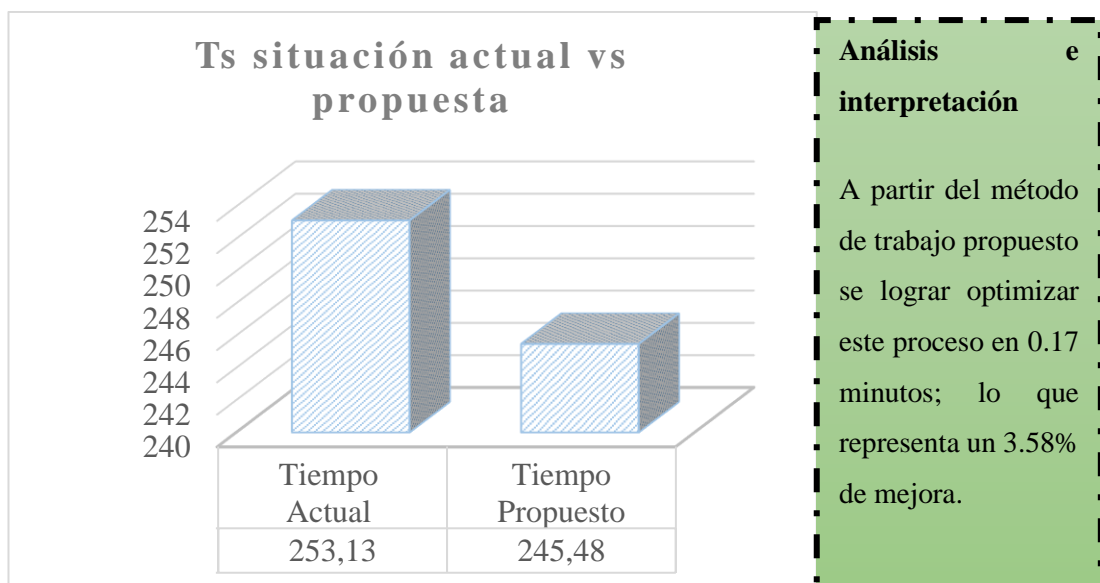


Figura 50. Tiempo estándar situación actual vs propuesta – relleno

- **Resumen de tiempos estándar con el método propuesto de trabajo**

La Tabla 99, muestra el resumen de tiempo estándar de cada etapa del proceso luego de haber realizado una prueba piloto con los métodos de trabajo propuestos.

Tabla 99. Resumen del tiempo estándar propuesto para el proceso de reencauche

Resumen Tiempo estándar propuesto			
Nº	Proceso	Ts [min]	Ts [hora, min, seg]
1	Limpieza	2.09	00:02:05
2	Inspección inicial	3.85	00:03:51
3	Raspado	6.58	00:06:34
4	Escariado	8.48	00:08:28
5	Reparaciones	17.49	00:17:29
6	Cementado	2.63	00:02:37
7	Relleno	4.57	00:04:34
8	Corte de banda	4.92	00:04:55
9	Embandado	5.86	00:05:51
10	Armado	3.20	00:03:12
	Vulcanización (16 neumáticos)	180.00	03:00:00
	Desarmado	1.39	00:01:23
11	Inspección final	4.42	00:04:25
Tiempo de Ciclo		245.48	04:05:24

Mediante el método de trabajo propuesto para el reencauche de neumáticos, se reduce el tiempo de ciclo de 253.13 minutos a 245.48 minutos. La Figura 51, muestra la comparativa de la situación actual vs la situación propuesta, en la que se puede observar el tiempo mejorado del proceso productivo.

Tabla 100. Comparación de tiempos situación actual vs propuesta – ciclo de reencauche

Situación actual vs propuesta – Tiempo de ciclo		
Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Mejora de tiempo
253.13 min	245.48 min	7.65 min

De acuerdo con la Tabla 100, el tiempo de producción para el reencauche de neumáticos en la empresa CAUCHO SIERRA S.A., se optimiza en 7.65 minutos con la propuesta del nuevo método de trabajo.

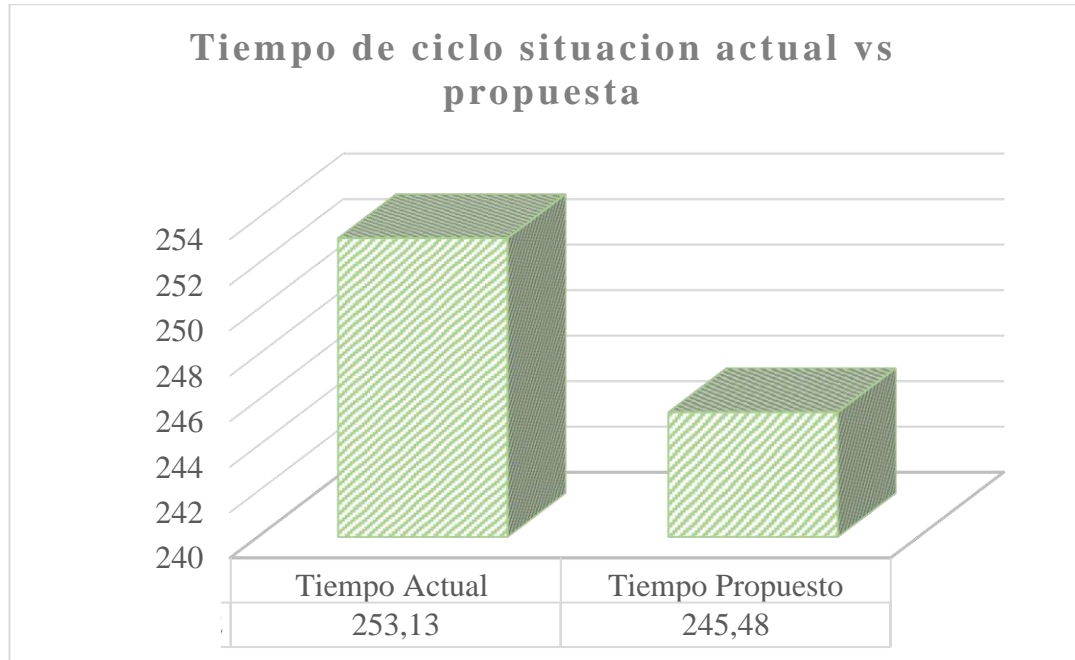


Figura 51. Tiempo de ciclo situación actual vs propuesta

- **Análisis e interpretación**

La Figura 53, muestra el tiempo estándar de 253.13 minutos para la situación actual del proceso de reencauche de neumáticos, mientras que, en la situación propuesta con nuevos métodos de trabajo el tiempo se redujo a 245.48 minutos, optimizando 7.65 minutos, lo que representa un 3.02% de mejora.

- **Capacidad de producción mejorada**

Con este nuevo tiempo de ciclo (véase la Tabla 100) se recalculo la capacidad de producción del proceso de reencauche de neumáticos, obteniendo los resultados para una capacidad de producción diaria, semanal y mensual. A continuación, se muestra el cálculo de la capacidad de producción del proceso de reencauche para una jornada diaria. La Tabla 101, muestra la capacidad de producción para las 3 jornadas laborales mencionadas anteriormente.

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (3)$$

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{480 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{245.48 \frac{\text{minutos}}{16 \text{ reencauches}}} \times 2 \text{ autoclaves}$$

$$\text{Producción de reencauche} = \frac{480 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{15.34 \frac{\text{minutos}}{\text{reencauches}}} \times 2 \text{ autoclaves}$$

$$\text{Producción de reencauche} = 62 \frac{\text{reencauches}}{\text{día}}$$

La Tabla 101, muestra la capacidad de producción del proceso de reencauche con el nuevo método de trabajo para una jornada laboral diaria, semanal y mensual.

Tabla 101. Capacidad de producción del proceso de reencauche – propuesta

Capacidad de producción				
Jornada		Horas a minutos		Producción
		Horas	Minutos	
1	Diaria	8	480	62 reencauches
2	Semanal	40	2400	312 reencauches
3	Mensual	160	9600	1251 reencauches

Una vez calculada la capacidad de producción para estas tres jornadas de trabajo, se evidenció un incremento en la producción diaria de 2 neumáticos reencauchados; en una jornada semanal se alcanza un incremento de 9 neumáticos y finalmente, para una producción mensual se incrementó la productividad en 38 unidades. Sin embargo, de acuerdo con la capacidad diseñada aún no se logra cumplir el 100% de su utilización.

Es por aquello que, se estableció el aumento de un segundo operario para el proceso de reparaciones (cuello de botella), que genera retrasos en la producción. Al agregar un segundo operario, el tiempo estándar del proceso de reparaciones se reduce a 8.48 minutos, como lo indica la Tabla 102.

Tabla 102. Tiempos estándar con dos operarios en el proceso de reparaciones

Resumen Tiempo estándar [minutos]			# operario	T. balance
1	Limpieza	2.09	1	2.09
2	Inspección inicial	3.85	1	3.85
3	Raspado	6.58	1	6.58
4	Escariado	8.48	2	4.24
5	Reparaciones	17.49	2	8.74
6	Cementado	2.63	1	2.63
7	Relleno	4.57	1	4.74
8	Corte de banda	4.92	1	4.92
9	Embandado	5.86	1	5.86
10	Armado	3.20	1	3.20
	Vulcanización (16 neumáticos)	180.00	1	180.00
	Desarmado	1.39	1	1.39
11	Inspección final	4.42	1	4.42
Tiempo de ciclo		245.48		238.76

Con el nuevo método de trabajo y al optar por un segundo operador en el proceso de reparaciones, el tiempo de ciclo se reduce a 238.76 minutos. Por tal razón, se procede a recalcular la capacidad de producción con el nuevo tiempo de operación.

$$Producción\ de\ reencauche = \frac{Tiempo\ base}{Tiempo\ de\ ciclo} \quad (4)$$

$$Producción\ de\ reencauche = \frac{480 \frac{minutos}{día}}{238.76 \frac{minutos}{16\ reencauches}} \times 2\ autoclaves$$

$$Producción\ de\ reencauche = \frac{480 \frac{minutos}{día}}{14.92 \frac{minutos}{reencauches}} \times 2\ autoclaves$$

$$Producción\ de\ reencauche = 64 \frac{reencauches}{día}$$

La Tabla 103, muestra la capacidad de producción del proceso de reencauche de neumáticos, con el método propuesto con 2 operarios en la etapa de reparaciones.

Tabla 103. Capacidad de producción del proceso de reencauche – propuesta, con 2 operarios en reparaciones

Capacidad de producción				
Jornada		Horas a minutos		Producción
		Horas	Minutos	
1	Diaria	8	480	64 reencauches
2	Semanal	40	2400	320 reencauches
3	Mensual	160	9600	1280 reencauches

La Figura 54, muestra la capacidad de producción para las situaciones actuales y propuestas para el proceso de reencauche de neumáticos de la empresa CAUCHO SIERRA S.A.

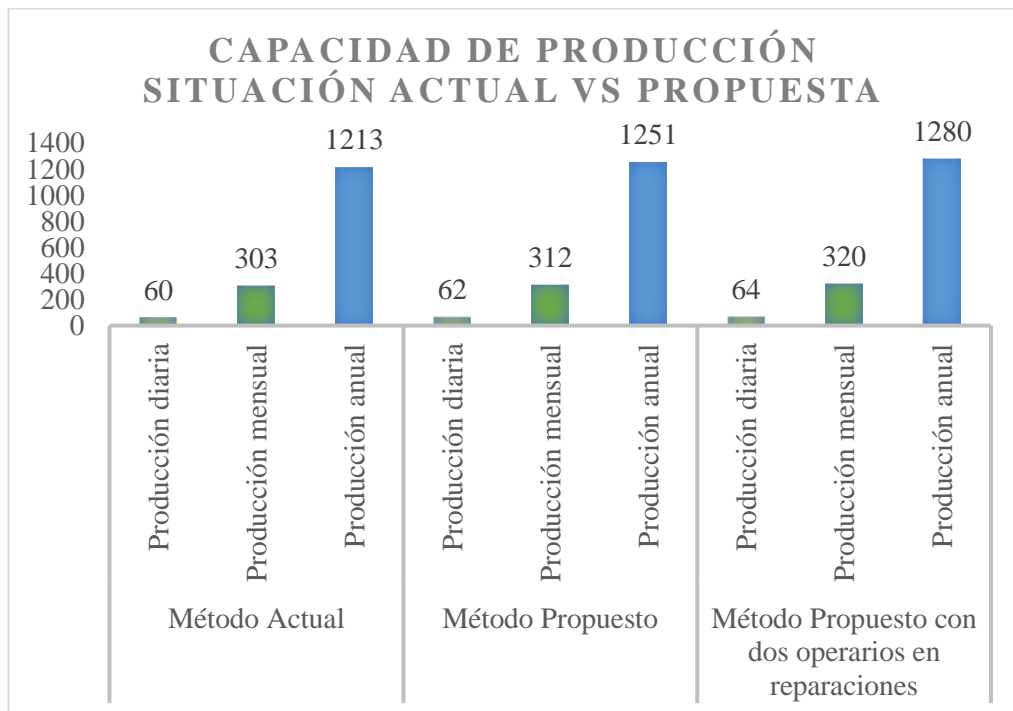


Figura 52. Tiempo de ciclo situación actual vs propuesta

- **Análisis e interpretación**

Mediante el estudio de tiempos desarrollado en el proceso de reencauche de neumáticos de la empresa CAUCHO SIERRA S.A., se observó en la Tabla 81, que, el proceso de producción se optimizó en 14.37 minutos, comparado con la situación actual, esto debido al nuevo método de trabajo y de implementación de un segundo operador en la etapa de reparaciones.

En la situación actual, la capacidad de producción diaria es de 60 reencauches, mientras que, al finalizar una jornada laboral semanal se alcanzan a reencauchar 303 neumáticos, finalmente, para un mes de producción en las condiciones actuales se procesan 1213 neumáticos.

Por otra parte, con el método de trabajo propuesto se observó un incremento en la producción diaria de 2 unidades (62 neumáticos reencauchados), en la producción semanal un incremento de 9 neumáticos procesados (312 neumáticos reencauchados), alcanzando con aquello un incremento en la producción mensual de 38 neumáticos (1251 neumáticos reencauchado).

Sin embargo, de acuerdo con la capacidad diseñada del proceso aún no se cubre el 100% de su uso, es por aquello, que al proponer un segundo operario para la etapa de reparaciones se logra reducir el tiempo de ciclo a 238.76 minutos, reflejando una mejora del 5.67% y logrando una capacidad de producción diaria de 64 neumáticos reencauchados, a la semana una producción de 320 neumáticos y una producción mensual de 1280 unidades reencauchadas; significa el 100% de utilización de la capacidad diseñada del sistema productivo.

3.2.20 Métodos de trabajo propuestos para el reencauche de neumáticos basados en el Estudio de Movimientos

En esta sección se presentó los nuevos métodos de trabajo propuestos con respecto al estudio de los movimientos que realizan los operarios actualmente en cada uno de los procesos.

- **Movimientos del proceso de limpieza**

Para esta etapa del proceso no se realiza ningún cambio, debido a que todos los movimientos son necesarios y son movimientos netamente eficientes.

Tabla 104. Diagrama bimanual del proceso de limpieza, sin cambios

Diagrama bimanual del proceso de limpieza							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		01 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1		
2	Mover hacia la máquina giratoria con escobillas	M	M	Mover hacia la máquina giratoria con escobillas	2		
3			U	Encender máquina	3		
4	Mover neumático a la inspección inicial	M	M	Mover neumático a la inspección inicial	4		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
7		7		0			

- **Movimientos propuestos para el proceso de inspección inicial**

Para esta etapa del proceso se propone, establecer un orden adecuado del puesto de trabajo de modo que el operario, ubique sus herramientas en el mismo lugar correspondiente cerca de la máquina, para evitar que se pierda tiempo en buscar las mismas (tizas, destornilladores, esferos), en tal virtud se suprime los movimientos de la mano derecha que se ligan con la búsqueda de las herramientas. Por otro lado, limpiar y marcar los daños pueden hacer a la vez utilizando las dos manos.

Tabla 105. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de inspección inicial

Diagrama bimanual propuesto del proceso de inspección inicial							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		02 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Colocar neumático en el abridor	PP	PP	Colocar neumático en el abridor	1		
2			U	Encender el abridor	2		
3			G	Tomar tiza y destornillador	3		
4	Limpiar daños	U	U	Marcar daños	4		
5	Utilizar computador para registrar información e imprimir código de barras	U	U	Utilizar computador para registrar información e imprimir código de barras	5		
6			A	Colocar código de barras en el neumático	6		
7			G	Tomar esfero	7		
8	Tomar la tarjeta de producción	G	G	Llenar tarjeta de producción	8		
9	Colocar neumático en el riel	PP	PP	Colocar neumático en el riel	9		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
14		14		0			

- **Movimientos del proceso de raspado**

Para esta etapa de proceso no se sugiere algún tipo de modificaciones, debido a que todos los movimientos son necesarios en su totalidad.

Tabla 106. Diagrama bimanual del proceso de raspado, sin cambios

Diagrama bimanual del proceso de raspado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		03 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Mover neumático a la raspadora	M	M	Mover neumático a la raspadora	1		
2			U	Encender la máquina	2		
3	Presionar raspadora		G	Presionar raspadora	3		
4			SE	Seleccionar patrón de ancho de banda	4		
5	Colocar patrón sobre el neumático	G	G	Colocar patrón sobre el neumático	5		
6	Pulir hombros de la carcasa	U	U	Pulir hombros de la carcasa	6		
7	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	7		
8	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	8		
9	Mover riel el neumático	M	M	Mover riel neumático	9		
10	Colocar en el riel	RE	RE	Colocar en el riel	10		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
18		17		1			

- **Movimientos propuestos para el proceso de escariado**

Para este proceso se recomienda, mantener el orden y limpieza y colocar el cemento negro y la brocha en la parte superior del estante de herramientas luego de ocuparlo, con el propósito de que sea más visible para el operario y no se cause una demora en el proceso a causa de buscar estos elementos necesarios para la producción.

Tabla 107. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de escariado

Diagrama bimanual del proceso de escariado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		04 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Desmontar el neumático del riel	RE	RE	Desmontar el neumático del riel	1		
2	Mover neumático a los rodillos giratorios	M	M	Mover neumático a los rodillos giratorios	2		
3	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	3		
4			SE	Seleccionar piedras de esmerilar	4		
5	Tomar esmeril	U	U	Tomar esmeril	5		
6	Sujetar esmeril	G	PP	Colocar piedras de esmerilar	6		
7	Escariar neumático	G	G	Escariar neumático	7		
8	Sostener recipiente con cemento negro	G	G	Tomar brocha	8		
9			G	Colocar cemento en el neumático	9		
10	Colocar cemento en el estante	RL	RL	Colocar brocha en el estante	10		
11	Mover al riel el neumático	M	M	Mover al riel el neumático	11		
12	Colocar en el riel	PP	PP	Colocar en el riel	12		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
22		21		1			

- **Movimientos propuestos para el proceso de reparaciones**

Para esta fase del proceso de reencauche de neumáticos se propone que buscar la tarjeta de producción y tomar el esfero se realicen a la vez empleando las dos manos.

Tabla 108. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de reparaciones

Diagrama bimanual del proceso de reparaciones							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		05 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1		
2	Mover neumático a los rodillos giratorios	M	M	Mover neumático a los rodillos giratorios	2		
3	Buscar tarjeta de producción	S	G	Tomar esfero	3		
4	Sujetar la tarjeta de producción	G	G	Llenar la tarjeta	4		
5			SE	Seleccionar piedras de esmeril	5		
6	Sostener esmeril portal	G	PP	Colocar piedra en el esmeril	6		
7	Escariar daños	U	U	Escariar daños	7		
8			RE	Tomar miniextruder	8		
9	Colocar cojinetes de relleno	G	G	Colocar cojinetes de relleno	9		
10			SE	Seleccionar parche	10		
11	Sostener neumático	G	PP	Colocar parche	11		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
19		16		3			

• **Movimientos propuestos para el proceso de cementado**

Para esta fase del proceso de reencauche de neumáticos se propone que buscar la tarjeta de producción y tomar el esfero se realicen a la vez empleando las dos manos.

Tabla 109. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de cementado

Diagrama bimanual del proceso de cementado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		06 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	1		
2	Mover neumático a la cementadora	M	M	Mover neumático a la cementadora	2		
3	Buscar tarjeta de producción	S	G	Tomar esfero	3		
4	Sostener tarjeta de producción	RE	U	Llenar tarjeta y anotar hora de cementado	4		
5			U	Encender máquina	5		
6			U	Esparcir cemento negro	6		
7	Tomar neumático	G	G	Tomar neumático	7		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
12		11		1			

- **Movimientos propuestos para el proceso de relleno**

Para esta fase del proceso de reencauche de neumáticos se propone que buscar la tarjeta de producción y tomar el esfero se realicen a la vez empleando las dos manos.

Tabla 110. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de relleno

Diagrama bimanual del proceso de relleno							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		07 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Mover neumático a los rodillos giratorios	M	M	Mover neumático a los rodillos giratorios	1		
2	Posicionar neumático en la máquina	PP	PP	Posicionar neumático en la máquina	2		
3			G	Tomar miniextruder	3		
4			G	Rellenar excavaciones	4		
5	Buscar tarjeta de producción	S	G	Tomar esfera	5		
6	Sostener tarjeta	G	U	Llenar tarjeta con hora de relleno	6		
7	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	7		
8			S	Buscar etiqueta	8		
9			PP	Colocar etiqueta en el neumático	9		
10	Colocar neumático en el riel	PP	PP	Colocar neumático en el riel	10		
11	Mover neumático al área de corte de banda y embandado	M			11		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
17		15		2			

- **Movimientos del proceso de corte de banda**

Para este proceso no se realiza ningún cambio, los movimientos son necesarios y en su mayoría son eficientes.

Tabla 111. Diagrama bimanual del proceso de corte de banda, sin cambios

Diagrama bimanual del proceso de corte de banda					
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama: 08 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método: Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1	Revisar información en el computador para tomar dimensiones de las bandas	U	U	Revisar información en el computador para tomar dimensiones de las bandas	1
2			S	Seleccionar rollo de banda	2
3	Tomar rollo de banda		G	Tomar rollo de banda	3
4	Colocar banda en la mesa de corte	PP	PP	Colocar banda en la mesa de corte	4
5			PP	Extender la banda, según la información del neumático	5
6			U	Accionar guillotina y cortar banda	6
7	Tomar extremos de las bandas	RE	RE	Tomar extremos de las bandas	7
8	Pulir puntas o extremos de las bandas	U	U	Pulir puntas o extremos de las bandas	8
9	Enrollar banda	G	G	Enrollar banda	9
10	Mover banda al estante de embandado	M	M	Mover banda al estante de embandado	10
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	
17		16		1	

• **Movimientos del proceso de embandado**

Para este proceso no se realiza ningún cambio, los movimientos son necesarios y en su mayoría son eficientes.

Tabla 112. Diagrama bimanual del proceso de embandado, sin cambios

Diagrama bimanual del proceso de embandado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		09 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Actual	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Posicionar neumático en la embandadora	PP	PP	Posicionar neumático en la embandadora	1		
2	Revisar información en el computador para verificar el tipo de banda a colocar	U	U	Revisar información en el computador para verificar el tipo de banda a colocar	2		
3			U	Encender embandadora	3		
4			S	Seleccionar tiras de cojín	4		
5	Colocar tiras de cojín en el neumático	A	A	Colocar tiras de cojín en el neumático	5		
6			SE	Seleccionar banda	6		
7	Tomar banda	RE	RE	Tomar banda	7		
8	Colocar banda en el neumático	A	A	Colocar banda en el neumático	8		
9			U	Tomar pistola grapadora	9		
10	Grapar extremos de la banda	A	A	Grapar extremos de la banda	10		
	Mover el neumático al riel	M	M	Mover el neumático al riel			
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
18		16		2			

• **Movimientos propuestos para el proceso de vulcanizado**

Para este proceso, se propone tener clasificados los envelopes por categorías “internos” y “externos”, además por tamaños, para no tener que buscar insumos y causar una demora en el armado de envelopes para el vulcanizado.

Tabla 113. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de vulcanizado

Diagrama bimanual del proceso de vulcanizado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		10 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Mover neumático a la envelopadora	M	M	Mover neumático a la envelopadora	1		
2			G	Tomar envelope exterior	2		
3	Colocar envelope exterior	A	A	Colocar envelope exterior	3		
4			S	Buscar paño de caucho perforado	4		
5			G	Tomar paño de caucho perforado	5		
6	Sujetar neumático	G	A	Colocar caucho de paño perforado	6		
7	Mover neumático a la mesa de envelope interno	M	M	Mover neumático a la mesa de envelope interno	7		
8			G	Tomar envelope interno	8		
9	Colocar envelope interno	A	A	Colocar envelope interno	9		
10	Sujetar neumático	G	G	Realizar vacío	10		
11	Colocar neumático en el riel	PP	PP	Colocar neumático en el riel	11		
12			M	Mover neumático al autoclave	12		
13	Vulcanizar	H	H	Vulcanizar	13		
14	Retirar neumáticos del autoclave	M	M	Retirar neumáticos del autoclave	14		
15	Desarmar envelopes	DA	DA	Desarmar envelopes	15		
16	Utilizar computador para registrar información	U	U	Utilizar computador para registrar información	16		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
27		24		3			

• **Movimientos del proceso de inspección final y acabado**

Para este proceso, se establecieron prioridades de orden y limpieza, de modo que, las herramientas empleadas por el usuario estén ubicadas siempre en lugares visibles (estante de herramientas) reduciendo demoras del proceso.

Tabla 114. Diagrama bimanual propuesto para el proceso de inspección final y acabado

Diagrama bimanual del proceso de inspección final y acabado							
Elaborado por:		Stalin Espín		Diagrama:		10 de 11	
Revisado por:		Ing. Víctor Guachimbosa		Método:		Propuesto	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°		
1	Utilizar computadora para revisar información en el sistema	U	U	Utilizar computadora para revisar información en el sistema	1		
2	Retirar grapas y plásticos	DA	DA	Retirar grapas y plásticos	2		
3			G	Tomar pulidora	3		
4	Pulir excesos de relleno	G	G	Pulir excesos de relleno	4		
5			G	Buscar pistola neumática para pintar	5		
6			G	Accionar pistola	6		
7			U	Pintar neumático	7		
8	Utilizar computadora para registrar información en el sistema	U	U	Utilizar computadora para registrar información en el sistema	8		
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes			
12		12		0			

Luego de haber realizado las mejoras con respecto a los movimientos en cada uno de los procesos se obtuvo los siguientes resultados: para el proceso de inspección inicial se suprimieron los movimientos ineficientes, de modo que en la propuesta para este proceso se tiene un total de 14 movimientos eficientes, para el proceso de escariado en la mejora se tiene un total de 22 movimientos entre ellos 21 eficientes y 1 ineficiente, con las mejoras para el proceso de reparaciones se obtuvo 19 movimientos de los cuales 16 son eficientes y 3 ineficientes.

Por otra parte, para el proceso de cementado se propone la ejecución de 12 movimientos (11 eficientes y 1 ineficiente), para el proceso de relleno 15 movimientos eficientes y 2 ineficientes, para el proceso de vulcanizado luego de las mejoras se obtuvo un total de 24 movimientos eficientes y 3 ineficientes, finalmente, para el proceso de inspección final y acabado un total de 12 movimientos efectivos al suprimir los movimientos ineficientes. En la Tabla 115, se presenta la comparativa de los movimientos de la situación actual versus la situación propuesta.

Tabla 115. Resumen de los movimientos actuales del proceso

Resumen de los movimientos – diagramas bimanuales									
N°	Proceso	Movimientos Actuales				Movimientos propuestos			
		Eficientes	Ineficientes	Total	#VIM	Eficientes	Ineficientes	Total	#VIM
1	Limpieza	7	0	7	1	7	0	7	1
2	Inspección inicial	13	2	15	7	14	0	14	4
3	Raspado	17	1	18	2	17	1	18	2
4	Escariado	23	2	25	3	21	1	22	2
5	Reparaciones	20	3	23	4	16	3	19	3
6	Cementado	15	1	16	4	11	1	12	2
7	Relleno	15	2	17	5	15	2	17	5
8	Corte de banda	16	1	17	3	16	1	17	3
9	Embandado	16	2	18	4	16	2	18	4
10	Vulcanizado	23	4	27	5	24	3	27	5
11	Inspección final y acabado	10	2	12	4	12	0	12	4
Total		175	20	195	42	169	14	183	35

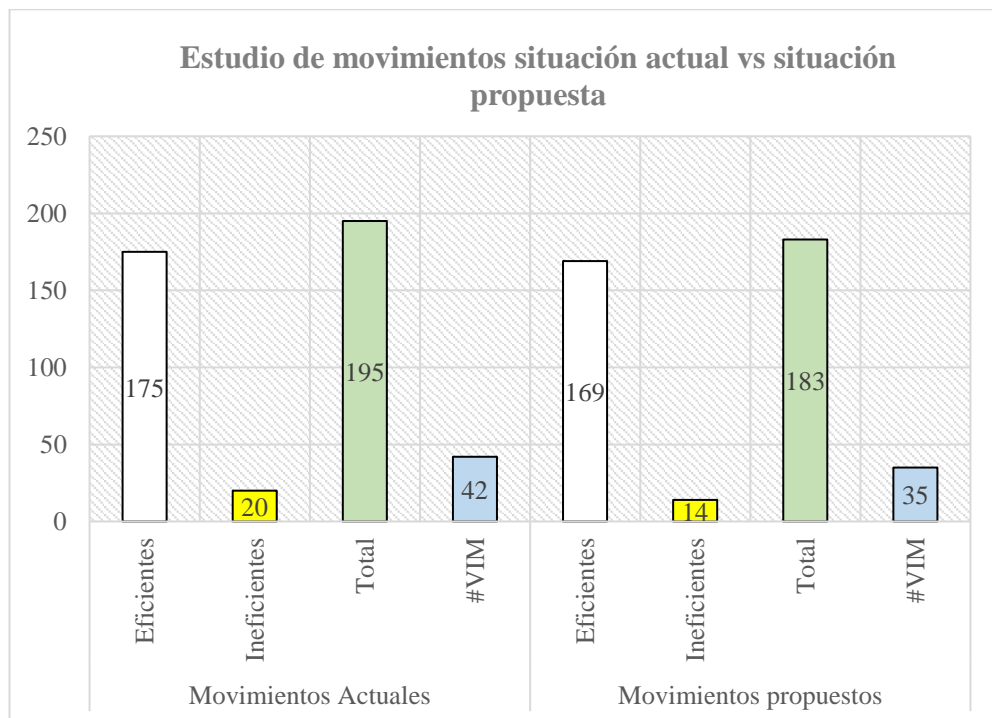


Figura 53. Comparativa de la situación actual vs propuesta - estudio de movimientos

Análisis e interpretación

Una vez establecidas las mejoras en cada una de las etapas del proceso general, la Figura 53, muestra que en la situación actual se realizan 175 movimientos eficientes, mientras que en la situación propuesta solamente son necesarios 169 movimientos, lo que significa un 3.42% de optimización, por otro lado, la ejecución de los movimientos son necesarios para el correcto funcionamiento de las operaciones, sin embargo, se logró simplificar estos 20 movimientos ineficientes a 14 movimientos ineficientes lo que muestra una mejora del 30%.

Por otra parte, al mencionar el número de veces totales que las manos tanto izquierda como derecha permanecen inactivas, con las mejoras propuestas se redujo esta cantidad de 42 a 35 veces inactivas de las dos manos, lo que muestra una reducción del 16.66%.

Finalmente, en la situación actual, se realizan 195 movimientos, mientras que en la situación propuesta se propone la ejecución de 183 movimientos para efectuar el proceso de reencauche de neumáticos. Existe una reducción de 12 movimientos totales que representa un 6.15% de optimización en los movimientos requeridos.

3.2.21 Plan de Mejoras

- **Introducción**

El propósito principal del presente estudio fue el desarrollo de una propuesta de mejora en el proceso del reencauche de neumáticos de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHOSIERRA S.A., para lo cual se ejecutó un estudio de tiempos y movimientos para identificar los problemas que afectan a la productividad del proceso.

La finalidad de este plan de mejoras fue desarrollar un funcionamiento adecuado de la línea de producción de la empresa, optimizado tiempos y movimientos en cada una de las actividades de los puestos de trabajo.

- **Identificar el área de mejora**

De acuerdo con el estudio y análisis realizado en la situación actual del proceso de la empresa, se identificó y determinó que la mejora se debe efectuar generalmente en toda la línea de producción.

- **Causas del problema**

Dentro de esta sección, en primer lugar, se identificaron los posibles problemas que se presentan en el proceso de reencauche ligados con los métodos de trabajo, mano de obra, maquinaria y medioambiente, la Figura 54., muestra el diagrama causa efecto o de Ishikawa.

Al no contar con métodos de trabajo adecuados para el proceso se da origen a la mala organización dentro del área de producción, los operarios no ubican las herramientas o equipos en los lugares determinados y, en muchas ocasiones, estos elementos podrían convertirse en obstáculos, afectando el flujo ideal o afectando su integridad física y todos estos aspectos en conjunto afectan negativamente al sistema por demoras o esperas innecesarias.

Las principales causas negativas que afectan a la productividad del proceso de reencauche se ven relacionados con la mano de obra, los operarios emplean herramientas y equipos para funciones ajenas para las que fueron fabricadas, aumentando movimientos innecesarios a la línea de producción, esto restringe la capacidad productiva del sistema por una falta de estandarización de los procesos.

De igual manera, otro aspecto que afecta negativamente al proceso de producción de la organización se relaciona con la maquinaria, en la etapa de reparaciones se generan cuellos de botella, los mismos que restringen los niveles de productividad y, a la vez provocan retrasos en la entrega de los productos finales a los clientes.

Finalmente, otro de los factores que perjudican al correcto desenvolvimiento de las operaciones del reencauche de neumáticos es el medioambiente de los puestos de trabajo, la falta de orden, en muchos casos, provoca la generación de restos o residuos de caucho de neumáticos que pueden afectar al confort y rendimiento de los operarios.

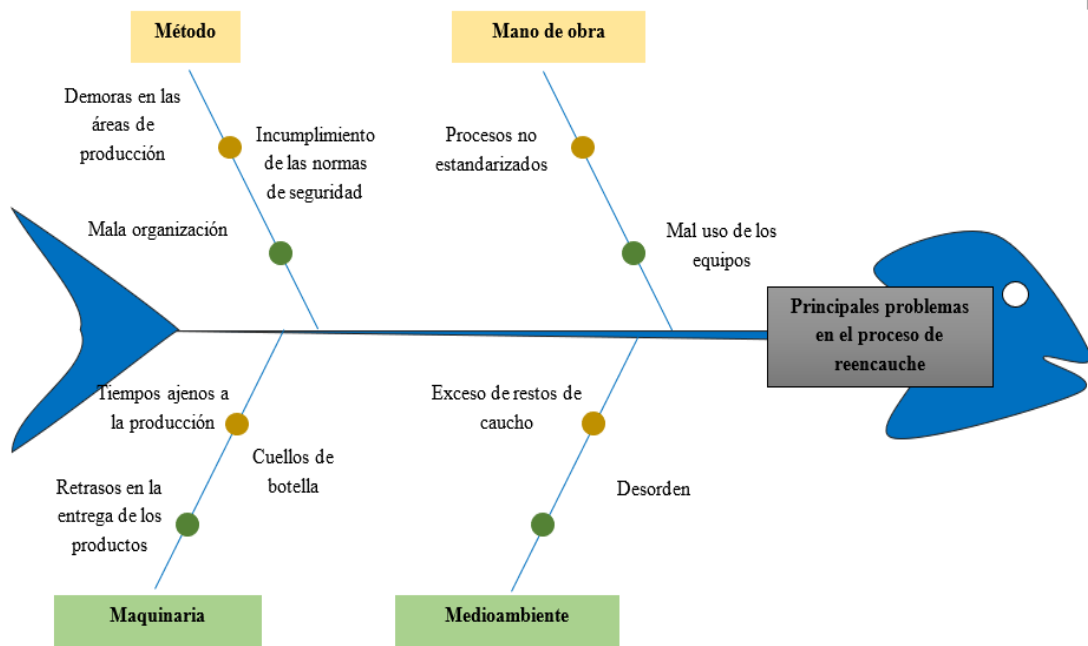


Figura 54. Diagrama causa efecto del reencauche de neumáticos

- **Objetivo**

Mejorar y optimizar la línea de producción del Proceso de Reencauche de neumáticos de la empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A., de acuerdo con la situación actual mediante un estudio de tiempos y movimientos.

- **Matriz FODA**

La Tabla 116, muestra la matriz FODA de la empresa, fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en relación a la línea de producción del reencauche de neumáticos.

Tabla 116. Matriz FODA

Análisis FODA	
Fortalezas (F)	Debilidades (D)
<p>F1. Empresa reconocida a nivel local y nacional.</p> <p>F2. Varios años de experiencia dentro del mercado.</p> <p>F3. Maquinaria de vanguardia para sus procesos.</p> <p>F4. Comunicación interna adecuada, entre administrativos y operarios.</p> <p>F5. Capacidad de mejorar e innovar.</p> <p>F6. Espacio físico y medioambiente de trabajo adecuado</p>	<p>D1. Carencia de adecuados métodos de trabajo.</p> <p>D2. Sobre carga laboral.</p> <p>D3 Falta de planes que motiven a los operadores.</p> <p>D4. Ausencia de estudios relacionados a la mejora de los procesos.</p>
Oportunidades (O)	Amenazas (A)
<p>O1. Oportunidad de crear planes de capacitación para mejorar el desempeño de los operadores.</p> <p>O2. Implementación de métodos de trabajo que mejoren la producción</p> <p>O3. Creación de planes motivacionales.</p> <p>O4. Infraestructura adecuada.</p> <p>O5. Ampliación de la planta de producción</p>	<p>A1. Costos muy altos por la adquisición de maquinaria o equipos.</p> <p>A2. Inestabilidad política y por ende inestabilidad en la empresa.</p> <p>A3. Variación en los precios de la materia prima e insumos.</p> <p>A4. Inseguridad de los usuarios por no conocer lo suficiente acerca del reencauche de neumáticos y tener desconfianza para usar los productos reencauchados.</p>

- **Matriz FODA combinada y su descripción**

La Tabla 117, muestra las estrategias Fortalezas – Oportunidades (FO), estrategias Fortalezas – Amenazas (FA), estrategias Debilidades – Oportunidades (DO) y estrategias Debilidades – Amenazas (DA), con el propósito de determinar las acciones de mejora en la problemática presente.

Tabla 117. Matriz FODA Combinada

Análisis FODA		
Estrategias	O	A
F	Estrategias FO	Estrategias FA
	F1O5	
	F3O1	F2A4
	F4O3	F3A1
	F6O3	F5A3
	F6O2	
D	Estrategias DO	Estrategias DA
	D1O1	
	D1O2	D1A3
	D2O2	D4A3
	D3O3	

A través del análisis FODA, se plantearon ciertas estrategias para el plan de mejora de la empresa, con el propósito de solucionar el problema presente en la línea de producción, véase la Tabla 118.

Tabla 118. Estrategias de mejora

Análisis FODA		
N°	Aspectos	Estrategias
1	F1O5	Adaptar un espacio físico más amplio para el almacenamiento de los insumos, para minimizar el número de pedidos y costos relacionados a la logística.
2	F3O1	Desarrollar planes de capacitación de acuerdo a la adquisición de nuevos equipos o maquinaria, con el fin de agilizar el proceso.
3	F3O3	Realzar charlas para los operadores de modo que se genere un buen espacio de trabajo, mediante la relación de la parte administrativa y la parte operativa.

Análisis FODA		
N°	Aspectos	Estrategias
4	F6O3	Desarrollar planificaciones y planes motivacionales con el fin de mejorar desempeño de los operarios y por ende la capacidad productiva de la empresa.
5	F6O2	Cubrir la producción y demanda de los clientes, en base a la mejora de ellos procesos.
6	F2A4	Proponer alternativas y acciones para mejorar los niveles de seguridad de los productos de modo que los clientes generen una confianza en los neumáticos reencauchados.
7	F3A1	Realizar planes de mantenimiento, para garantizar la funcionalidad de las máquinas y equipos de la empresa.
8	F5A3	Establecer planes de acción para innovar los servicios de la empresa, a abastecerse de materia prima en los suficiente para evitar la variación de los costos de los insumos.
9	D1O1	Implementar metodologías o métodos que permitan realizar un control de los procesos con respecto a la calidad y eficiencia de estos métodos de trabajo.
10	D1O2	Realizar planes de capacitación de modo que se mejoren los niveles de productividad, a través de la implementación de mejoras en la producción.
11	D2O2	Realizar un estudio del proceso en el que se balancee la línea de producción o a la vez un análisis en el que se planifique la producción de una mejor manera para no saturar a los operarios.
12	D3O3	Realizar actividades lúdicas o de recreación fuera del horario de trabajo, de tal manera que se logre motivar a los operadores.
13	D1A3	Mejorar la capacidad y calidad del servicio de modo que se llame la atención de los clientes y de ese modo no depender de la inestabilidad política de nuestro país.
14	D4A3	Realizar un análisis de los métodos de trabajo y un plan de mantenimiento adecuado de modo que logre un ahorro en costos de producción e insumos empleados.

- **Acciones de mejora**

La Tabla 119, muestra las acciones de mejora a alcanzar con el presente plan.

Tabla 119. Acciones de mejora a desarrollarse

Análisis FODA					
N°	Acciones	Dificultad o complejidad	Plazo	Impacto	Priorización
1	Definir responsable o equipo de responsables.	Mínima	Corto plazo	Total, positivo	Prioridad máxima
2	Establecer y definir las actividades que se deben desarrollar.	Media	Corto plazo	Total, positivo	Prioridad máxima

La Tabla 120, muestra las acciones para mejorar la línea de producción del reencauche de neumáticos.

Tabla 120. Acciones de mejora para la producción

Proceso de Reencauche	
Problemática	La empresa presenta cierto tipo de falencias ocasionadas por la falta de organización en sus etapas productivas, por la carencia de tiempos estandarizados, por la existencia de tiempos de ocio excesivos, así como la presencia de desplazamientos largos entre las distintas operaciones que componen el proceso de reencauche.
Causas generadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de aplicación de las 5S's en el área de producción. - Mala organización.
Meta para alcanzar	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar y optimizar la línea de producción. - Economizar la utilización de los materiales, recursos, insumos y de la mano de obra.
Acciones de mejora	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar la metodología de las 5S's. - Realizar capacitaciones y charlas motivacionales a los operarios. - Realizar diagramas de procesos.

	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir la generación de desechos. - Mejorar los tiempos de procesamiento de los procesos y de toda la producción. - Mantener organizada y limpia la planta de producción. - Realizar planes de mantenimiento preventivo, para tratar de evitar paros de producción.
--	---

- **Planificación**

Para ejecutar la de una manera adecuada la planificación de las acciones de mejora, se consideran una escala de calificación y se establece los plazos de implementación e identificar los impactos de las acciones de mejora.

Dificultad de implementación:

- Máxima = 1
- Media = 2
- Mínima = 3
- Ninguna = 4

Plazo de implementación

- Largo plazo = 1
- Mediano plazo = 2
- Corto plazo = 3
- Inmediato = 4

Impacto

- Ninguno = 1
- Medio = 2
- Alto = 3
- Máximo = 4

La Tabla 121, muestra la valoración de las acciones, donde la priorización es la suma de los asignados a la dificultad, al plazo y al impacto.

Tabla 121. Valoración de las acciones de mejora

Análisis FODA					
N°	Acciones de mejora	Dificultad o complejidad	Plazo	Impacto	Priorización
1	Aplicar la metodología de las 5S's.	3	3	4	10
2	Realizar capacitaciones y charlas motivacionales a los operarios.	3	3	4	10
3	Realizar diagramas de procesos.	2	1	4	7
4	Reducir la generación de desechos.	4	3	3	10
5	Mejorar los tiempos de procesamiento de los procesos y de toda la producción.	3	3	4	10
6	Mantener organizada y limpia la planta de producción.	3	1	3	7
7	Realizar planes de mantenimiento preventivo, para tratar de evitar paros de producción.	1	1	4	6

Las acciones con un mayor puntaje de priorización son aquellas que deben realizarse de manera inmediata dentro de la línea de producción para el caso de la empresa se tiene:

- Realizar capacitaciones y charlas motivacionales a los operarios.
- Aplicar la metodología de las 5S's.
- Mejorar los tiempos de procesamiento de los procesos y de toda la producción.
- Reducir la generación de desechos.
- Realizar diagramas de procesos.

- Mantener organizada y limpia la planta de producción.
- Realizar planes de mantenimiento preventivo, para tratar de evitar paros de producción.

- **Seguimiento**

La Tabla 122, muestra las actividades de mejora que deben ejecutarse para el seguimiento del presente plan de mejoras para la línea de producción de reencauche de neumáticos.

Tabla 122. Acciones de mejora a desarrollarse

Seguimiento del plan de mejora				
Nº	Acciones de mejoramiento	Tareas	Responsable	Encargado del seguimiento
1	Realizar capacitaciones y charlas motivacionales a los operarios.	Desarrollar capacitaciones referentes a la mejora de los procesos y al manejo seguro de equipos y máquinas	Investigador	Jefe de producción
2	Aplicar la metodología de las 5S's.	Clasificación Orden Limpieza Estandarización Disciplina	Jefe de producción	Jefe de producción
3	Mejorar los tiempos de procesamiento de los procesos y de toda la producción.	Ejecución de estudios de tiempos y movientes, en conjunto con otras metodologías de mejora.	Jefe de producción	Jefe de producción
4	Reducir la generación de desechos.	Optimizar el uso de los insumos y evitar reprocesos	Operadores	Jefe de producción
5	Realizar diagramas de procesos.	Elaboración de los diagramas de flujo de los procesos	Asistente de producción	Jefe de producción
6	Mantener organizada y limpia la planta de producción.	Colocar los elementos necesarios para la producción en sus lugares específicos.	Jefe de producción	Jefe de producción

Seguimiento del plan de mejora				
Nº	Acciones de mejoramiento	Tareas	Responsable	Encargado del seguimiento
7	Realizar planes de mantenimiento preventivo, para tratar de evitar paros de producción.	Desarrollar planes de mantenimiento preventivo programado de tal forma que no se generen paros de producción.	Jefe de mantenimiento	Jefe de producción

- **Planteamiento de la mejora propuesta**

Las mejoras propuestas para el proceso de producción del reencauche de neumáticos se toman en base a las consideraciones y especificaciones detalladas en el apartado 3.1.4 de este proyecto de investigación.

- **Diagrama sinóptico de la mejora propuesta**

A continuación, desde la Figura 55, hasta la Figura 64, se muestran los diagramas sinópticos propuestos para el proceso de productivo del reencauche de neumáticos.

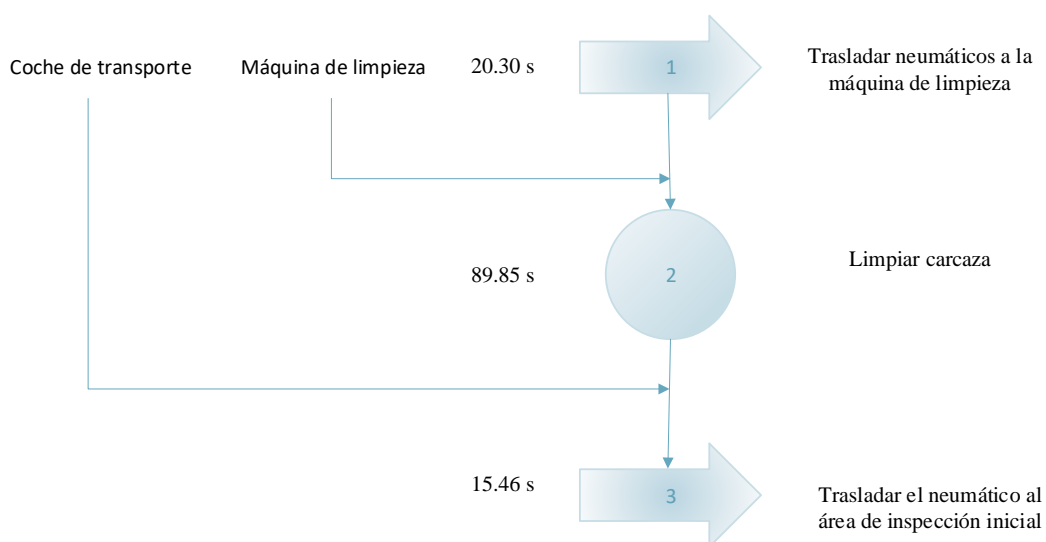


Figura 55. Diagrama sinóptico del proceso de limpieza

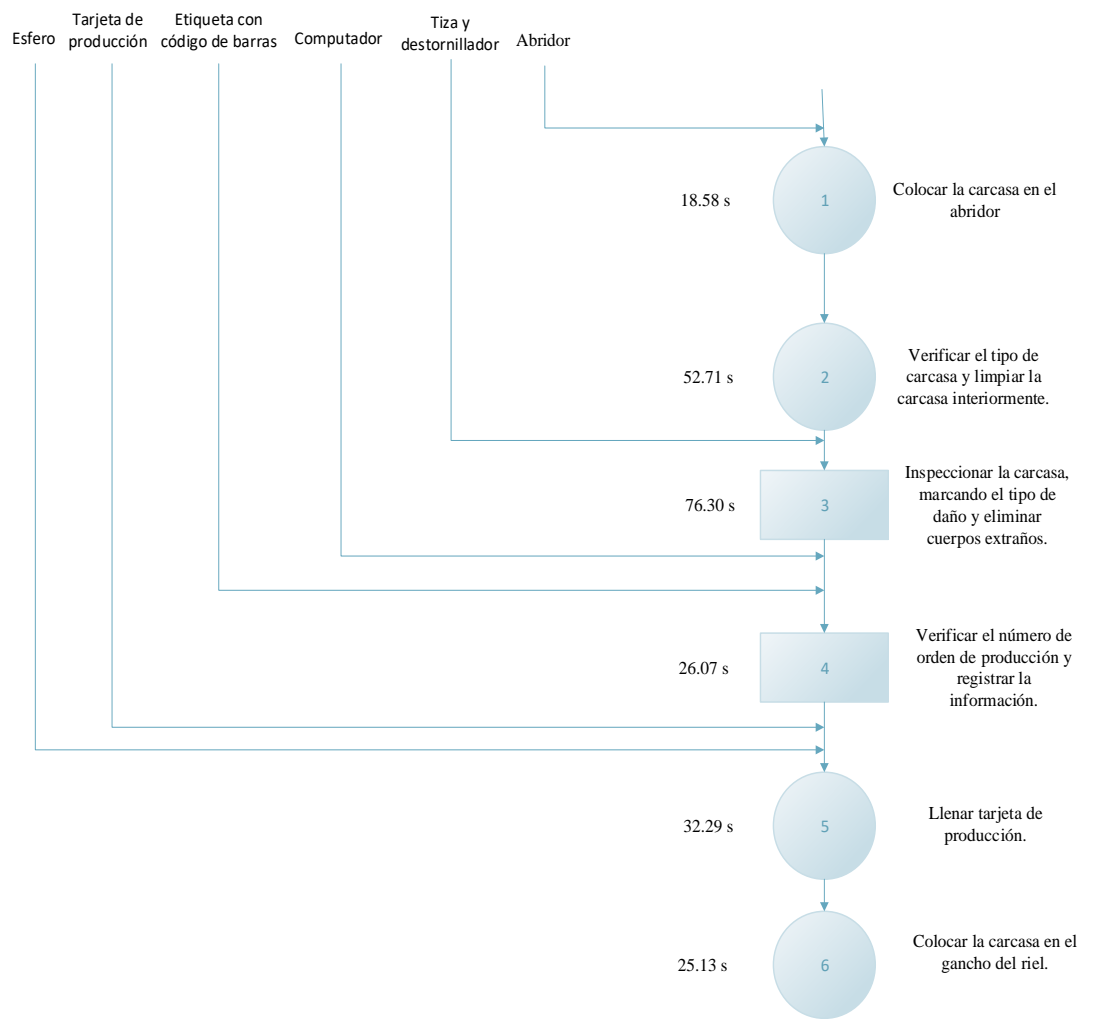


Figura 56. Diagrama sinóptico del proceso de inspección inicial

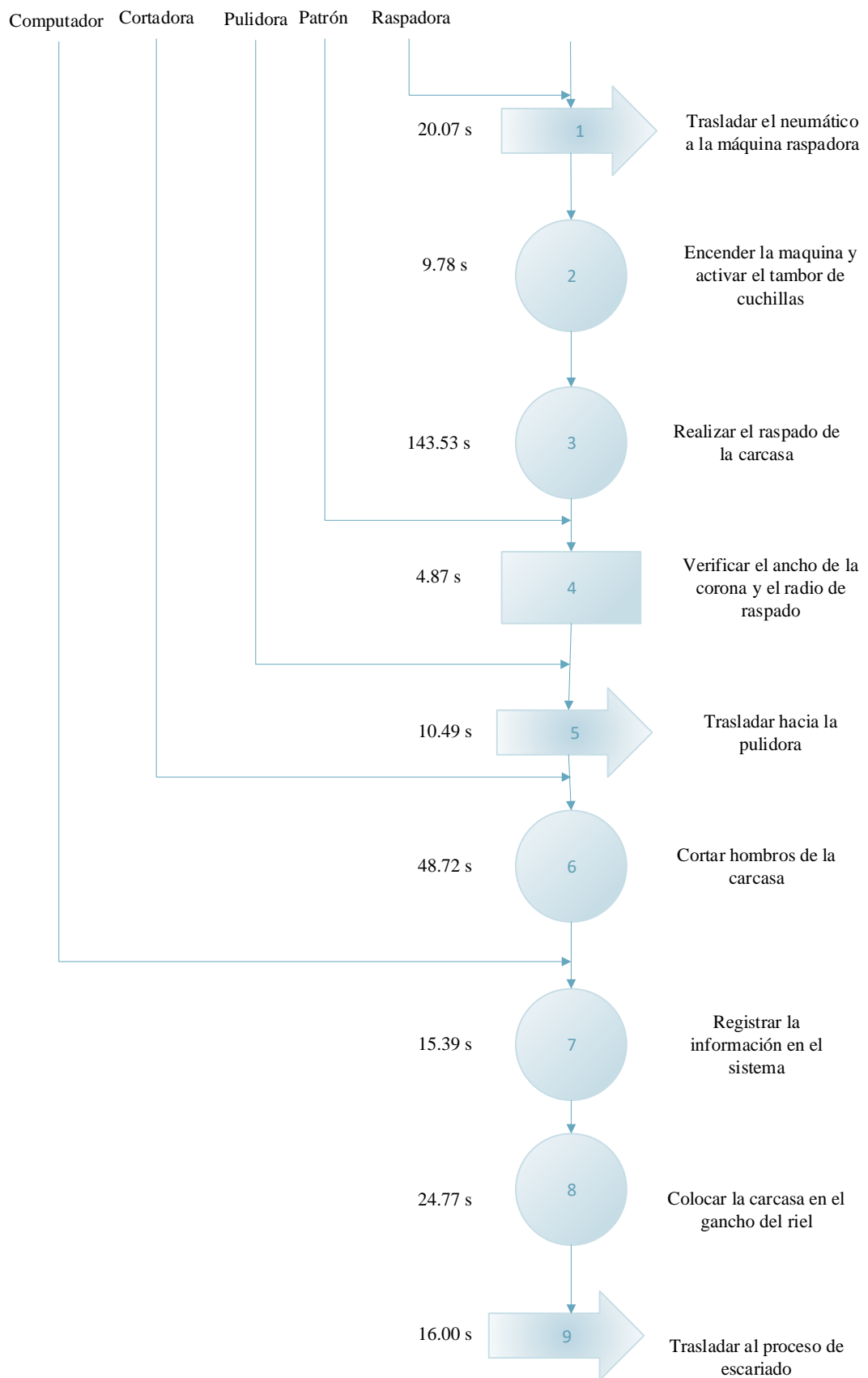


Figura 57. Diagrama sinóptico del proceso de raspado

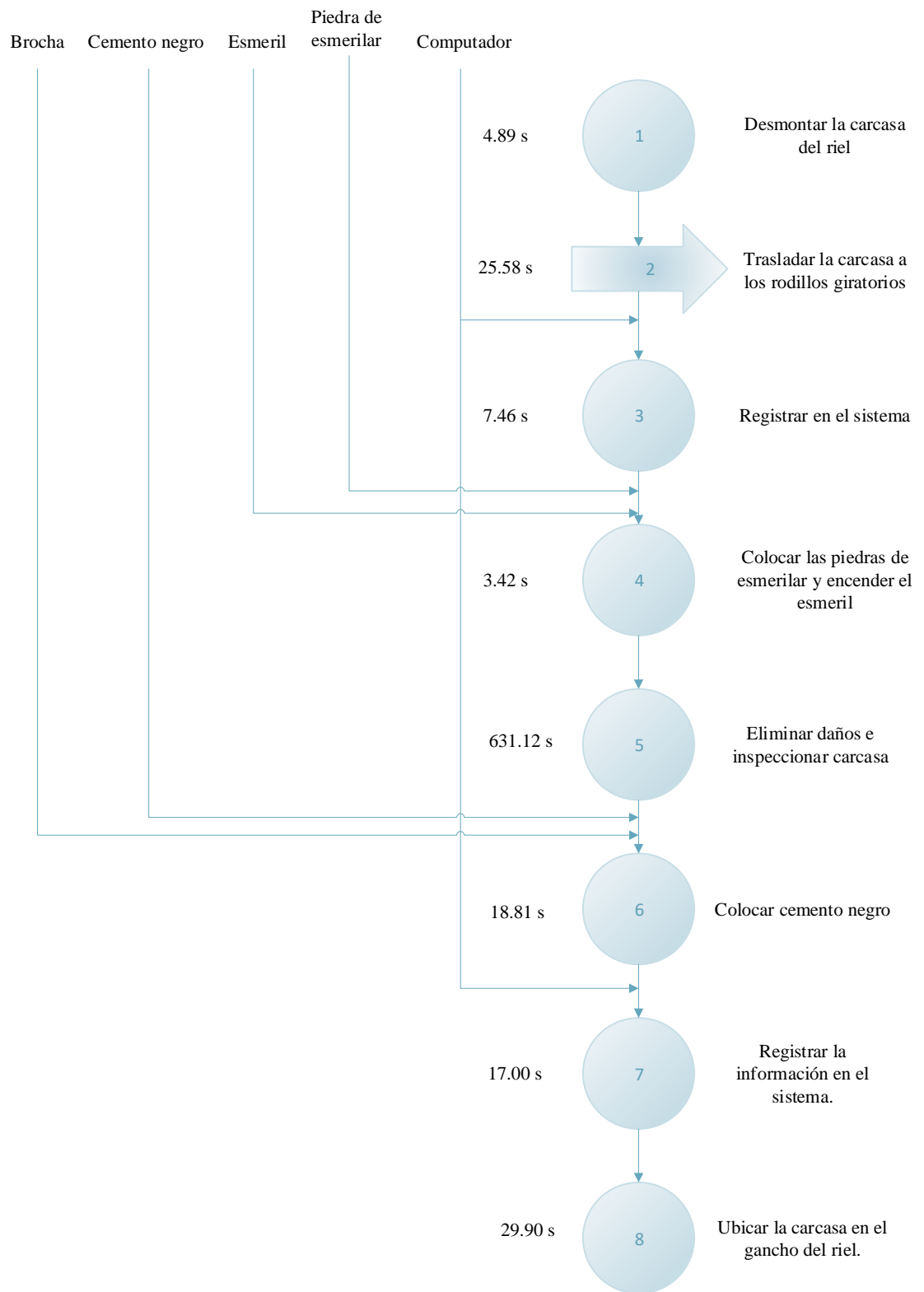


Figura 58. Diagrama sinóptico del proceso de escariado

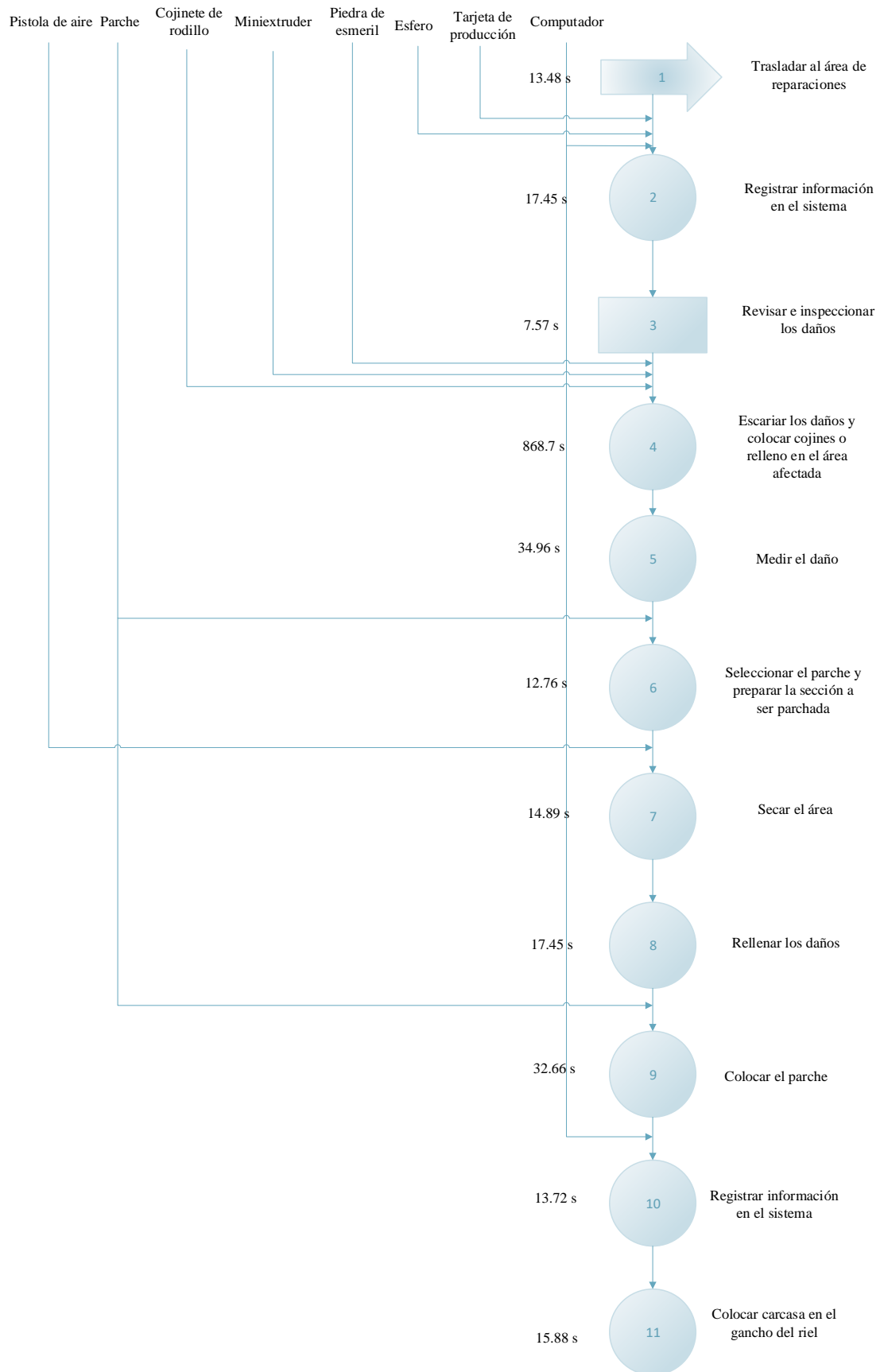


Figura 59. Diagrama sinóptico del proceso de reparaciones

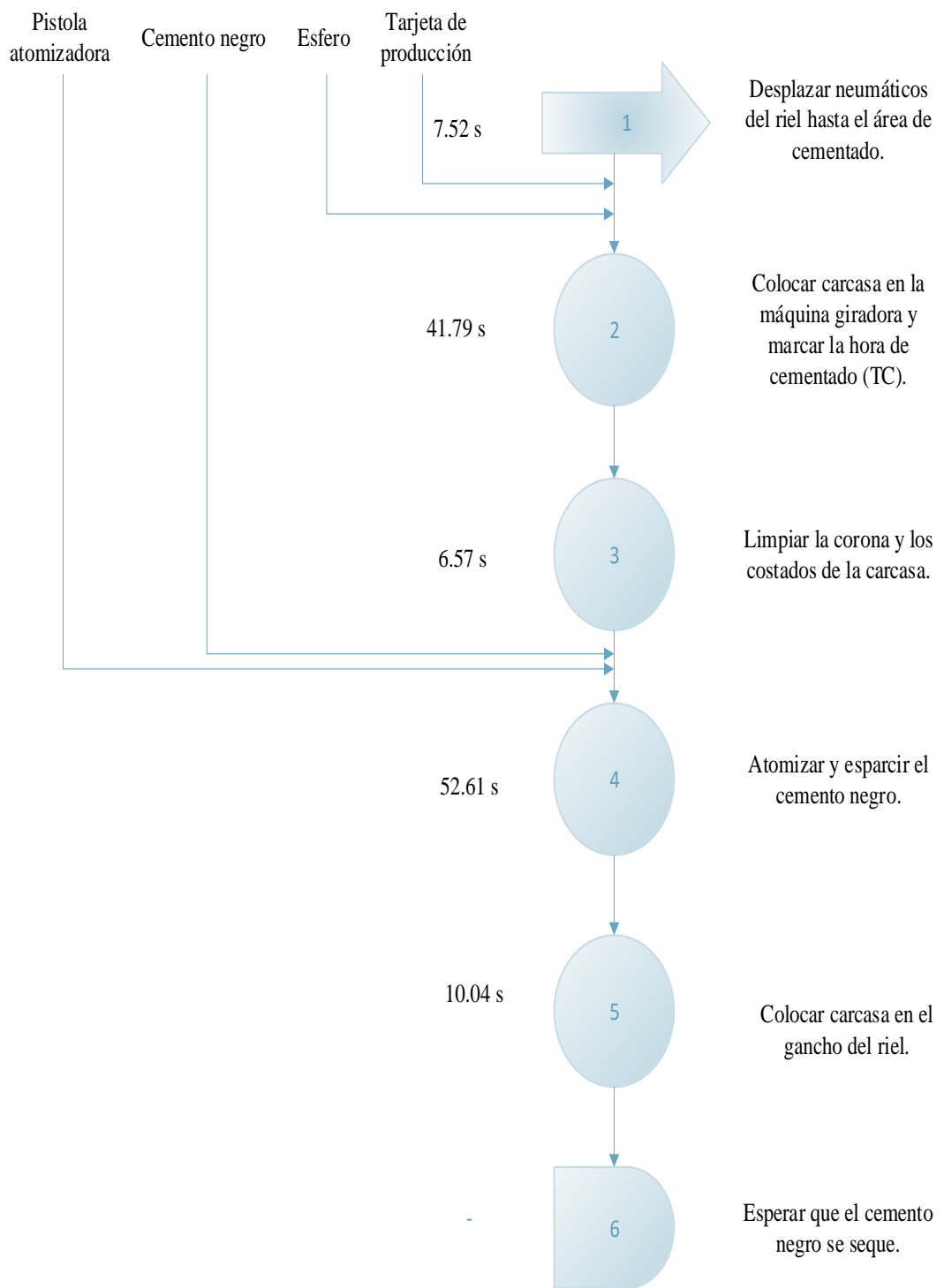


Figura 60. Diagrama sinóptico del proceso de cementado

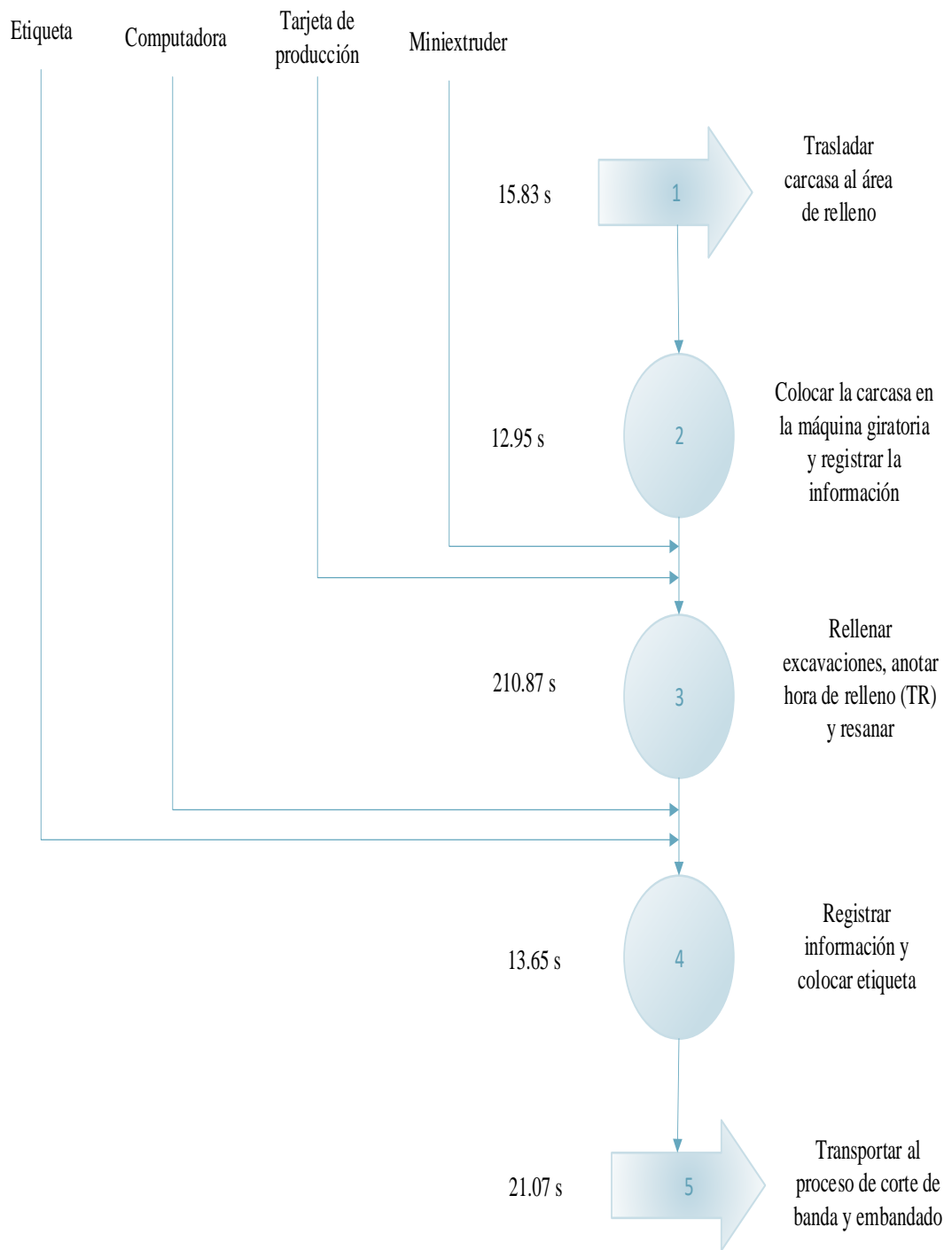


Figura 61. Diagrama sinóptico del proceso de corte de banda

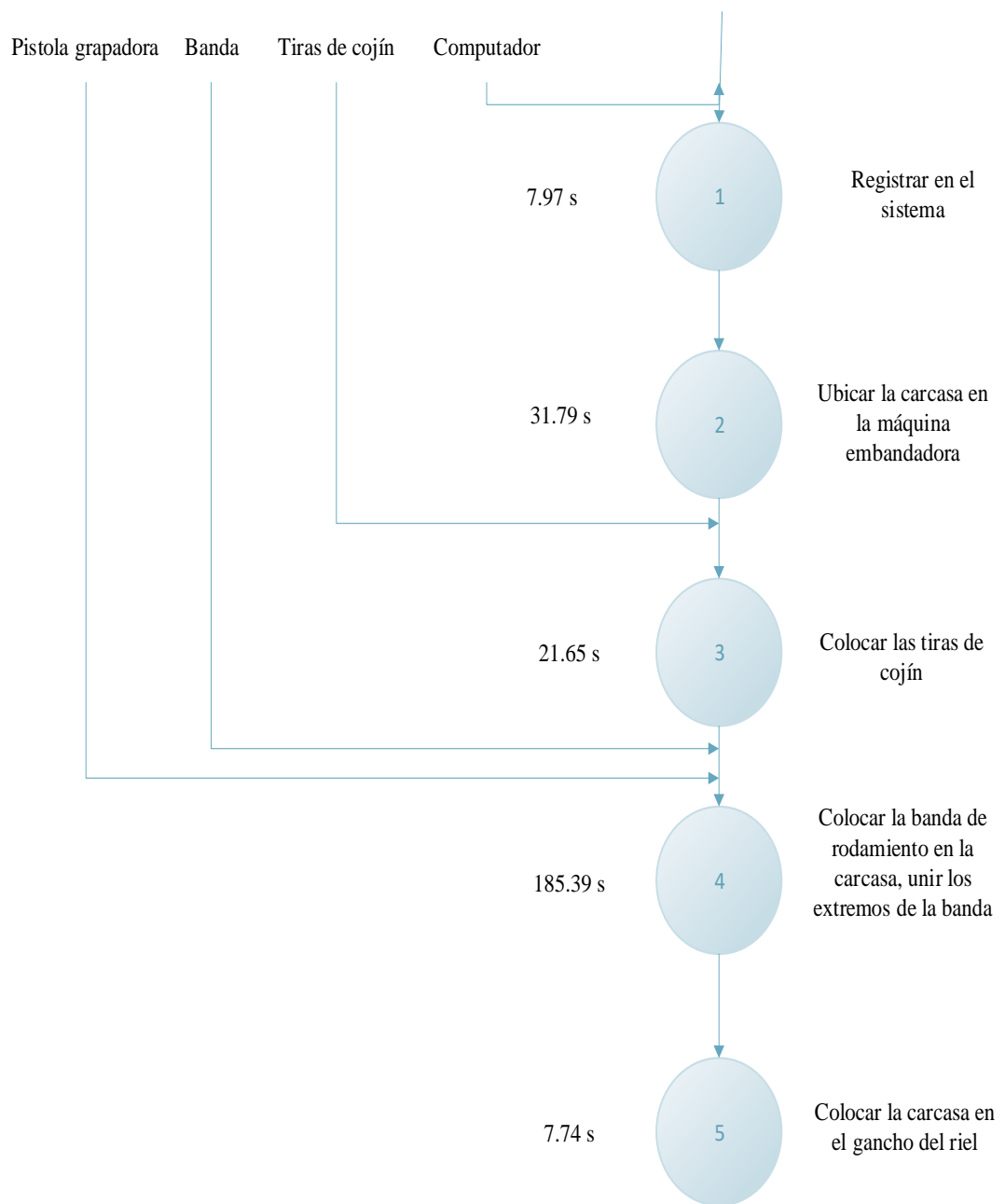


Figura 62. Diagrama sinóptico del proceso de embandado

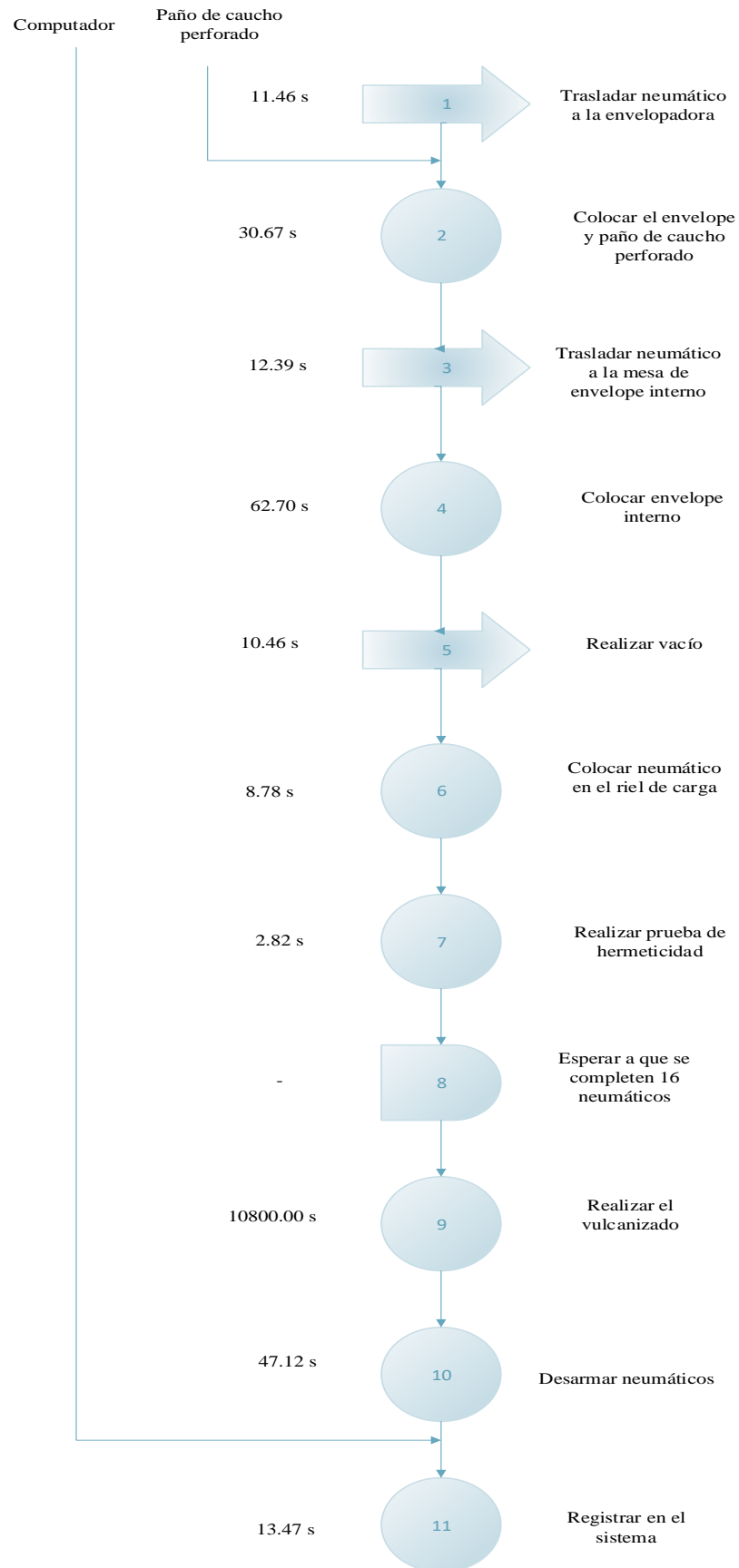


Figura 63. Diagrama sinóptico del vulcanizado

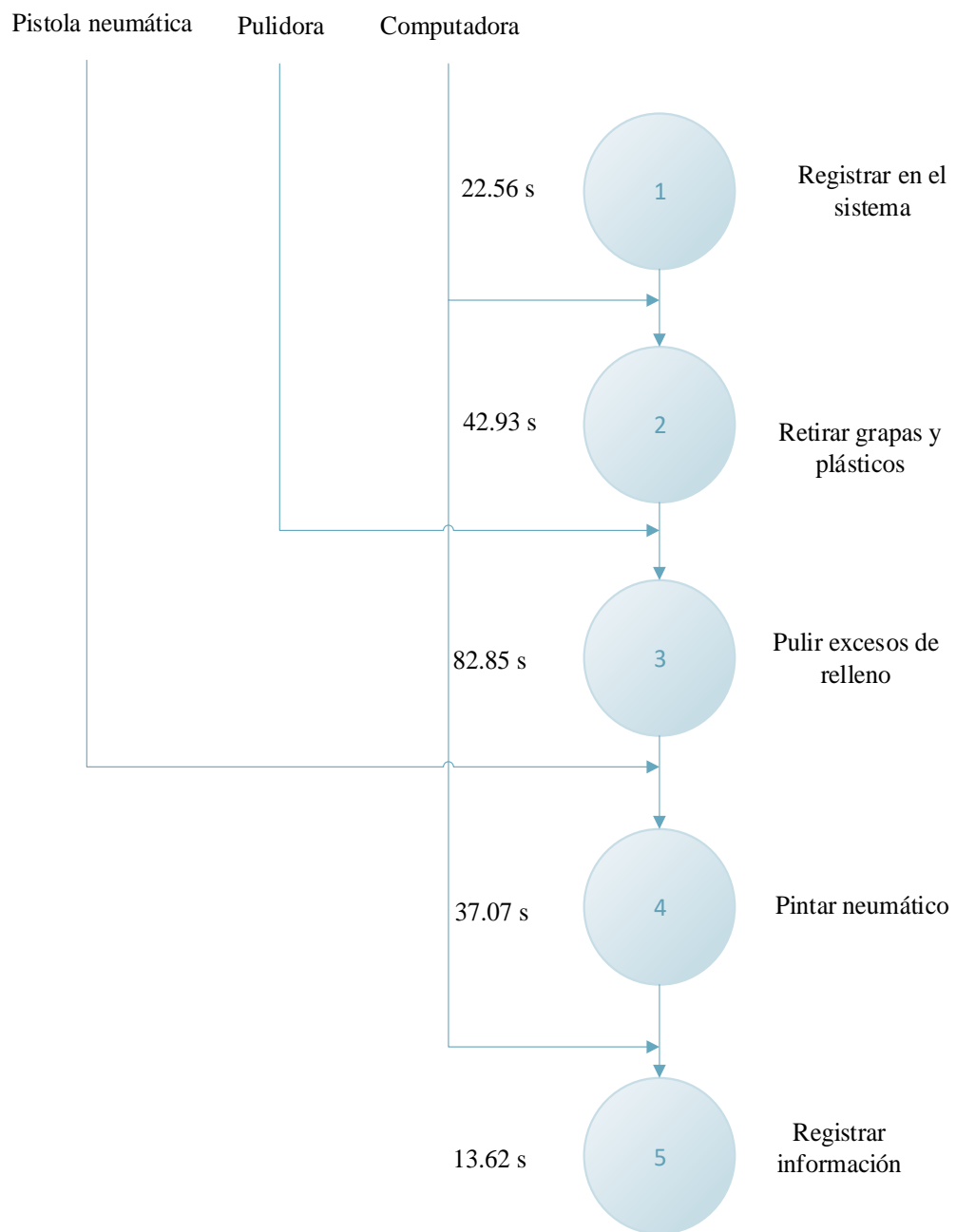


Figura 64. Diagrama sinóptico del inspección final y acabado















- **Cursograma analítico mejora propuesta**

Los cursogramas analíticos propuestos para las etapas del proceso de producción se evidencian a continuación.

- **Cursograma analítico propuesto para el proceso de limpieza**

La Tabla 123, muestra el cursograma propuesto para el proceso de limpieza, derivado del proceso de extracción de impurezas de la carcasa, se redujo el tiempo mediante el cambio de actividades en procedimientos anteriores.

Tabla 123. Cursograma analítico del proceso de limpieza propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:				Propuesto			
		Producto:				Neumáticos reencauchados			
		Proceso:				Limpieza			
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		1 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Trasladar neumáticos a la máquina de limpieza.	20.30							
2	Limpiar carcasa.	89.85							
3	Trasladar el neumático al área de inspección inicial.	15.46							
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):		125.61			
OPERACIÓN		1		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		2							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		3							

- **Cursograma analítico propuesto para el proceso de inspección inicial**






















La Tabla 124, muestra el cursograma analítico propuesto para el proceso de inspección inicial.

Tabla 124. Cursograma analítico del proceso de inspección inicial propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Inspección inicial				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		2 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimbosa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	→	■	◐	▼	
1	Colocar la carcasa en el abridor.	18.58		●					
2	Verificar el tipo de carcasa y limpiar la carcasa interiormente.	52.71		●					Si la antigüedad es mayor a 7 años no se considera para el reencauche.
3	Inspeccionar la carcasa, marcando el tipo de daño y eliminar cuerpos extraños.	76.30				●			
4	Verificar el número de orden de producción y registrar la información.	26.07				●			En esta actividad se coloca un código de barras ya generado.
5	Llenar tarjeta de producción.	32.29		●					
6	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	25.13		●					Para ser trasladad al siguiente proceso.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			231.09		
OPERACIÓN	●	4		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	→	0							
INSPECCIÓN	■	2							
DEMORA	◐	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		6							

- **Cursograma analítico del proceso de raspado**

Tabla 125. Cursograma analítico del proceso de raspado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesta				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Raspado				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja: 3 de 11				
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama: 1				
Responsable (s):		Operario			Fecha: 25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Trasladar el neumático a la máquina raspadora.	20.07	1.25						
2	Encender la máquina y activar el tambor de cuchillas.	9.78							
3	Realizar el raspado de la carcasa.	143.53							Verificar si el producto es no conforme.
4	Verificar el ancho de la corona y el radio de raspado.	4.87							Si no es el correcto realizar el paso 3.
5	Trasladar hacia la pulidora.	10.49							
6	Cortar hombros de la carcasa.	48.72							
7	Registrar la información en el sistema.	15.39							
8	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	24.77							
9	Trasladar al proceso de escariado.	16.00							
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			293.62		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):			1.25		
TRANSPORTE		3							
INSPECCIÓN		1							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		9							

- **Cursograma analítico del proceso de escariado**

Tabla 126. Cursograma analítico del proceso de escariado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Escariado				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	4 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Desmontar la carcasa del riel.	4.89							
2	Trasladar la carcasa a los rodillos giratorios.	25.58							
3	Registrar en el sistema.	7.46							Inicio del proceso.
4	Colocar las piedras de esmerilar y encender el esmeril.	3.42							Se colocan diferentes tipos de piedras de acuerdo con el tipo de trabajo que se va a realizar.
5	Eliminar daños e inspeccionar carcasa.	631.12							
6	Colocar cemento negro.	18.81							Registrar información y mantener la información de reencauches anteriores.
7	Registrar la información en el sistema.	17.00							
8	Ubicar la carcasa en el gancho del riel.	29.90							Para ser trasladada al siguiente proceso.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			738.18		
OPERACIÓN		7		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		1							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		8							

• **Cursograma analítico propuesto para el proceso de reparaciones**


La Tabla 127, muestra el cursograma analítico propuesto para reducir el tiempo del proceso de reparaciones.

Tabla 127. Cursograma analítico del proceso de reparaciones propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Reparaciones				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	5 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimbosa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	◐	▼	
1	Trasladar al área de reparaciones.	13.48							
2	Registrar información en el sistema.	17.45		●					Inicio del proceso.
3	Revisar e inspeccionar los daños.	7.57				●			Identificarlo de acuerdo la simbología correspondiente a cada daño. Si es producto no conforme registrar la información.
4	Escariar los daños y colocar cojines o relleno en el área afectada.	868.7		●					Se emplea cojines o relleno según lo amerite la textura de la carcasa.
5	Medir el daño.	34.96		●					Con respecto al tipo de llanta y ubicación del daño.
6	Seleccionar el parche y preparar la sección a ser parchada.	12.76		●					De acuerdo con las dimensiones del daño.
7	Secar el área.	14.89		●					
8	Rellenar los daños.	17.45		●					Verificar que el relleno no presente burbujas de aire.
9	Colocar el parche.	32.66		●					
10	Registrar información en el sistema.	13.72		●					
11	Colocar carcasa en el gancho del riel.	15.88		●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			1049.52		
OPERACIÓN	●	9		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	➔	1							
INSPECCIÓN	■	1							
DEMORA	◐	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		11							

• **Cursograma analítico del proceso de cementado**

















Tabla 128. Cursograma analítico del proceso de cementado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Cementado				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		6 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	◐	▼	
1	Desplazar neumáticos del riel hasta el área de cementado.	7.52			●				
2	Colocar carcasa en la máquina giradora y marcar la hora de cementado (TC).	41.79			●				
3	Limpiar la corona y los costados de la carcasa.	6.57			●				
4	Atomizar y esparcir el cemento negro.	52.61			●				Se emplea una pistola atomizadora.
5	Colocar carcasa en el gancho del riel.	10.04			●				
6	Esperar que el cemento negro se seque.	-						●	
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			118.53		
OPERACIÓN	●	4		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	➔	1							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	◐	1							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		6							

- **Cursograma analítico propuesto para el proceso de relleno**


Una vez realizada la prueba piloto, el proceso de relleno con respecto a las actividades “registrar información” y “colocar etiquetas” se realizó la combinación para optimizar tiempos dentro de esta etapa de la producción.

Tabla 129. Cursograma analítico del proceso de relleno propuesto

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Relleno				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		7 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Trasladar carcasa al área de relleno.	15.83							
2	Colocar la carcasa en la máquina giratoria y registrar la información.	12.95							
3	Rellenar excavaciones, anotar hora de relleno (TR) y resanar.	210.87							
4	Registrar información y colocar etiqueta.	13.65							
5	Transportar al proceso de corte de banda y embandado.	21.07							Mediante el gancho riel.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			274.37		
OPERACIÓN		3		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		2							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		6							

- **Cursograma analítico del proceso de corte de banda**

Tabla 130. Cursograma analítico del proceso de corte de banda

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL			EQUIPO				
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Corte de banda				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		8 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	◐	▼	
1	Registrar en el sistema y tomar dimensiones de la banda.	14.70		●					
2	Preparar rollo de la banda.	64.13		●					
3	Colocar la banda en la mesa de trabajo.	7.76		●					
4	Registrar en el sistema.	9.48		●					
5	Corta la banda.	3.05		●					De acuerdo con la longitud del neumático previamente registrado en el proceso de inspección inicial.
6	Pulir las puntas de la banda cortada.	32.97		●					
7	Enrollar la banda y trasladar al estante de embandado.	80.10		●					
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			212,19		
OPERACIÓN	●	7		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE	➔	0							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	◐	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		7							























- **Cursograma analítico del proceso de embandado**

Tabla 131. Cursograma analítico del proceso de embandado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Embandado				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	9 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Registrar en el sistema.	7.97							Inicio del proceso.
2	Ubicar la carcasa en la máquina embandadora.	31.79							El ancho del RIN debe coincidir con el ancho del neumático.
3	Colocar las tiras de cojín.	21.65							Para corregir las superficies irregulares.
4	Colocar la banda de rodamiento en la carcasa, unir los extremos de la banda.	185.39							Registrar en el sistema.
5	Colocar la carcasa en el gancho del riel.	7.74							Para trasladarla al área de vulcanizado.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			254,54		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		5							

















- **Cursograma analítico del proceso de vulcanizado**

Tabla 132. Cursograma analítico del proceso de vulcanizado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Vulcanizado sin RIN				
Realizado por:		Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:		10 de 11		
Aprobado por:		PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:		1		
Responsable (s):		Operario			Fecha:		25/3/2022		
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Trasladar neumático a la envelopadora.	11.46							Inicio del proceso.
2	Colocar el envelope y paño de caucho perforado.	30.67							Se elige el envelope de acuerdo con el tamaño de la llanta.
3	Trasladar neumático a la mesa de envelope interno.	12.39							
4	Colocar envelope interno.	62.70							Inflarlo de 15 a 30 PSI.
5	Realizar vacío.	10.46							
6	Colocar neumático en el riel de carga.	8.78							
7	Realizar prueba de hermeticidad.	2.82							
8	Esperar a que se completen 16 neumáticos.	-							
9	Realizar el vulcanizado.	10800.00							Registrar los parámetros reales. Mediante el uso de las máquinas denominadas autoclaves.
10	Desarmar neumáticos.	47.12							Quitar envelopes internos y externos.
11	Registrar en el sistema.	13.47							Registrar los neumáticos que han sido vulcanizados.
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			10999,87		
OPERACIÓN		7		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		3							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		1							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		11							

- **Cursograma analítico del proceso de inspección final y acabado**

Tabla 133. Cursograma analítico del proceso de inspección final y acabado

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:			Propuesto				
		Producto:			Neumáticos reencauchados				
		Proceso:			Inspección final y acabado				
Realizado por:	Stalin Fabricio Espín Silva			Hoja:	11 de 11				
Aprobado por:	PhD. Víctor Guachimposa			Diagrama:	1				
Responsable (s):	Operario			Fecha:	25/3/2022				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
									
1	Registrar en el sistema.	22.56							
2	Retirar grapas y plásticos.	42.93							
3	Pulir excesos de relleno.	82.85							
4	Pintar neumático.	37.07							
5	Registrar información.	13.62							Producto conforme o no conforme y/o para reproceso
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):			199,03		
OPERACIÓN		5		DISTANCIA (m):					
TRANSPORTE		0							
INSPECCIÓN		0							
DEMORA		0							
ALMACENAJE		0							
TOTAL		5							

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La empresa REENCAUCHADORA DE LA SIERRA, CAUCHO SIERRA S.A., cuenta con una infraestructura adecuada de su planta de producción, además, dispone de equipos y maquinaria de punta que garantizan la calidad de los procesos y servicios brindados, los productos – servicios que brinda la empresa son: Reencauche de neumáticos: Mantenimiento y reparación, instalación, cambio de neumáticos (llantas) y tubos (vulcanizadora), ventas al por mayor de otros productos diversos para el consumidor, servicio de apoyo a la fabricación de cubiertas y cámaras de caucho, recauchutado de cubiertas de caucho a cambio de una retribución o por contrato, venta al por menor de todo tipo de partes, componentes, suministros, herramientas y accesorios para vehículos automotores como: neumáticos (llantas) cámaras de aire para neumáticos (tubo), incluye bujías, baterías, equipo de iluminación partes y piezas eléctricas y venta al por mayor de artículos de caucho.
- De acuerdo con la situación actual y de servicios – productos de la empresa, se realizó un diagnóstico de la situación actual con respecto a los ingresos y/o ventas mediante la aplicación de un análisis ABC del historial de ventas de la empresa durante el años 2021, el propósito fue identificar y determinar el servicio – producto de mayor demanda, dando como resultado que el más representativo fue el reencauche de neumáticos con ventas de \$459741.43 anuales aproximadamente lo que representa un 44.85% de ingresos.
- Una vez definido el servicio – producto de mayor demanda de la empresa, la investigación se centró en el proceso de reencauche de neumáticos, de modo que, se realizado un levantamiento de la información correspondiente a cada una de las etapas productivas; mediante el levantamiento de procesos, flujogramas y cursogramas analíticos, se detallaron las diferentes actividades que conforman las etapas de producción identificando el objetivo, las entradas y salidas, recursos, nombre del proceso, codificación del formato.

- De este análisis inicial se evidenció que el proceso está conformado por las etapas de limpieza, inspección inicial, raspado, escariado, reparaciones, cementado, relleno, corte de banda, embandado, vulcanizado e inspección final y acabado, contemplando cada una de las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, almacenajes y sus respectivas observaciones.
- Para el estudio de tiempos se obtuvieron mediciones preliminares del tiempo que toma la ejecución de cada subprocesso, se determinó el número de observaciones recomendadas según el criterio de la General Electric, obteniendo 3 observaciones inicialmente, sin embargo, para compensar el error en las mediciones se procedió a realizar 10 observaciones. Se determinó el índice de desempeño del trabajador en cada proceso y los respectivos suplementos para conseguir el tiempo estándar de toda la producción.
- Mediante el desarrollo del estudio de tiempos, se determinó que el tiempo estándar del proceso fue de 253.13 minutos, distribuidos en: el tiempo estándar del proceso de limpieza fue de 3.39 minutos; el tiempo estándar del proceso de inspección inicial fue de 23.09 minutos; el tiempo estándar del proceso de escariado fue de 8.48 minutos; el tiempo estándar del proceso de reparaciones fue de 23.09 minutos; el tiempo estándar del proceso de cementado fue de 2.63 minutos; el tiempo estándar del proceso de relleno fue de 4.74 minutos; el tiempo estándar del proceso de corte de banda fue de 4.62 minutos; el tiempo estándar del proceso de vulcanizado fue de 180 minutos (para 16 neumáticos) y; el tiempo estándar del proceso de inspección final fue de 4.42 minutos.
- Con el estudio de tiempos finalizado, se procedió a analizar la capacidad de producción diaria de 60 neumáticos reencauchados, semanal de 303 neumáticos reencauchados y mensual de 1213 neumáticos reencauchados. Se evidenció que el proceso de reencauche de neumáticos al producir 16 neumáticos en 3 horas (11,25 minutos por producto), se consideró como el cuello de botella, sin embargo, al ser un proceso conformado por 2 autoclaves, este tiempo se reduce a la mitad (5.62 minutos por producto), ubicando a otro proceso como el cuello (reparaciones).

- Del estudio de tiempos de la situación actual de cada etapa el proceso se evidenció que: el proceso de limpieza tiene 7 operaciones eficientes; el proceso de inspección inicial tiene 13 operaciones eficientes y 2 operaciones ineficientes; el proceso de raspado tiene 17 operaciones eficientes y 1 operación ineficiente; el proceso de escariado tiene 23 operaciones eficientes y 2 operaciones ineficientes; el proceso de reparaciones tiene 20 operaciones eficientes y 3 operaciones ineficientes; el proceso de cementado tiene 15 operaciones eficientes y 1 operación ineficiente; el proceso de relleno tiene 15 operaciones eficientes y 2 operaciones ineficientes; el proceso de corte de banda tiene 16 operaciones eficientes y 1 operación ineficiente; el proceso de embandado tiene 16 operaciones eficientes y 2 operaciones ineficientes; el proceso de vulcanizado tiene 23 operaciones eficientes y 4 operaciones ineficientes y; el proceso de inspección final tiene 10 operaciones eficientes y 2 operaciones ineficientes.
- Para establecer las propuestas de mejora con respecto al estudio de tiempos, se modificaron los métodos de trabajo, sobre todo en el proceso de reparaciones por su alta cantidad de actividades innecesarias, los cambios sustanciales fueron que la combinación de las tareas para los operarios, dando como resultado la productividad diaria de 64 llantas, mensual de 320 llantas y anualmente de 1280 llantas, mejorando la producción global en un 5,67%
- Una establecidas las mejoras con respecto al estudio de movimientos en cada una de las fases del proceso, se evidenció que, en la situación actual, se realizaba 175 movimientos eficientes y, para la propuesta de mejora, se observaron 169 movimientos eficientes, esto sugiere una optimización general interna del 3.42%. La ejecución de movimientos no eficientes se redujo en un 30% del total identificado.
- Por otra parte, el número de veces totales que las dos manos permanecen inactivas, con las mejoras propuestas, se redujeron los procesos de 42 a 35 veces totales inactivas de las dos manos, lo que muestra una reducción del 16.66%.
- Finalmente, en la situación actual se realizaban 195 movimientos, mientras que en la situación propuesta se realizan 183 movimientos para efectuar el proceso de reencauche de neumáticos, 12 movimientos menos que identifica en 6,15% del total de la línea de producción.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que la empresa CAUCHO SIERRA S.A. considere el estudio de tiempos realizado de las etapas del proceso para mejorar el rendimiento de las operaciones que están inmiscuidas en el reencauche de neumáticos.
- Se sugiere planificar un cambio sobre el procesamiento de neumáticos considerando el tiempo de ciclo determinado mediante el estudio realizado.
- Analizar la propuesta basada en el estudio de tiempos y movimientos con el fin de buscar la optimización de recursos y mejorar el rendimiento de interno, a través del control y estandarización de la línea de producción.
- Desarrollar un estudio de tiempos y movimientos de forma periódica, con el objetivo de que se tener presente la mejora continua y el control de las operaciones de la empresa.

MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía

- [1] V. Oostveen y D. Ubbink, «Quantifying the demand for hospital care services: a time and motion study» BMC health services research, vol. 15, n° 1, pp. 13-24, 2015.
- [2] J. S. Manzanedo Hidalgo, «Propuesta de mejora en el proceso de reencauche de llantas en una MYPE» Universidad peruana de ciencias aplicadas, Lima, 2017.
- [3] F. A. Moscoso Paredes, «Manual de especificaciones técnicas y estándares de trabajo para el reencauche de neumáticos» Facultad de ciencia y tecnología escuela de ingeniería de producción y operaciones, Cuenca, 2010.
- [4] N. Bravo Romero y C. M. Cruz Archila, «Mejoramiento de los procesos de producción del reencauche de llantas en la empresa Automundial S.A. Regional Santanderes» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2012.
- [5] I. Ruiz Ibarra, A. Ramírez Leyva, K. Luna Soto, J. A. Estrada Beltrán y O. J. Soto Rivera, «Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora» Ra Ximhai, vol. 13, n° 3, pp. 291-298, 2017.
- [6] M. A. Ale Oyola y G. Zelada, «Propuesta de aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing para reducir tiempos muertos en una empresa reencauchadora de neumáticos en Lima» Universidad Ricardo Palma, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Lima, 2020.
- [7] N. Bravo Romero y C. M. Cruz Archila, «Mejoramiento de los procesos de producción del reencauche de llantas en la empresa Automundial S.A. Regional Santanderes» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2017.
- [8] K. L. Chávez Chiroque, «Propuesta de mejora del proceso de reencauche de neumáticos para aumentar la producción en la empresa REENCAUCHADORA DEL NORTE E.I.R.L.» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2020.
- [9] N. Olano y C. W. Segura Santillán, «Propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauche de neumáticos para incrementar la productividad en la empresa

Reencauchadora RUBBERS S.R.L.» Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca, 2017.

[10] D. Vallejo Rodríguez, «Estudio de métodos de trabajo para la estandarización de tiempos en el área de producción en la empresa PUNTO FINO» Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, 2016.

[11] K. A. Jijón Bautista, «Estudio de tiempo y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2013.

[12] W. J. Cangui Yugsi, «Estudio de tiempos y movimientos para estandarizar el proceso productivo en el área de láminas prensadas de la empresa INDUCE DEL ECUADOR» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2016.

[13] D. Mosquera Guanoluisa, «Optimización de la productividad en la elaboración de puertas forjadas mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo en la industria Vicoalmin de la ciudad de Riobamba» Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2016.

[14] L. M. Chasiluisa Unda, «Estudio de tiempos y movimientos en el área de confección para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Impactex» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 19.

[15] J. L. Quinto de la Cruz, «Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada» Universidad Nacional del Callao, Callao, 2019.

[16] A. M. Muñoz Choque, «Estudio de tiempos y su relación con la productividad» Enfoque, vol. 5, n° 17, pp. 40-54, 2021.

[17] E. Castro Monge, «Las estrategias competitivas y su importancia en la buena gestión de las empresas» Ciencias económicas, vol. 28, n° 1, pp. 247-276, 2010.

[18] A. M. Andrade, C. A. Del Río y D. L. Alvear, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado» Información Tecnológica, vol. 30, n° 3, 2019.

- [19] D. F. Jiménez Godínez, Estudio de optimización del túnel en el armado de rutas en la empresa Coca Cola Femsa distribuidora Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla: Tecnológico Tuxtla Gutiérrez, 2012.
- [20] N. L. Tejada Diaz, V. Gisber Soler y A. I. Perez Molina, «METHODOLOGY OF STUDY OF TIME AND MOVEMENT; INTRODUCTION TO THE GSD» 3C Empresa, vol. 1, n° 1, pp. 39-49, 2017.
- [21] A. Ovalle y D. Cárdenas, «What happened with the application of time and motion study in the last two» Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, vol. 16, n° 2, pp. 12-31, 2016.
- [22] F. Rosales Borja, «Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la producción de pantalones de vestir en la empresa confecciones Ti Monty y Paaris, San Martín 2017» Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2017.
- [23] R. Olmedo, «Gestión de procesos en el departamento de producción de la fábrica textil Tarco Sport» Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato, 2022.
- [24] J. M. Lluga Hinojosa, «Estudio de tiempos y movimientos en el área de dosificado de materias primas de la empresa Bioalimentar» Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato, 2020.
- [25] M. G. Paredes Guallico, «Análisis de procesos y su incidencia en la fabricación de elementos viales y pisos de caucho en la industria recicladora de neumáticos Ecocaucho ubicada en el DM Quito, provincia de Pichincha» Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, 2017.
- [26] L. C. Palacios, Ingeniería de métodos, Estudio de tiempos y movimientos, Segunda Edición, Bogotá: ECOE, 2019.
- [27] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online» 18 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>. [Último acceso: 29 Junio 2022].

- [28] E. E. Saucedo López y G. Báez Hernández, «Aplicación de ingeniería de métodos para el mejoramiento de operaciones en una empresa manufacturera de equipos de audio» *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, vol. 31, n° 1, pp. 105-115, 2021.
- [29] L. Córdova Jiménez, «Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico en la empresa Yuraq Pacha, Huancayo - 2020» Universidad Continental, Huancayo, 2021.
- [30] J. López Peralta, E. Alarcón Jiménez y M. A. Rocha Pérez, «Estudio del trabajo» Grupo Editorial Patria, Monterrey, 2020.
- [31] R. García Criollo, *Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, México: Mc Graw Hill, 2005.
- [32] J. López Peralta, E. Alarcón Jiménez y M. A. Rocha Pérez, *Estudio del trabajo una nueva visión*, México: PATRIA, 2014.
- [33] E. X. Vides Polanco y L. A. Diaz Jiménez, «Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos» *Revista I+D en TIC*, vol. 8, n° 1, pp. 3-10, 2017.
- [34] R. Castaño y C. Hayek, «Cecma» Abril 2019. [En línea]. Available: <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/estudio-del-trabajo-rev1-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf>. [Último acceso: 2 Julio 2022].
- [35] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo*, Ginebra: Oficina internacional del trabajo ginebra, 1996.
- [36] V. Edreira y J. Camblong, *Introducción al estudio del trabajo*, Buenos Aires: Edutecne, 2012.
- [37] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*, Bogotá: Ecoediciones, 2009.
- [38] J. A. Cruelles Ruiz, *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*, Barcelona: Marcombo, 2012.
- [39] R. Vaughn, *Introducción a la ingeniería industrial*, Barcelona: Reverté, S.A., 2014.

- [40] W. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, México: McGraw-Hill, 2009.
- [41] K. Montaña Silva, J. M. Preciado Rodríguez y J. Robles Parra, «Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreño» *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, vol. 28, nº 52, pp. 2-25, 2018.
- [42] Euroinnova, «Euroinnova» 23 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.euroinnova.ec/blog/que-es-un-metodo-de-trabajo#descubre-que-es-un-meacutetodo-de-trabajo-y-coacutemo-crear-el-ideal-para-tu-aacuterea>. [Último acceso: 30 Junio 2022].
- [43] G. Villacreces, «Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa ECOCAMPO» Pontificia Universidad Católica, Quito, 2018.
- [44] I. Fernández Quesada, P. González Alonso y J. Puente García, *Diseño y medición de trabajos*, Oviedo: Universidad de Oviedo, 1996.
- [45] P. V. Ronquillo Freire, «Análisis de las técnicas de medición del trabajo mediante la revisión sistemática de artículos científicos para determinar los beneficios que se podrían obtener con los sistemas de tiempos predeterminados» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [46] A. Caso Neira, *Técnicas de medición del trabajo*, Madrid: Fundación Confemetal, 2006.
- [47] R. M. Díaz Guerra, «Procedimiento sobre estudios del trabajo y sus resultados en el Ciget de Sancti Spiritus» *Ciencia en su PC*, nº 4, pp. 124-133, 2012.
- [48] M. A. Jiménez Ramírez, «Tool for measuring and analyzing the work route in sample management warehouses» *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, vol. 19, nº 1, pp. 26-35, 2019.
- [49] J. M. Mora Álvarez, «Propuesta para la reducción del tiempo de entrega en el proceso productivo de un taller de cerrajería» Universidad ICESI, Cali, 2019.
- [50] D. Bello Parra, F. Murrieta Domínguez y C. A. Cortes Herrera, «Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora» *Ciencia Administrativa*, vol. 16, nº 1, pp. 1-9, 2020.

- [51] J. Camperos, N. Pulido, D. Munevar, E. Torrecilla y J. Requena, «Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial: estudio de caso en una plantación de Santander (Colombia)» *Palmas*, vol. 41, n° 3, pp. 11-23, 2020.
- [52] M. Lázaro Rico, M. T. Escobedo y J. De la Riva, «Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo» *CULCyT*, vol. 2, n° 11, pp. 9-18, 2015.
- [53] R. Y. Delgado Villadeza, «Aplicación del estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad, en el área de acabados en la empresa representaciones, Martín S.A.C.» Universidad Cesar Vallejo, San Salvador, 2017.
- [54] F. Meyers, *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, México: Pearson Educación, 2000.
- [55] K. Montaña Silva, J. M. Preciado Rodríguez, J. M. Robles Parra y L. I. Chávez Guzmán, «Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense,» Hermosillo, 2018.
- [56] A. Ovalle, «What happened with the application of time and motion study in the last two decades?» *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, vol. 16, n° 2, pp. 21-31, 2016.
- [57] Q. C. E. XAVIER, «Mejora de producción del servicio de lavado» 2015. [En línea]. Available:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23033/1/Tesis..Quiroz%20Edwin%20COMPL ETA.pdf>. [Último acceso: 15 Octubre 2021].
- [58] S. Estelles Miguel, M. Palmer Gato, J. Albarracín Guillem y C. Romano, «Una revisión de las tablas de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo» *Revista DYO*, vol. 13, n° 1, pp. 54-72, 2013.
- [59] P. A. Puentes Gil y J. Cetina Sabogal, «Estudio de métodos y tiempos para la empresa papeles primavera a los productos de papel regalo y cartulina plana» Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2017.
- [60] P. Guerrero, R. Guamán y E. Colina Morales, «Modelo de optimización para el cálculo de tiempos estándar en procesos de ensamblaje» *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, vol. 37, n° 11, pp. 231-241, 2020.

- [61] M. Quesada Castro y W. Villa Arenas, Estudio del Trabajo Notas de Clase, Medellín: Fondo Editorial ITM, 2007.
- [62] A. Caso Neira, Técnicas de Medición del Trabajo-2da Edición, Madrid: Fundación CONFEMETAL, 2006.
- [63] G. Miño Cascante, J. Moyano Alulema y C. Santillán Mariño, «Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro» Ingeniería Industrial, vol. XL, n° 2, pp. 110-112, 2019.
- [64] K. Salazar, A. Arroyave, A. Ovalle, O. Ocampo y C. Ramírez, «Tiempos en la recolección manual tradicional de café» Ingeniería Industria, vol. XXXVII, n° 2, pp. 114-126, 2016.
- [65] I. González Vázquez, M. García y S. Pérez, «Estudio de tiempos y movimientos para la Implementación de métricos de control de acuerdo a las necesidades de los clientes» Revista de Investigaciones Sociales, vol. 3, n° 7, pp. 32-28, 2017.
- [66] E. X. Vides Polanco, L. A. Diaz Jimenez y J. J. Gutierrez Rodriguez, «Methodological analysis for the performance of studies of methods and times» Revista I+D en TIC, vol. 8, n° 1, pp. 3-10, 2017.
- [67] C. Cuevas Arteaga, M. Torres Salazar y M. Valladares Cisneros, «Importancia del estudio de tiempos y movimientos» Inventio, vol. 16, n° 39, pp. 1-6, 2020.
- [68] Novedades INGENIIA, «Novedades INGENIIA» [En línea]. Available: <https://ingeniia.com/newsletter-estudiodetiemposymovimientos/>. [Último acceso: 04 Julio 2022].
- [69] J. Pineda, «Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.» Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2015.
- [70] K. Bravo Arrollo y J. Menéndez Dávila, «Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas» Observatorio de la economía latinoamericana, vol. 32, n° 2, pp. 1-14, 2018.

- [71] P. E. Sánchez Díaz, «Estudio de tiempos y movimientos en el área de bodega y su incidencia en la distribución de productos de la empresa Ekualicores de la ciudad de Ambato» Universidad Indoamérica, Ambato, 2019.
- [72] S. Ramírez, «Propuesta para el estudio de tiempos y movimientos en la línea 1 en la fabricación de sandalias en una PYME» Ingeniería Industrial, vol. 32, n° 4, pp. 1-51, 2019.
- [73] A. Quintero, «Evaluación de rendimiento y la productividad en el Industria Manufacturera de Palmito» Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2016.
- [74] A. Ovalle, «Estudio de movimientos en la recolección manual de naranjas en Caldas, Colombia» INGENIARE, vol. 12, n° 21, pp. 43-54, 2016.
- [75] B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Duodécima ed., México: McGraw-Hill, 2009.
- [76] UNIR, «Universidad en Internet» Calidad Europea, [En línea]. Available: <https://mexico.unir.net/comunicacion-mercadotecnia/noticias/tipos-de-diagramas/>. [Último acceso: 20 Julio 2022].
- [77] Lucichart, «Lucichart» [En línea]. Available: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>. [Último acceso: 22 Julio 2022].
- [78] J. Calderón, «Implementación de una estrategia de mejora para lograr el buen uso de horas hombre y horas maquina en el área de envasado n°3 de una planta farmacéutica» Universidad Ricardo Palma, Lima, 2018.
- [79] D. E. Sánchez Núñez, «Gestión orientada a la mejora continua de los procesos en la metalmecánica maquinarias "Espín"» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [80] A. Andrade, «Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficacia en una empresa de producción de calzado» información Tecnológica, vol. 30, n° 3, pp. 83-94, 2019.
- [81] A. Guamán, «Propuesta de un modelo de Gestión por procesos en el sector manufacturero Textil, caso de estudio la empresa Casa Ortopédica en el periodo 2015» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2016.

- [82] I. Aguirre, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la eficiencia de la producción en la empresa tabacalera Joya de Nicaragua» Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria, Managua, 2017.
- [83] Departamento de Ingeniería, «Ingeniería y Educación» Wordpress, 29 mayo 2015. [En línea]. Available: <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>. [Último acceso: 10 octubre 2021].
- [84] M. Grijalva, «Implementación de un análisis SAM (minuto estándar permitido) los procesos de producción en una pequeña industria de confesiones CONFORTEX» Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2017.
- [85] F. Lozada, «Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa calzado LIWI» Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Ambato, 2018.
- [86] E. Pérez, «Estudio del método de trabajo y estandarización de tiempos para la optimización de la producción y creación de indicadores de productividad» Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, 2015.
- [87] C. Núñez, «Estudio de tiempos y movimientos para la optimización del proceso productivo de la empresa "SPLENDID SU LAVANDERÍA"» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [88] L. López, «Propuesta de mejora en base a la ingeniería de métodos en el proceso productivo textil para incrementar la rentabilidad de una empresa textil de la ciudad de Lima» Universidad Privada del Norte, Lima, 2021.
- [89] R. Ávila, «Diseño de un sistema de mejora del proceso productivo de la línea de cárnicos de la empresa de catering industrial “Grupo Royale”» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2017.
- [90] I. Fonseca, «Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en Muebles Fonseca» Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2015.
- [91] R. Arcos, «Sistema de gestión por procesos en la Empresa de Calzado Rexell» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.

- [92] E. Panchillo, «Gestión por procesos para la mejora de la productividad de la Empresa Ingetrafic S.R.L.» Universidad Peruana de las Américas, Lima, 2020.
- [93] D. Puertas, «Propuesta de un modelo de gestión por procesos y mejora aplicado al área contable y de inteligencia de negocios de la empresa Energy Palma S.A.» Pontificia Universidad Católica, Ambato, 2016.
- [94] J. García Sabater, «Líneas de producción» RIUNET - Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2020.
- [95] E. Orellana, «Diseño e implementación de una línea de producción de material de fricción en una empresa metalmeccánica» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2019.
- [96] R. Campaña, «Sistema de gestión de calidad basado en la ISO: 9001 2015 para la empresa “INGEAUTO”» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [97] D. Pérez, «Diseño de propuesta de un sistema de gestión de calidad para empresas del sector construcción. Caso: CONSTRUECUADOR S.A.» Universidad Simón Bolívar, Quito, 2017.
- [98] V. M. Velasco Samaniego, «Gestión de calidad de los servicios para mejorar el desempeño laboral en el Hotel Riobamba INN. de la ciudad de Riobamba» Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2019.
- [99] A. Mendoza, «“Optimización del proceso productivo para incrementar la utilidad en mundo verde» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2017.
- [100] C. Gonzalo, «Optimización de los procesos de una empresa comercial caso: BC LLANTAS» Pontificia Universidad Católica, Ambato, 2018.
- [101] K. Vallejo, «Optimización de tiempos de reacondicionamiento mediante la gestión por procesos y mejora continua» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2019.
- [102] F. Castro, El proyecto de investigación y su esquema de elaboración, Caracas: Uyapar, 2003.
- [103] L. Rico, y A. Maldonado, «Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo» CULCyT, n° 11, pp. 9-18, 2005.

Anexos

Anexo 1. Suplementos para el cálculo de tiempo estándar

SUPLEMENTOS CONSTANTES			HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES			HOMBRE	MUJER
Necesidades personales			5	7	e) Condiciones atmosféricas				
Básico por fatiga			4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)				
SUPLEMENTOS VARIABLES			HOMBRE	MUJER					
a) Trabajo de pie					16			0	
Trabajo se realiza sentado(a)			0	0	14			0	
Trabajo se realiza de pie			2	4	12			0	
b) Postura normal					10			3	
Ligeramente incómoda			0	1	8			10	
Incómoda (inclinación del cuerpo)			2	3	6			21	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)			7	7	5			31	
					4			45	
					3			64	
					2			100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)					f) Tensión visual				
Peso levantado por kilogramo					Trabajos de cierta precisión			0	0
2,5			0	1	Trabajos de precisión o fatigosos			2	2
5			1	2	Trabajos de gran precisión			5	5
7,5			2	3	g) Ruido				
10			3	4	Sonido continuo			0	0
12,5			4	6	Sonidos intermitentes y fuertes			2	2
15			5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes			5	5
17,5			7	10	Sonidos estridentes			7	7
20			9	13	h) Tensión mental				
22,5			11	16	Proceso algo complejo			1	1
25			13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida			4	4
30			17		Proceso muy complejo			8	8
33,5			22		i) Monotonía mental				
d) Iluminación					Trabajo monótono			0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada			0	0	Trabajo bastante monótono			1	1
Bastante por debajo			2	2	Trabajo muy monótono			4	4
Absolutamente insuficiente			5	5	j) Monotonía física				
					Trabajo algo aburrido			0	0
					Trabajo aburrido			2	2
					Trabajo muy aburrido			5	5

Anexo 2. Certificado de calibración del cronómetro empleado en la medición de tiempos



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CC-2004-001-22

Cliente: <i>Customer</i>	STALIN FABRICIO ESPÍN SILVA	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	AV. ANTONIO CLAVIJO Y PSJ. ANICETO JORDAN	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	0995312172	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Stalin Fabricio Espín Silva	
Objeto: <i>Item</i>	CRONÓMETRO 	
Marca: <i>Manufacturer</i>	ELICROM	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
Modelo: <i>Model</i>	PS532	
No. de Serie⁽¹⁾: <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Identificación: <i>Identification</i>	E-25151	
Ubicación del Objeto⁽¹⁾: <i>Item Location</i>	No Especifica	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2022-04-18	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-04-18	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Anthony Bajaña	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-04-19
Person authorizing / Date of Issue

Gerente Técnico

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
Fecha: 2022-04-19 09:20:37



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CC-2004-001-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k , que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k , which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%

Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	Nº Certificado <i>Nº Certificate</i>
EL.PC.046	CRONOMETRO PATRON	CASIO	HS-80TW	606Q11R	2023-05-25	LTF - C - 067 - 2021
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22

Calibración

Calibration

Intervalo de Medición⁽²⁾: <i>Measurement Range</i>	9 h 59 min 59,99 s
División de Escala: <i>Scale Interval</i>	0,01
Lugar de Calibración: <i>Calibration Site</i>	Laboratorio De Eléctrica Y Óptica (Elicrom)
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación Directa Con Cronómetro Patrón
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	CEM TF-003:2000 (Edición 0)
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.06
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire 24,5 °C ± 0,4 °C <i>Air Temperature</i> Humedad Relativa del Aire 52,2 %hr ± 0,9 %hr <i>Air Relative Humidity</i>

Observaciones:

Observations

- ⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.
⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).
- ⁽¹⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.
⁽²⁾ Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del INACAL (Instituto Nacional de Calidad – Perú) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through INACAL (National Quality Institute – Peru) or other National Metrology Institutes (NMIs).



Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CC-2004-001-22

Resultados de la Calibración

Calibration Results

Valor de Prueba <i>Test Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre (U) <i>Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura (k)
h	s	s	s	s	Coverage factor
0,5	1800,11	1800,1040	0,0060	0,0060	2,00
1	3600,23	3600,2210	0,0090	0,0060	2,00
2	7200,14	7200,1245	0,0155	0,0061	2,00
5	18000,21	18000,1888	0,0212	0,0064	2,00
9	32400,21	32400,1738	0,0362	0,0071	2,00

Nota


Note

La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

The standard reading and measurement error (best estimate of the true value) are shown to the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

FO.PEC.06-02 Rev. 08

Anexo 3. Ficha de levantamiento de procesos

		<table border="1"> <tr> <td>Proceso</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etapas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Código</td> <td></td> </tr> </table>		Proceso		Etapas		Código	
		Proceso							
		Etapas							
		Código							
Objetivo									
Entradas									
Salidas									
Recursos									
N°	Actividad	Observación							

Anexo 4. Ficha de cursograma analítico

CURSOGRAMA ANALÍTICO									
OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO					
		Método:							
		Producto:							
		Proceso:							
Realizado por:					Hoja:				
Aprobado por:					Diagrama:				
Responsable (s):					Fecha:				
N°	Descripción	Tiempo (seg)	Distancia (m)	SÍMBOLO					Observaciones
				●	➔	■	◐	▼	
1									
2									
ACTIVIDAD		ACTUAL		TIEMPO (seg):		00			
OPERACIÓN	●	0		DISTANCIA (m):		00			
TRANSPORTE	➔	0							
INSPECCIÓN	■	0							
DEMORA	◐	0							
ALMACENAJE	▼	0							
TOTAL		0							

Anexo 5. Ficha de diagrama bimanual

Diagrama bimanual del proceso					
Elaborado por:				Diagrama:	
Revisado por:				Método:	
N°	Descripción mano izquierda	Símbolo		Descripción mano derecha	N°
1					1
2					2
3					3
4					4
5					5
6					6
7					7
8					8
9					9
Movimientos totales		Movimientos eficientes		Movimientos ineficientes	

Anexo 6. Ficha de codificación de procesos

Descripción de los elementos del proceso de reparaciones	
Codificación	Elemento
RE-A	
RE-B	
RE-C	
RE-D	
RE-E	
RE-F	
RE-G	
RE-H	
RE-I	
RE-J	
RE-K	

Anexo 7. Ficha de recursos necesarios para cada proceso

RECURSOS POR PROCESO	
Mano de Obra	
	Proceso
	Cantidad de operarios
Materia prima	
Insumos	

Anexo 8. Ficha de tiempo estándar

Tiempo estándar																
Proceso:											Revisado por:					
Subproceso:											Aprobado por:					
Estudio N°:											Hoja N°:					
Observador:																
Cálculo del tiempo estándar [segundos]																
Elemento	Observaciones										TO	ID	TN	S	Ts	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Nota:												Total Ts [s]				
												Total Ts [min]				