



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO ELPO DE LA EMPRESA
CIAUTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

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

ÁREA: Producción y Operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales, producción, identidad,
sostenibilidad y tecnologías aplicadas.

AUTOR: Pedro David Guamanquispe Rojano

TUTOR: Ing. Juan Camilo Escobar Naranjo, Mg.

Ambato - Ecuador

julio - 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO ELPO DE LA EMPRESA CIAUTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Pedro David Guamanquispe Rojano, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, julio 2026.

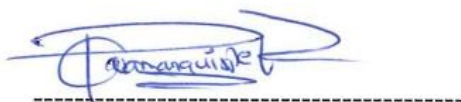


Ing. Juan Camilo Escobar Naranjo, Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO ELPO DE LA EMPRESA CIAUTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, julio 2026.



Pedro David Guamanquispe Rojano

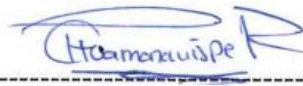
C.C. 180464550-3

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Ambato, julio 2026.



Pedro David Guamanquispe Rojano

C.C. 180464550-3

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Pedro David Guamanquispe Rojano, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO ELPO DE LA EMPRESA CIAUTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2026.



Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. John Paul Reyes Vásquez, PhD.
PROFESOR CALIFICADOR



Ing. Jesús Israel Guamán Molina, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a nuestro padre creador יהוה, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para superar cada desafío presentado durante mi formación académica.

A mis padres, por su apoyo constante y sacrificio realizado a lo largo de mi vida, por ser mi principal fuente de motivación y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia que se requiere para alcanzar las metas.

A mi familia y seres queridos, quienes me acompañaron con palabras de aliento en los momentos más difíciles y celebraron cada logro alcanzado.

Finalmente dedico este trabajo a todas las personas que confiaron en mí y que ayudaron de alguna manera en la culminación de mi etapa profesional.

AGRADECIMIENTO

Le doy Todah rabba a nuestro creador יהוה por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida y por guiarme en cada paso de este proceso.

A mis padres, por su apoyo incondicional, comprensión y paciencia por ser mi motivación permanente y no dejarme caer cuando sentía que no podía más.

A mis docentes y tutor de tesis Ing. Juan Camilo Escobar, por compartir sus conocimientos, experiencia y orientación durante el desarrollo de esta investigación.

A la empresa CIAUTO, al Ing. Jorge Ninacuri por brindar las facilidades necesarias para la realización de este estudio y por permitir el acceso a la información requerida para el desarrollo de la investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que me brindaron de su tiempo y conocimiento para poder cumplir con el desarrollo y culminación de este trabajo de titulación.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
RESUMEN EJECUTIVO	xxii
ABSTRACT	xxiii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	5

1.3.1 Proceso Productivo	5
1.3.2 Productividad	6
1.3.3 Proceso pintura por electrodeposición “ELPO”	6
1.3.4 Medición del trabajo	6
1.3.1 Simbología del método de trabajo.....	6
1.3.2 Estudio de tiempos	7
1.3.3 Tamaño de la muestra	7
1.3.4 Filosofía Lean Manufacturing.....	8
1.3.5 Estructura del Lean Manufacturing.....	8
1.3.6 Desperdicios del Lean Manufacturing	9
1.3.7 Herramientas del Lean Manufacturing.....	10
1.3.8 Herramientas de Diagnóstico	11
1.3.9 Herramientas Operativas.....	13
1.3.10 Herramientas de Seguimiento	15
1.3.11 Takt Time	16
1.3.12 Lead Time	16
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo general	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	18
2.1 Materiales.....	18

2.2 Métodos.....	19
2.2.1 Enfoque de investigación	19
2.2.2 Modalidad de la investigación	19
2.2.3 Población y muestra	20
2.2.4 Recolección de información.....	20
2.2.5 Procesamiento y análisis de datos	23
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
3.1 Análisis y discusión de los resultados	24
3.1.1 Información de la Empresa	24
3.1.2 Misión... ..	25
3.1.3 Visión	25
3.1.4 Localización de la empresa	26
3.1.5 Layout de planta de proceso ELPO.....	27
3.1.6 Productos que se ensamblan en CIAUTO.....	28
3.2 Análisis ABC de los vehículos ensamblados	29
3.3 Proceso ELPO	32
3.4 Tiempos observados e identificación de actividades que no agregan valor.....	33
3.5 Desengrase por aspersion	33
3.6 Desengrase por inmersión	33
3.7 Enjuague 1.....	34
3.8 Activador.....	34

3.9 Fosfatado	35
3.10 Enjuague 2	36
3.11 Agua DI inmersión	36
3.12 ECOAT	37
3.13 Ultrafiltrado 1	37
3.14 Ultrafiltrado 2	38
3.15 Agua DI aspersión	38
3.16 VSM Estado Actual	39
3.17 Identificación de actividades que no agregan valor	43
3.18 Propuesta de mejora para el proceso ELPO	47
3.19 Estandarizar proceso ELPO	51
3.20 Simulación de la situación actual del proceso ELPO y la propuesta	69
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
4.1 Conclusiones	77
4.2 Recomendaciones	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1. Símbolos norma ASME</u>	6
<u>Tabla 2. Número de Observaciones Según la General Electric[40]</u>	7
<u>Tabla 3. Materiales utilizados en el desarrollo de la investigación</u>	18
<u>Tabla 4 Población de estudio</u>	20
<u>Tabla 5. Actividades para realizar</u>	21
<u>Tabla 6. Datos de la empresa</u>	25
<u>Tabla 7. Vehículos ensamblados por la empresa CIAUTO Cia. Ltda.</u>	28
<u>Tabla 8. Ventas del año 2025 de productos ensamblados</u>	29
<u>Tabla 9. Clasificación ABC</u>	30
<u>Tabla 10. Tiempo observado - Desengrase por aspersión</u>	33
<u>Tabla 11. Tiempo observado - Desengrase por inmersión</u>	34
<u>Tabla 12. Tiempo observado - Enjuague 1</u>	34
<u>Tabla 13. Tiempo observado - Activador</u>	35
<u>Tabla 14. Tiempo observado - Fosfatado</u>	35
<u>Tabla 15. Tiempo observado - Enjuague 2</u>	36
<u>Tabla 16. Tiempo observado - Agua DI inmersión</u>	36
<u>Tabla 17. Tiempo observado - ECOAT</u>	37
<u>Tabla 18. Tiempo observado – Ultrafiltrado 1</u>	37
<u>Tabla 19. Tiempo observado – Ultrafiltrado 2</u>	38
<u>Tabla 20. Tiempo observado – Agua DI aspersión</u>	38

<u>Tabla 21. Resumen tiempos etapas de proceso ELPO</u>	39
<u>Tabla 22. Actividades que agregan y no agregan valor realizadas por los operarios</u>	43
<u>Tabla 23. Desperdicios encontrados proceso ELPO</u>	47
<u>Tabla 24. Tiempo de procesamiento de unidades en segundos</u>	69
<u>Tabla 25. Tiempo de generación de las unidades en segundos.....</u>	71
<u>Tabla 26. Arribos para simulación de propuesta.....</u>	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del Lean Manufacturing [44].....	9
Figura 2. Herramientas Lean Manufacturing	11
Figura 3. Simbología VSM para flujo de materiales.....	12
Figura 4. Simbología VSM para flujo de información	12
Figura 5. Logotipo.....	25
Figura 6. Ubicación de las instalaciones de CIAUTO	26
Figura 7. Layout Planta Pintura - Proceso ELPO	27
Figura 8. Camioneta POER.....	28
Figura 9. Camioneta Wingle	28
Figura 10. Camioneta KYC F3	28
Figura 11. SWM G01.....	28
Figura 12. Buseta X30	29
Figura 13. Buseta KYC	29
Figura 14. Ventas correspondientes al año 2025	31
Figura 15. Diagrama de flujo Proceso ELPO.....	32
Figura 16. VSM de proceso ELPO - Actual	42
Figura 17. VSM estado futuro.....	50
Figura 18. Layout planta de pintura	70
Figura 19. Modelado 3D proceso actual ELPO (5 cargo buses).....	72
Figura 20. Tiempo de permanencia de unidades en cubas.....	73

Figura 21. Unidades producidas al día - actual	73
Figura 22. Modelado 3D proceso ELPO Propuesta (7 cargo buses).....	74
Figura 23. Tiempo Promedio Unidad en Cubas – Propuesto.....	76
Figura 24. Unidades producidas al día - propuesta	76
Figura 25. Manifiesto POER.....	85
Figura 26. Registro de Inspección.....	86
Figura 27. Lista de registro de inspección	86
Figura 28. Revisión capó.....	86
Figura 29. Revisión Guardafango	87
Figura 30. Revisión techo	87
Figura 31. Revisión puerta izquierda	87
Figura 32. Revisión posterior cabina	88
Figura 33. Revisión puerta derecha.....	88
Figura 34. Revisión Guardafango	89
Figura 35. Lista diaria de estación	89
Figura 36. Transporte de cabina.....	89
Figura 37. Unidad con defecto	90
Figura 38. Manifiesto Balde.....	91
Figura 39. Revisión lateral izquierdo	92
Figura 40. Revisión compuerta	92
Figura 41. Revisión lateral	93

Figura 42. Lista diaria de estación	93
Figura 43. Unidad no conforme	94
Figura 44. Carpeta de Unidad	94
Figura 45. Manifiesto POER.....	95
Figura 46. Registro de inspección.....	96
Figura 47. Manifiesto POER.....	96
Figura 48. Ganchos de tecla	98
Figura 49. Dollie ELPO	98
Figura 50. Falla pupo	99
Figura 51. Transporte cabina.....	99
Figura 52. Ganchos de tecla	100
Figura 53. Pines de carga	100
Figura 54. Ganchos en cabina	101
Figura 55. Cabina ascenso.....	101
Figura 56. Aseguramiento de cabina con entorchador.....	102
Figura 57. Aseguramiento Balde.....	102
Figura 58. Ganchos colocados en puntos de izaje.....	102
Figura 59. Alineación de unidad con dollie	103
Figura 60. Lista diaria	103
Figura 61. Botonera carga cabina.....	104
Figura 62. Botonera carga balde	105

Figura 63. Tope capó.....	106
Figura 64. Topes compuertas	107
Figura 65. Ubicación de tope en capó.....	107
Figura 66. Ubicación tope de compuerta	107
Figura 67. Aseguramiento cabina con dollie.....	108
Figura 68. Asegurar balde	108
Figura 69. Cargo-bus.....	110
Figura 70. Manifiesto POER.....	111
Figura 71. Registro de unidad	111
Figura 72. Cargo-bus.....	112
Figura 73. Unidad en Cesta.....	112
Figura 74. Asegurar balde	113
Figura 75. Ubicación de pinza	113
Figura 76. Guías de dollie	114
Figura 77. Coche de arrastre	114
Figura 78. Botonera carga cabina.....	115
Figura 79. Cargo-bus.....	117
Figura 80. Botonera para aspersión.....	117
Figura 81. Desengrase por aspersión	118
Figura 82. Unidad en Cuba 2	120
Figura 83. Botonera para aspersión.....	120

Figura 84. Desengrase por aspersión	121
Figura 85. Botonera de aspersores	121
Figura 86. Salida de la Unidad.....	122
Figura 87. Unidad en Cuba 3	124
Figura 88. Botonera para aspersión.....	124
Figura 89. Sopleteo de cesta.....	125
Figura 90. Botonera de aspersores	125
Figura 91. Salida de la Unidad.....	126
Figura 92. Unidad en Cuba 4	128
Figura 93. Botonera para aspersión.....	128
Figura 94. Sopleteo de cesta.....	129
Figura 95. Botonera de aspersores	129
Figura 96. Salida de la Unidad.....	130
Figura 97. Unidad en Cuba 5	132
Figura 98. Botonera para aspersión.....	132
Figura 99. Limpieza techo.....	133
Figura 100. Botonera de aspersores	133
Figura 101. Salida de la Unidad.....	134
Figura 102. Unidad en Cuba 6	136
Figura 103. Botonera para aspersión.....	136
Figura 104. Limpieza de residuos	137

Figura 105. Botonera de aspersores	137
Figura 106. Salida de la Unidad.....	138
Figura 107. Unidad en Cuba 7	140
Figura 108. Botonera para aspersión.....	140
Figura 109. Limpieza de residuos	141
Figura 110. Botonera de aspersores	141
Figura 111. Salida de la Unidad.....	142
Figura 112. Unidad en Cuba 8	144
Figura 113. Botonera ECOAT	144
Figura 114. Distancia de seguridad.....	144
Figura 115. Luz piloto ECOAT en progreso.....	145
Figura 116. Botonera de aspersores	145
Figura 117. Salida de la Unidad.....	146
Figura 118. Unidad en Cuba 9	148
Figura 119. Botonera de Aspersores	148
Figura 120. Limpieza de cesta	149
Figura 121. Botonera de aspersores	149
Figura 122. Salida de la Unidad.....	150
Figura 123. Unidad en Cuba 10	152
Figura 124. Botonera de Aspersores	152
Figura 125. Botonera de aspersores	153

Figura 126. Salida de la Unidad.....	153
Figura 127. Unidad en Cuba 11	155
Figura 128. Botonera de Aspersores	155
Figura 129. Salida de la unidad.....	156
Figura 130. Transporte de unidad	156
Figura 131. Dollie de arrastre.....	157
Figura 132. Ubicación de tomas de agua	159
Figura 133. Tanques de reservorio y tablero de control de agua	159

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Guía de entrevista	83
Anexo B. Plano Planta de pintura	84
Anexo C. Instructivos para el proceso ELPO	85

RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de pintado por electrodeposición ELPO presenta limitaciones operativas en la empresa CIAUTO que pueden mejorar mediante herramientas Lean Manufacturing, por medio de un análisis de la situación actual se identificaron tiempos improductivos que pueden ser mitigados con la implementación de maquinaria, para el transporte de las unidades dentro del proceso ELPO y mejorar la producción de 35 unidades por día.

Con el objetivo de proponer la implementación de 2 cargo-buses adicionales a la línea de producción se realizó una simulación de balanceo de línea que permitió analizar el flujo de trabajo y la factibilidad de producir 50 unidades por día.

Los resultados obtenidos demostraron que la implementación de las mejoras propuestas en el documento permite la reducción de tiempos de espera y se aprovecha de mejor manera los recursos humanos y materiales disponibles. Además, por medio de la simulación se evidencia que la propuesta permite incrementar la producción actual en 15 unidades lo que representa un incremento de productividad del 42.86 por ciento.

En conclusión, la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en procesos automatizados se presentan como una alternativa para optimizar el desempeño del proceso mitigando tiempos muertos, mejorando la productividad.

Palabras claves: CIAUTO, lean manufacturing, productividad, mejora continua, simulación de procesos.

ABSTRACT

The electrocoating process ELPO IN CIAUTO has operational limitations that can be improved using Lean Manufacturing tools; an analysis of the current situation identified non-productive times that can be mitigated by implementing machinery to transport units within the ELPO process and increase production to 35 units per day.

A production line balancing simulation was done with the goal of proposing the introduction of two additional shuttle buses to the production line, which made it possible to analyse the workflow and the feasibility of producing 50 units per day.

The results obtained demonstrated that implementing the improvements proposed in the document reduces waiting times and makes better use of available human and material resources. Furthermore, the simulation shows that the proposal allows for an increase in current production of 15 units, which represents a 42.86 percent increase in productivity.

In conclusion, the application of Lean Manufacturing tools in automated processes presents an alternative for optimizing the performance by reducing non-productive times and improving productivity.

Keywords: CIAUTO, lean manufacturing, productivity, continuous improvement, simulation.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO ELPO DE LA EMPRESA CIAUTO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

1.1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, cada año se fabrican unos 70 millones de vehículos, lo que sugiere que la industria automotriz ocupa un lugar importante en la economía global tanto en países desarrollados como en otros en vías de desarrollo ayudando en la contribución del bienestar de la sociedad [1].

Además, la industria automotriz genera un porcentaje de empleo considerable debido a su cadena de valor. De acuerdo con información investigada en la Unión Europea trabajan alrededor de 2 millones de personas en este sector, lo que representa un porcentaje del 5.5% del total de empleos. Para la fabricación de vehículos se estima la participación de 8.4 millones de trabajadores. En este ámbito la región de Asia-Pacífico es la que muestra un crecimiento acelerado[2].

A esto se suma que los vehículos se han convertido ya no solo en un lujo sino también una necesidad por lo que la demanda de vehículos aumenta. Como consecuencia las empresas de este sector automotriz piensan en aumentar su capacidad de producción, con el fin de renovar el parque automotor y atender la demanda del crecimiento de la clase media, renovando procesos mediante nuevas tecnologías que mejoran la calidad de sus productos [3].

Entre las estrategias que se usan en las principales compañías automotrices destaca la mejora continua y la filosofía Lean de TOYOTA que mediante la eliminación de desperdicios se pueden optimizar procesos para una mejor productividad y poder suplir con las necesidades de una demanda en crecimiento, la implementación de tecnologías automatizadas, el aumento de los turnos de trabajo y la reorganización de procesos

internos para reducir tiempos improductivos. Estas estrategias permiten mejorar la eficiencia operativa y el uso de los recursos disponibles [4][5].

En Ecuador el sector automotriz también es importante en la economía nacional, ya que su crecimiento aporta ingresos al Estado mediante los impuestos y aranceles. Empresas como CIAUTO, AYMESA y METALTRONIC desempeñan un papel clave en este desarrollo. CIAUTO se especializa en el ensamble de vehículos de la marca Great Wall como es la camioneta POER, AYMESA realiza el ensamble de vehículos de la marca KIA, mientras que METALTRONIC se enfoca en el ensamble de motocicletas THUNDER y en la fabricación de componentes metálicos [6].

Para el mes de abril de 2025 se registraron 9.352 unidades vendidas en Ecuador, lo que representa un incremento del 14,2 % con respecto al mismo mes del año anterior. Por este motivo la empresa CIAUTO proyecta una expansión de su área productiva además de la implementación de tecnologías que mejoren la calidad de sus productos y aporten en la capacidad de producción y así cumplir con la demanda del mercado [7].

La empresa Ciudad del Auto CIAUTO se dedica a la fabricación y ensamblaje de componentes automotrices, su eficiencia operativa corresponde a la optimización de sus recursos productivos, disponibilidad y confiabilidad de los equipos de producción y a su personal operativo. Sin embargo, CIAUTO presenta actividades que no agregan valor en sus áreas de producción lo que afecta a la capacidad de producción [8].

Las actividades que no agregan valor (NVA) son actividades que se realizan durante el proceso productivo utilizando recursos tanto humanos como materiales, pero que no influyen de manera positiva en la calidad del producto final. Estas actividades NVA incluyen, tiempos no productivos, sobre stock de productos terminados, transporte, reprocesos. En la planta pintura de CIAUTO los tiempos no productivos se originan por la falta de disponibilidad de equipos, fallas en los cargo buses, defectos en unidades enviadas por proveedores internos, retrasos en entrega de componentes, el tiempo estimado para dar solución a estos problemas es de 1 hora a 2 horas dependiendo de la gravedad de las fallas. Por lo que los tiempos de inactividad ralentizan los procesos de producción, lo que aumenta los costos operativos y reducen la capacidad de las demás áreas para cumplir con la planificación de producción en un 15%, esto con base a lo

observado en planta donde la producción planificada al día de 35 unidades bajaba a 29 en las 8 horas de trabajo, debido a esto el personal a cargo debía quedarse horas extras para cumplir con la planificación. La identificación de cuellos de botella, además de establecer estándares de producción y rediseñar tareas puede ser importante para mejorar la productividad en un proceso establecido [9].

Bajo este contexto, la implementación de Lean Manufacturing se presenta como una alternativa para reducir estos tiempos no productivos. Este enfoque de filosofía LEAN se basa en principios de mejora continua y eliminación de desperdicios, que conlleva a prácticas operativas concretas para optimizar procesos, elevar la calidad y reducir costos. Al aplicar estas herramientas como la identificación de cuellos de botella, Value Stream Mapping (VSM), 5's, entre otras en el proceso de pintura por electrodeposición "ELPO" en CIAUTO que ayudan al mejoramiento de la productividad, también promoverá un entorno laboral ágil y colaborativo [10][11].

1.2 Antecedentes investigativos

Para fundamentar el presente trabajo investigativo se ha tomado en cuenta investigaciones previas acerca de la aplicación de herramientas lean manufacturing y su incidencia en la productividad en diferentes sectores industriales.

Las herramientas de manufactura ajustada han experimentado una evolución significativa, pasando de centrarse exclusivamente en la eliminación de desperdicios a constituirse como un enfoque integral que incorpora criterios de sostenibilidad y economía circular. En la actualidad, las investigaciones en este ámbito no solo buscan incrementar la productividad de las organizaciones, sino que también consideran la aplicación de estas herramientas como una estrategia orientada al desarrollo sostenible [10] [11]. En este contexto, diversos estudios han integrado los principios Lean y Green con el propósito de optimizar el desempeño ambiental de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) [12], Asimismo, han surgido propuestas como el modelo C-Lean, con el fin de mejorar la economía circular dentro de este tipo de organizaciones [13], logrando mejoras tanto en los procesos productivos como en la gestión eficiente de residuos. La integración de diferentes metodologías como manufactura sostenible y manufactura ajustada se debe a la capacidad de adaptación

que tienen las herramientas Lean según [14], además existe una relación favorable entre la adopción de herramientas Lean y la obtención de beneficios económicos sostenibles para las empresas [15].

Así mismo, se han desarrollado investigaciones orientados a la integración entre manufactura ajustada y los principios de la Industria 4.0, la investigación [16] afirma que los procesos de digitalización funcionan como un elemento potenciador de las prácticas lean, evidenciando una relación entre determinadas tecnologías de la Industria 4.0 y diversas herramientas de manufactura ajustada. Como resultado de esta unión surge el concepto de Lean Automation, definido por Rossini como la integración natural de ambas filosofías aparece con el objetivo de desarrollar sistemas productivos más eficientes y competitivos[17]. De igual forma, para facilitar esta integración desde una perspectiva estratégica y de planificación, se proponen modelos conceptuales que nos brinda una guía para la gestión de cadenas de suministro lean dentro de entornos digitales [18]. Además, la flexibilidad que tienen las diferentes herramientas de Lean manufacturing como 5s, Poka Yoke entre otras estrategias lean permiten la simulación de diferentes escenarios y el análisis de cada uno de estos por medio de software para mejorar la toma de decisiones [19].

La aplicación de las herramientas Lean depende de factores humanos, ya sea por sí solas o combinadas con otras tecnologías. Las investigaciones sugieren que el éxito de herramientas fundamentales como el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) está relacionado al liderazgo y al apoyo gerencial [20]. Por lo que la capacitación y la participación de los colaboradores es importante, la eficiencia de estas herramientas aumenta cuando se utiliza un método de mejora que relacione al equipo de producción [21]. Algunas metodologías se han establecido con el fin de guiar la implementación de las herramientas lean como el "iLeanDMAIC" que involucra de manera ordenada las necesidades de los colaboradores [22]. El éxito de implementar la filosofía Lean radica en promover la involucración integral del personal[23].

En un ámbito operativo, las investigaciones continúan enfocándose en herramientas Lean clásicas para mejorar su impacto y alcance. El entrenamiento en resolución de problemas se identifica como un punto clave para la gestión de procesos lean [24], además las herramientas investigadas por su eficiencia, como el método 5S, siguen

siendo utilizadas a través de casos de estudio que documentan mejoras de sus procesos en las empresas del sector automotriz [25]. De igual modo, la mejora de la Efectividad General de los Equipos (OEE) a través de enfoques lean sigue siendo un tema de interés en optimización de tiempos de producción [26]. En el Cambio Rápido de Herramientas (SMED) se ha innovado, añadiendo nuevos enfoques y metodologías que se apoyan en otras herramientas Lean para aumentar su eficiencia [27], además de la integración de principios ergonómicos para salvaguardar el bienestar del operario [28]. Este esfuerzo por modernizar las herramientas se realiza con el propósito de renovar las actividades de reducción de tiempos de preparación dentro de la Gestión de Operaciones [29].

La filosofía Lean se puede aplicar en todo tipo de industrias los estudios que han analizado la evolución a largo plazo, como el realizado con empresas manufactureras españolas, muestran el impacto positivo y duradero[30]. Su aplicación ha logrado mejorar no solo en tareas de la línea de producción principal, sino también en áreas de mantenimiento o servicios dentro de la industria automotriz [31], por lo que la implementación de estas herramientas a lo largo de la cadena de suministro mejora la experiencia de los clientes [32]. Además, el análisis de los resultados antes de aplicarlos en un proceso de la industria permite tomar decisiones de mejor manera, con métodos innovadores como la simulación de VSM donde se incluye análisis de costos que nos permite tener un enfoque amplio de la situación actual y futuro del proceso [33], a esto se puede sumar nuevas herramientas para medir la eficiencia energética, accesibles incluso para las PYMES que facilitan la optimización de recursos y la mejora continua [34].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Proceso Productivo

El proceso productivo es un grupo de tareas organizadas y secuenciales mediante las cuales se cambian los insumos como materiales, mano de obra, maquinaria e información en productos tangibles o servicios. Este proceso se realiza con el fin de

usar recursos de manera eficiente, para mantener la calidad del producto y cumplir los estándares de tiempo establecidos [35].

1.3.2 Productividad

Se define a la productividad como una relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos, que puede ser productos o servicios, y la cantidad de mano de obra, capital, tierra, energía y otros recursos necesarios para producirlos es decir los insumos [36].

1.3.3 Proceso pintura por electrodeposición “ELPO”

El proceso ELPO consiste en depositar una capa de pintura uniforme en toda la cabina y valde de la unidad, esto es posible aplicando corriente continua a la pieza metálica sumergida en un baño de pintura con partículas cargadas opuestas a la pieza metálica. Esto hace que las partículas opuestas se adhieran a la pieza metálica formando una capa uniforme.[37].

1.3.4 Medición del trabajo

La medición del trabajo es un proceso donde se aplican técnicas para determinar el tiempo que un trabajador calificado se demora en llevar a cabo una tarea definida realizándola según su procedimiento o instructivo establecido [38].

1.3.1 Simbología del método de trabajo

Para la descripción y análisis de los procesos productivos se emplean los símbolos de la Norma ASME para diagramas de proceso Tabla 1, que es una de las primeras normas formales de la ingeniería industrial moderna, asociada al trabajo de Frank y Lillian Gilbreth.

Tabla 1. Símbolos norma ASME

Símbolo	Actividad	Descripción
	Operación	Transformación o cambio
	Transporte	Movimiento de material/persona

Símbolo	Actividad	Descripción
□	Inspección	Verificación o control
D	Demora	Espera o retraso
▽	Almacenamiento	Material guardado bajo control

1.3.2 Estudio de tiempos

Un estudio de tiempos es una herramienta que se usa para la medición del trabajo, aquí se registran los tiempos y se analizan los ritmos en que se ejecuta una tarea específica de acuerdo con un procedimiento o instructivo, esto con el fin de determinar un tiempo estándar en el que se realice la tarea asignada. Esta herramienta nos permite identificar actividades que no agregan valor, eliminar movimientos innecesarios y minimizar el tiempo de operación para mejorar la productividad[39].

1.3.3 Tamaño de la muestra

Para determinar el cálculo de la muestra se pueden usar dos métodos, la primera fue propuesta por la General Electric, esta se basa en determinar el tiempo de ciclo de un proceso y con ello definir el número de observaciones necesarias que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Número de Observaciones Según la General Electric[40]

Tiempo de ciclo (min)	Observaciones necesarias
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1	30
2	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Más de 40,00	3

El segundo método es el estadístico, que es de mucha utilidad para tiempos cortos y poco dispersos, a continuación, se presenta la ecuación 1.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Dónde:

n: Número de observaciones.

n': Número de observaciones preliminares.

x: Tiempo tomado.

1.3.4 Filosofía Lean Manufacturing

La manufactura ajustada es un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón que fueron motivadas en los principios de mejora continua de William Edwards Deming [41].

La filosofía lean manufacturing se puede entender como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio, refiriéndonos a desperdicio a las actividades que no agrega valor en un proceso, pero si costo y esfuerzo en los colaboradores[42].

1.3.5 Estructura del Lean Manufacturing

La estructura del Lean Manufacturing se fundamenta en el modelo de la *Casa Toyota*, una representación conceptual que organiza los elementos esenciales del sistema de producción de Toyota.

En esta casa, los pilares principales son **Justo a Tiempo (JIT)** y **Jidoka**, que garantizan flujo continuo, producción bajo demanda y calidad en la fuente. Estos pilares se sostienen sobre una base compuesta por **procesos estandarizados, trabajo nivelado (Heijunka)** y la filosofía de **mejora continua (Kaizen)**.

En la parte superior, el techo simboliza los objetivos centrales del sistema: **calidad superior, costos reducidos, tiempos de entrega más cortos, seguridad y moral del**

personal. Finalmente, el elemento transversal del factor humano asegura la participación, la formación y el compromiso de los trabajadores Figura 1.

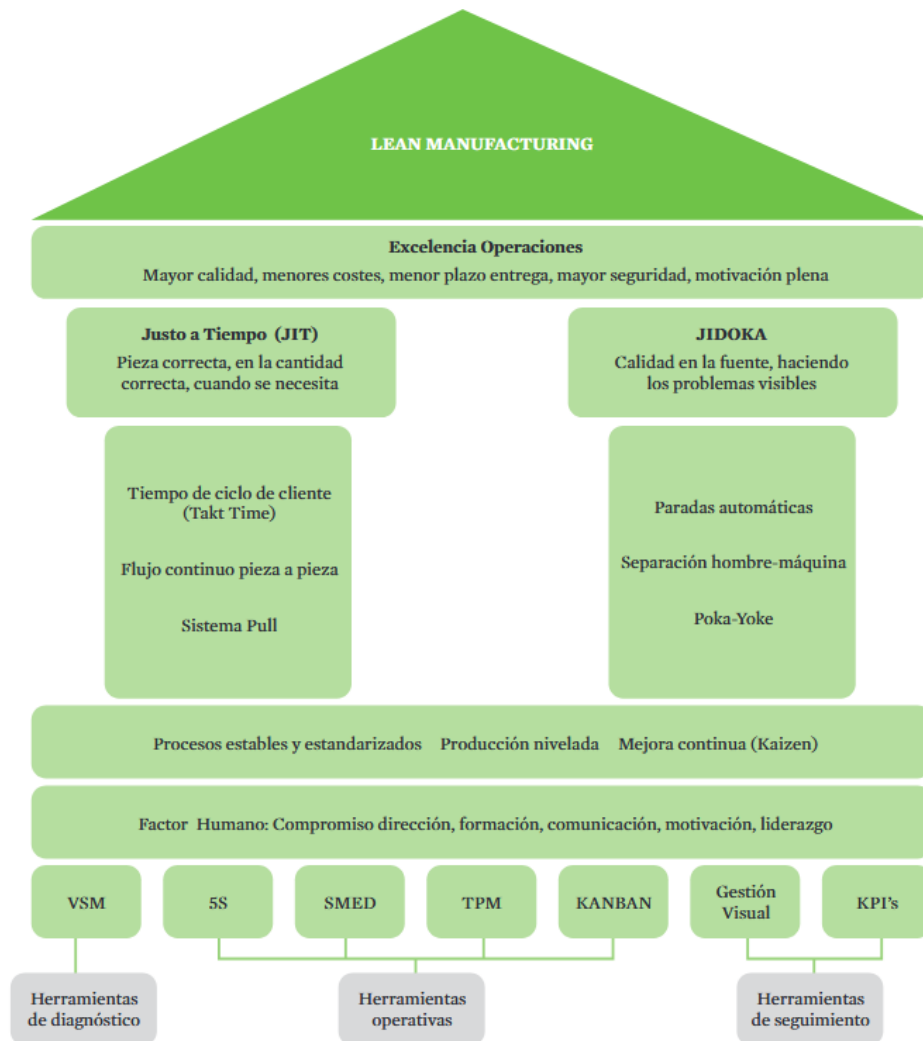


Figura 1. Estructura del Lean Manufacturing [44].

1.3.6 Desperdicios del Lean Manufacturing

Se entenderá como desperdicio, a aquellas actividades que se desarrollan para llevar adelante la producción, pero no agregan valor al producto. Se refiere a todos aquellos recursos físicos utilizados durante la ejecución de las operaciones o actividades realizadas (espacio, tiempo, materiales, desplazamientos) para llevar a cabo la producción que no generan valor agregado.

- **Transporte:** Movimiento innecesario de materiales o productos entre diferentes ubicaciones.
- **Inventario:** Exceso de materias primas, productos en proceso o productos terminados que no se demandan de forma inmediata.
- **Movimiento:** Movimiento innecesario en la producción por parte del personal.
- **Espera:** Tiempos muertos en los que los trabajadores o los procesos no están activos.
- **Sobreproducción:** Producir más de lo que se necesita o antes de que sea necesario.
- **Reproceso:** Realizar más trabajo o pasos de los que son necesarios para completar el producto o servicio.
- **Defectos:** Errores o fallas en los servicios o productos terminados [43].

1.3.7 Herramientas del Lean Manufacturing

Las herramientas Lean Manufacturing son un conjunto de técnicas basados en los principios de la filosofía lean dentro de una organización. Se aplican en la industria para diagnosticar, mejorar, estandarizar y controlar los procesos productivos.

Se pueden diferenciar 3 grupos de herramientas lean manufacturing. Estos grupos son: de diagnóstico, operativas y de seguimiento como se muestra en la Figura 2.

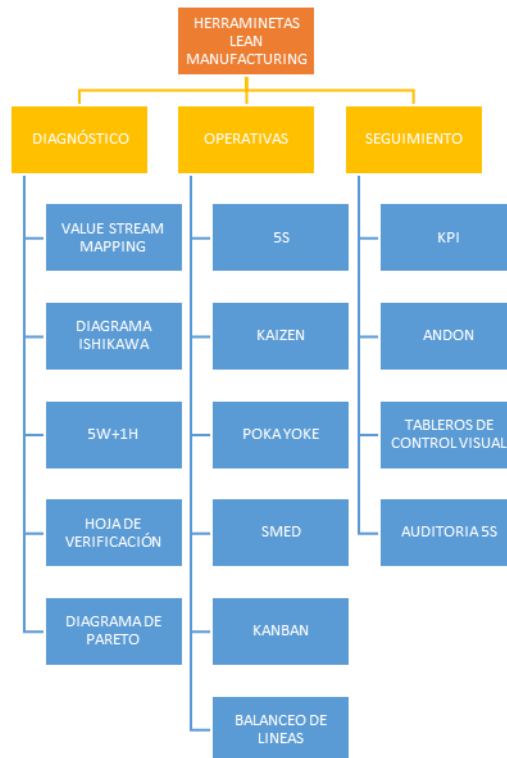


Figura 2. Herramientas Lean Manufacturing

1.3.8 Herramientas de Diagnóstico

Estas herramientas permiten analizar la situación actual del proceso e identificar problemas, desperdicios y oportunidades de mejora. Incluyen:

- **Value Stream Mapping (VSM)**

El **Value Stream Mapping (VSM)** es una herramienta visual de Lean Manufacturing que permite representar y analizar el flujo completo de materiales e información a lo largo de un proceso productivo. Su finalidad es identificar las actividades que agregan valor y aquellas que generan desperdicios, como esperas, retrabajos o inventarios innecesarios. A partir de esta evaluación, el VSM permite la detección de cuellos de botella y oportunidades de mejora, permitiendo comparar el estado actual del proceso con un estado futuro más eficiente.[44]

Para esta herramienta de manufactura ajustada se utiliza dos tipos de simbología que son las de flujo de materiales y las de flujo de información estos símbolos se muestran en la Figura 3 y Figura 4.

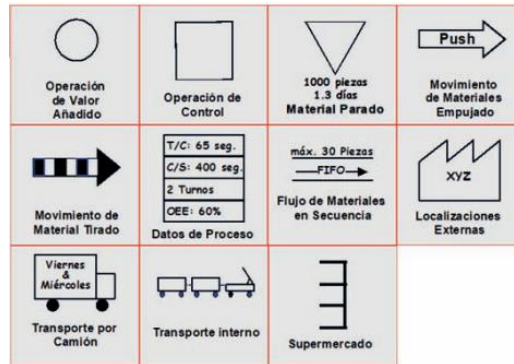


Figura 3. Simbología VSM para flujo de materiales

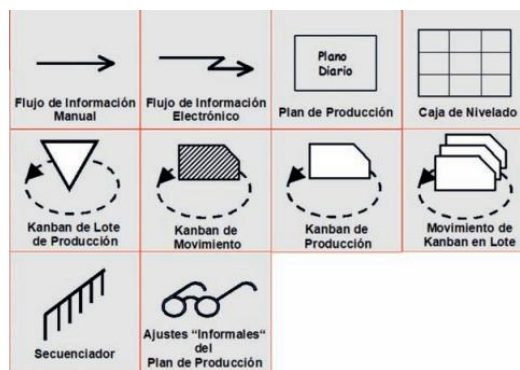


Figura 4. Simbología VSM para flujo de información

- **Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)**

Es una herramienta de calidad utilizada para identificar, organizar y visualizar de forma sistemática las posibles causas que originan un problema específico dentro de un proceso. Mediante su estructura ramificada, permite clasificar las causas en categorías como métodos, mano de obra, materiales, maquinaria, medio ambiente y medición, permitiendo el análisis integral del problema y apoyando la toma de decisiones orientada a eliminar sus causas raíz.

- **5W + 1H**

La técnica **5W + 1H** es una herramienta de análisis, el cual se basa en responder seis preguntas clave: What, Why, Who, Where, When y How. El objetivo de esta herramienta es comprender por qué se ocasiono un problema o situación, lo que nos permite definir el problema de mejor manera. Al realizar este análisis, se puede comprender el contexto del problema, lo que ayuda al diagnóstico, la identificación de causas y poder realizar planes de acción o de mejora dentro de un proceso.

- **Hoja de verificación**

La **hoja de verificación** es un documento que permite recopilar datos de manera organizada en el lugar donde ocurren los hechos. Este documento se utiliza para registrar cuantas veces aparecen los problemas, defectos o comportamientos específicos en un proceso, lo que permite un mejor control de calidad mediante la detección de patrones.

- **Diagrama de Pareto**

El **diagrama de Pareto** es una herramienta gráfica que permite priorizar problemas o causas en función de su impacto, mostrando cuáles son los factores más significativos dentro de un conjunto. Basado en el principio 80/20, establece que un pequeño número de causas genera la mayor parte de los efectos. El diagrama permite la identificación de los problemas más críticos, orientando los esfuerzos de mejora hacia las áreas que generan mayor beneficio.

1.3.9 Herramientas Operativas

Su función es intervenir directamente en el proceso para optimizar el flujo, reducir tiempos y eliminar desperdicios. Entre las más utilizadas están:

- **5S**

La metodología **5S** es una herramienta de orden y disciplina que busca mejorar las condiciones del entorno laboral mediante cinco principios japoneses: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplinar). Su aplicación permite eliminar elementos innecesarios, mantener los espacios organizados y establecer prácticas sostenibles que incrementan la eficiencia, seguridad y calidad en los procesos productivos.

- **Kaizen**

El **Kaizen** es una filosofía de mejora continua basada en la realización constante de pequeños cambios que, acumulados a lo largo del tiempo, generan mejoras significativas en la productividad, la calidad y el desempeño organizacional. Promueve la participación de todos los niveles de la empresa, fomenta el análisis sistemático de

problemas y busca la eliminación de desperdicios mediante acciones prácticas, simples y sostenibles.

- **Poka Yoke**

El **Poka Yoke** es una técnica de prevención de errores que busca evitar fallas humanas en los procesos mediante dispositivos, mecanismos o controles que impiden que una operación se realice de manera incorrecta. Su objetivo es asegurar la calidad en la fuente, reduciendo retrabajos, defectos y costos asociados. Los Poka Yoke pueden advertir, guiar o detener la operación cuando detectan fallas durante el proceso.

- **SMED (cambios rápidos de herramientas)**

El método **SMED (Single Minute Exchange of Die)** es una técnica orientada a reducir drásticamente los tiempos de preparación o cambio de herramientas en un proceso productivo. Su enfoque principal es separar actividades internas y externas, simplificar los ajustes y estandarizar procedimientos para lograr tiempos de cambio menores a diez minutos. Esto permite aumentar la flexibilidad, reducir lotes, disminuir tiempos de paro y mejorar la productividad global.

- **Kanban**

El **Kanban** es un sistema visual de control de producción y reposición de inventarios que utiliza tarjetas, señales o tableros para indicar la necesidad de fabricar o mover un producto en el momento adecuado. Su propósito es regular el flujo de trabajo, evitar sobreproducción y asegurar que cada proceso opere según la demanda real del cliente, contribuyendo a mantener un sistema justo a tiempo (JIT).

- **Balanceo de líneas**

El **balanceo de líneas** consiste en distribuir equitativamente las tareas entre las estaciones de trabajo que se tienen en una línea de producción con el fin de lograr un flujo continuo y minimizar tiempos ociosos. Su aplicación ayuda a reducir cuellos de botella, aumentar la eficiencia y garantizar que la carga de trabajo sea proporcional al ritmo de producción requerido, mejorando así el desempeño global del sistema productivo.

1.3.10 Herramientas de Seguimiento

Se utilizan para mantener control del proceso y asegurar que las mejoras se sostengan en el tiempo. Las principales son:

- **Indicadores de desempeño (KPI)**

Los **KPI (Key Performance Indicators)** son métricas cuantificables que permiten evaluar el grado de cumplimiento de objetivos estratégicos, operativos o de calidad dentro de una organización. Estos indicadores ayudan a medir eficiencia, productividad, tiempos, costos, calidad y otros aspectos clave, permitiendo la toma de decisiones basada en datos y el seguimiento del desempeño general del proceso.

- **Andon**

El **Andon** es un sistema visual y/o auditivo utilizado para alertar sobre fallas, anomalías o necesidades de asistencia en tiempo real dentro de un proceso productivo. A través de luces, pantallas o señales, permite a los operarios comunicar problemas de manera inmediata, favoreciendo la rápida respuesta, la reducción de defectos y el mantenimiento de la estabilidad del flujo de producción.

- **Tableros de control visual**

Los **tableros de control visual** son herramientas gráficas que muestran información relevante del proceso, como metas, avances, tiempos, inventarios o problemas, de manera clara y accesible para todo el personal. Su propósito es mejorar la comunicación, facilitar la toma de decisiones y promover la transparencia operativa, permitiendo detectar desviaciones y coordinar acciones correctivas en tiempo real.

- **Auditorías 5S**

Las **auditorías 5S** son evaluaciones sistemáticas que permiten verificar el cumplimiento y mantenimiento de la metodología 5S dentro de un área de trabajo. A través de listas de verificación y criterios objetivos, estas auditorías miden el nivel de orden, limpieza, estandarización y disciplina, asegurando la continuidad del sistema y detectando oportunidades de mejora para fortalecer la cultura de organización y eficiencia.[45]

1.3.11 Takt Time

El Takt Time es una herramienta que vincula la demanda de los clientes con el proceso de producción y establece la cantidad de trabajo que debe pasar por un sistema de producción en un tiempo determinado. Su aplicación ha mejorado el rendimiento de los proyectos y se calcula por la ecuación 2. [46]

$$\textit{Takt Time} = \frac{\textit{Tiempo Disponible de Trabajo}}{\textit{Demanda Requerida}} \quad (2)$$

1.3.12 Lead Time

El Lead Time es el periodo de tiempo que transcurre entre la realización del pedido y la finalización de este por parte del fabricante. Un Lead Time corto es preferible, ya que garantiza que las necesidades de los clientes se satisfagan rápidamente se calcula con la ecuación 3. [47]

$$\textit{Lead Time} = \textit{Tiempo de valor añadido} + \textit{Tiempo de valor no añadido} \quad (3)$$

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaborar un plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas Lean Manufacturing en el proceso de pintura por electrodeposición “ELPO” en la empresa CIAUTO Cía. Ltda.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso “ELPO” en la empresa CIAUTO Cía. Ltda.
- Identificar y evaluar las actividades que no agreguen valor en el proceso ELPO.

- Plantear una propuesta de mejora de los estándares de productividad mediante herramientas Lean Manufacturing
- Desarrollar mediante el software FlexSim una simulación de la propuesta planteada.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron recursos tecnológicos, herramientas, metodologías e instrumentos de recolección con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos, en la Tabla 3 se detallan los materiales empleados:

Tabla 3. Materiales utilizados en el desarrollo de la investigación

Material	Descripción	Imagen
Software Microsoft Word	Se empleo para la elaboración del trabajo de investigación.	
Software Microsoft Excel	Se empleo para el procesamiento de datos y tablas.	
Software Microsoft Visio	Se empleo para la elaboración de VSM	
Mendeley	Se empleo para la gestión de la bibliografía utilizada.	
FlexSim	Se utilizo para la simulación del proceso	
Guía de entrevista	Instrumento que se empleó para obtener información del proceso	
Cronometro	Instrumento empleado en la toma de tiempos del proceso ELPO	

2.2 Métodos

2.2.1 Enfoque de investigación

El trabajo de investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando lo cuantitativo y lo cualitativo para entender mejor cómo se está trabajando y cómo se puede mejorar la productividad en el proceso ELPO del área de pintura en la empresa “CIAUTO” Cía. Ltda.

Desde el lado cuantitativo, se procesaron los datos provenientes de la toma de tiempos del proceso ELPO. Este análisis permitió encontrar retrasos innecesarios y tiempos muertos, y compararlos con los tiempos ideales o esperados.

Por otro lado, el enfoque **cualitativo** permitió observar cómo se desarrollan las actividades en el día a día, la forma en cómo se organiza el trabajo, qué condiciones rodean a los operarios y qué factores afectan su ritmo.

2.2.2 Modalidad de la investigación

a. Investigación bibliográfica y documental

Se utilizó esta modalidad por la necesidad de profundizar en el funcionamiento del proceso de pintura por electrodeposición (ELPO) y en las herramientas de lean manufacturing que se emplean para la mejora. Este estudio utilizó dos tipos de fuentes: fuentes primarias otorgadas directamente por la empresa y fuentes secundarias como libros, artículos científicos, normas técnicas, manuales y tesis académicas, información que fue de beneficio para el desarrollo y comprensión del tema de estudio.

b. Investigación de campo

La investigación empleó una modalidad de campo, desarrollándose en las instalaciones de la empresa “CIAUTO” Cía. Ltda., esta modalidad permitió obtener los factores que influyen en la productividad del proceso, el estudio comprendió la toma de tiempos en el proceso ELPO y la descripción de la forma en que se realizan las tareas en el proceso, permitiendo identificar las actividades que no agregan valor.

2.2.3 Población y muestra

En la investigación se consideró como población a los trabajadores del proceso ELPO y Aplicación de Cera de CIAUTO Cía. Ltda. debido a que todos realizan la tarea de operación de los cargo-buses para el paso de la unidad por el proceso de estudio.

En la Tabla 4 se muestra la población.

Tabla 4 Población de estudio

Área	Actividad	Número de trabajadores
Cubas ELPO	Movilización de cargo-buses y ejecución de tareas en cubas	12 operarios
Sopleteo ELPO	Desmontaje de carrocería en dollie	

2.2.4 Recolección de información

Para obtener la información necesaria, la Tabla 5 detalla cada una de las actividades previstas, la técnica que se empleara y los instrumentos y herramientas utilizados, con el fin de cumplir con los objetivos planteados en la investigación.

Tabla 5. Actividades para realizar

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades	Técnica/Método	Herramienta/ Instrumento
Elaborar un plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas Lean Manufacturing en el proceso de pintura por electrodeposición “ELPO” en la empresa CIAUTO Cía. Ltda.	Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa en el proceso “ELPO”	Realizar observaciones en el área del proceso de pintura “ELPO”	Observación directa del proceso	Hojas de observación, checklist
		Recopilar datos de tiempos de producción y desperdicios	Toma de tiempos, análisis de datos	Cronómetro, formatos de recolección, Excel
	Analizar actividades que agreguen y no agreguen valor	Elaborar el VSM del estado actual	Value Stream Mapping (VSM)	Plantilla VSM, papelógrafo, Excel, íconos Lean
		Identificar actividades que generan valor y que no generan valor	Análisis de valor agregado (VA/NVA), 7 desperdicios	Diagramas, entrevistas, observación
	Plantear una propuesta enfocada en el mejoramiento de los estándares de productividad con lean manufacturing.	Proponer mejoras en distribución, métodos de trabajo o tiempos del proceso.	Estandarización	Planos, diagramas de flujo
		Diseñar un VSM del estado futuro con el flujo mejorado.	Elaboración del VSM futuro	Excel

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades	Técnica/Método	Herramienta/ Instrumento
		Plantear métodos para mejorar la sincronización y el flujo (Kanban o balanceo de líneas).	Kanban, Heijunka, balanceo de líneas	Excel
	Desarrollar a través del software FlexSim una simulación de la propuesta planteada	Construir el modelo de simulación del estado actual del proceso ELPO.	Simulación computacional	FlexSim
		Implementar dentro del modelo los cambios propuestos.	Modelado con parámetros mejorados	FlexSim
		Crear el modelo del estado futuro incorporando la propuesta Lean y comparar.	Análisis comparativo	FlexSim, Excel para análisis de datos

2.2.5 Procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos se determinó bajo los siguientes pasos:

- Se efectuó una revisión sistémica de bibliografía científica centrada en los desperdicios y tareas que no agregan valor en el proceso ELPO y en las herramientas Lean Manufacturing para fundamentar el estudio.
- Documentación de las operaciones en el proceso de estudio pintura ELPO.
- Diagnóstico del estado actual del proceso ELPO.
- Detección de los desperdicios y operaciones que no agregan valor.
- Selección de técnicas e instrumentos para la implementación Lean Manufacturing.
- Análisis de los datos recopilados.
- Desarrollo de un instructivo de trabajo.
- Comparación de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Información de la Empresa

CIAUTO, “La Ciudad del Auto” es una empresa 100% ecuatoriana, nace de una visión empresarial comprometida con el Ecuador, impulsando la generación de trabajo en el centro del país. Inició sus operaciones en febrero del 2013 fabricando vehículos de la marca Great Wall Motors, uno de los mayores productores de vehículos asiáticos.

CIAUTO en el 2016 inauguró la planta de pintura más moderna del Ecuador. En el 2018 se construyó una nueva área logística y de producción con líneas de soldadura de carrocerías para SUVs, camionetas y baldes para camionetas. Al mismo tiempo Great Wall Motors se convertía en la marca N. 4 en el mercado ecuatoriano. El aprecio de los ecuatorianos por el diseño y la calidad de la marca ha permitido lograr ese resultado. Con el objetivo de seguir impulsando la industria en el 2019 construye una nueva línea de producción para fabricar una VAN de 11 pasajeros de otra prestigiosa marca asiática: Shineray.

CIAUTO cuenta con la planta de fabricación de autos más moderna del Ecuador con líneas de soldadura, pintura, vestidura final y pista de pruebas dinámicas, ha logrado cifras récord de incorporación de autopartes producidas en el Ecuador incorporando muchos autopartistas nuevos a su cadena productiva, generando trabajo y transferencia de tecnología en nuestro país.

Great Wall Motors, según la Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana es, por mucho, la marca N.1 en cuanto a participación de modelos fabricados en el Ecuador en el portafolio de la marca (62% de los modelos que se venden en el Ecuador son fabricados con manos ecuatorianas). Los vehículos fabricados por CIAUTO ya ruedan por caminos de Colombia y Costa Rica. En esta corta trayectoria ha producido más de 20.000 vehículos y ha conquistado varios hitos en la industria automotriz ecuatoriana.

Uno de ellos es la instalación de CIAUTO como la primera ensambladora de vehículos fuera de la capital del país, como un aporte a la generación de nuevos polos industriales en Ecuador, ha logrado el mayor porcentaje de componentes ecuatorianos en el menor tiempo posible manteniendo al mismo tiempo altos estándares de calidad con lo que ha superado los resultados que toda la industria automotriz logró en su larga historia de más 3 décadas [48].

La siguiente tabla muestra la información de la empresa

Tabla 6. Datos de la empresa

DATOS DE LA EMPRESA	
Logotipo:	 Figura 5. Logotipo
Nombre:	CIAUTO CIA. LTDA.
RUC:	1891748376001
Dirección:	Camino Real S/N sector El Conde.
Teléfonos:	0999909314 / 0982717307
Representante Legal:	Ing. Pietro Pilo País
Correo electrónico:	ciauto@ciauto.ec

3.1.2 Misión

Somos una empresa dedicada al ensamblaje de partes y vehículos automotores de calidad. Fomentamos el desarrollo de la Provincia y el País, así como también el crecimiento de nuestra gente generando al mismo tiempo la rentabilidad necesaria para asegurar la continuidad y desarrollo de nuestra organización [48].

3.1.3 Visión

Nuestra cultura organizacional impulsa la búsqueda de la excelencia en un ambiente acogedor que facilita el desarrollo de nuestro equipo humano. Mantenemos procesos

de fabricación innovadores, confiables, seguros y competitivos que nos permiten ensamblar vehículos de calidad. Fomentamos el desarrollo de la industria a través del crecimiento paulatino del número de unidades que ensamblamos y del tipo de partes locales que instalamos en nuestros vehículos, lo que nos permite adoptar y transferir tecnología, generando nuevos y mejores negocios para todas las partes involucradas con nuestra organización. Gestionamos nuestros procesos de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma ISO 9001, lo que nos brinda las herramientas y los recursos necesarios para trabajar ordenadamente y con calidad, facilitándonos el logro de la satisfacción de nuestros clientes internos y externos. Logramos clientes entusiasmados con nuestros productos, esto nos permite construir un gran nombre de respaldo y seriedad asegurando el crecimiento y sustentabilidad de nuestro negocio. Generamos la rentabilidad adecuada para asegurar la continuidad y desarrollo de nuestra empresa, así como de la sociedad [48].

3.1.4 Localización de la empresa

Las instalaciones de la empresa CIAUTO se encuentran en la siguiente figura tomada de Google Maps, en el sector del Camino Real a -1.1512 de latitud y -78.6090 de longitud.



Figura 6. Ubicación de las instalaciones de CIAUTO

3.1.5 Layout de planta de proceso ELPO

El proceso de pintura ELPO se desarrolla en 11 cubas donde las unidades son colocadas por medio de cargo buses debido a que se debe levantar, desplazar y sumergir dentro de las cubas a las unidades, estos cargo-buses son manipulados por los operarios por medio de una botonera, la siguiente figura muestra el plano de la estructura del proceso ELPO en la empresa CIAUTO Cia. Ltda., las medidas corresponden a mm.

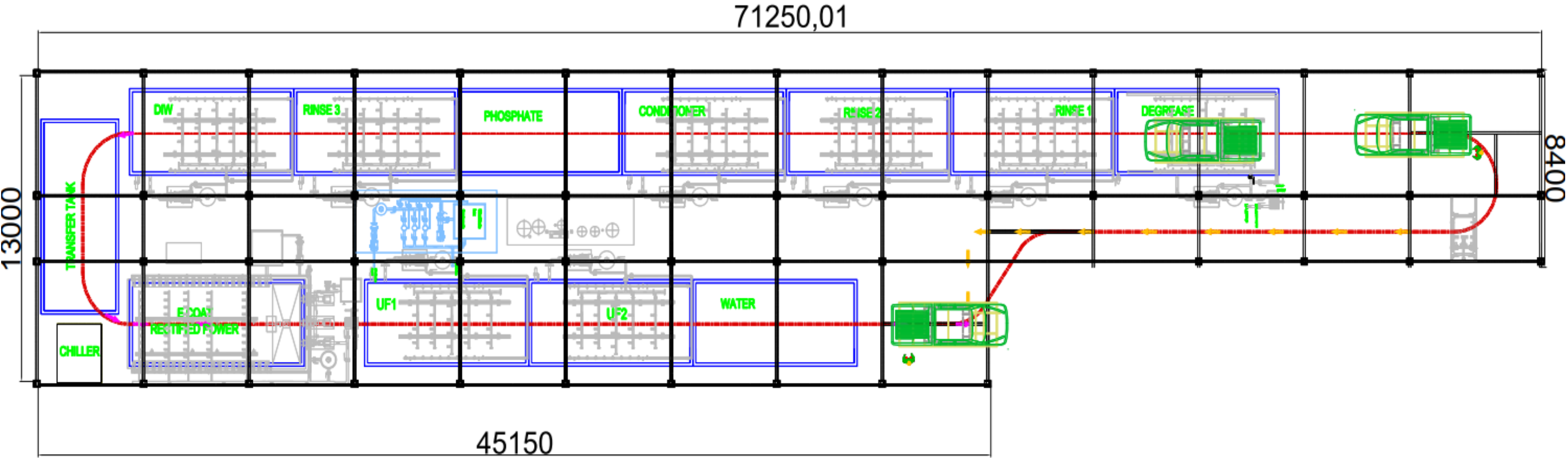


Figura 7. Layout Planta Pintura - Proceso ELPO

3.1.6 Productos que se ensamblan en CIAUTO

La empresa CIAUTO Cia. Ltda. Se dedica al ensamble de vehículos entre sus principales tipos de automóviles que se ensamblan son: CAMIONETAS, SUV y VAN, los cuales se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Vehículos ensamblados por la empresa CIAUTO Cia. Ltda.

TIPO	MODELO	IMAGEN
CAMIONETA	POER	 Figura 8. Camioneta POER
	WINGLE	 Figura 9. Camioneta Wingle
	KYC F3	 Figura 10. Camioneta KYC F3
SUV	SWM	 Figura 11. SWM G01

TIPO	MODELO	IMAGEN
VAN	X30	 Figura 12. Buseta X30
	KYC	 Figura 13. Buseta KYC

3.2 Análisis ABC de los vehículos ensamblados

Debido a que cada modelo que se ensambla en la empresa CIAUTO Cia. Ltda. tiene dos o más versiones se requiere de una inversión representativa en cuanto a tiempo e insumos por unidad.

Por lo que el análisis ABC se basa en el valor al que se venden los productos y no en la cantidad que se fabrican, lo que permite reflejar de mejor manera la importancia económica de cada producto que se ensambla.

A continuación, se presenta la información correspondiente al año 2025 de los vehículos ensamblados por la empresa en la Tabla 8.

Tabla 8. Ventas del año 2025 de productos ensamblados.

Nombre del producto	Unidades Vendidas (2025)	Precio Unitario (USD)	Valor Total (USD)
POER AC 2.0 CD 4X4 TM DIESEL	2715	\$28,990	\$78,707,850
POER AC 2.0 CD 4X2 TM DIESEL	1345	\$28,990	\$38,991,550
WINGLE 7 AC 2.0 CD 4X2 TM DIESEL	611	\$26,490	\$16,185,390

Nombre del producto	Unidades Vendidas (2025)	Precio Unitario (USD)	Valor Total (USD)
WINGLE 7 AC 2.0 CD 4X4 TM DIESEL	473	\$26,490	\$12,529,770
SWM G01	526	\$18,990	\$9,988,740
KYC F3	533	\$18,490	\$9,855,170
SWM G01F	265	\$19,990	\$5,297,350
SHINERAY X30	180	\$14,290	\$2,572,200
KYC V7	130	\$18,990	\$2,468,700
KYC V3	150	\$14,990	\$2,248,500
SHINERAY X30LS	130	\$14,990	\$1,948,700
SHINERAY X30 CARGO	100	\$16,490	\$1,649,000
TOTAL			\$182,442,920.00

Se calcula el porcentaje de participación en las ventas del año 2025 por medio de la ecuación 3, haciendo la relación entre el valor total generado en ventas por modelo y el valor de las ventas de todos los modelos, por medio de este cálculo se obtiene el porcentaje económico en función de sus ventas.

$$\% \text{ participación} = \frac{\text{valor total de ventas por modelo}}{\text{valor total de ventas de todos los modelos}} * 100 \quad (3)$$

A partir de los datos obtenidos, se presenta a continuación en la Tabla 8 los porcentajes acumulados y la clasificación ABC.

Tabla 9. Clasificación ABC

Nombre del producto	Valor Total (USD)	% Acumulado	Clasificación
POER AC 2.0 CD 4X4 TM DIESEL	\$78,707,850	43.14%	A
POER AC 2.0 CD 4X2 TM DIESEL	\$38,991,550	64.51%	A
WINGLE 7 AC 2.0 CD 4X2 TM DIESEL	\$16,185,390	73.38%	A
WINGLE 7 AC 2.0 CD 4X4 TM DIESEL	\$12,529,770	80.25%	A
SWM G01	\$9,988,740	85.73%	B
KYC F3	\$9,855,170	91.13%	B
SWM G01F	\$5,297,350	94.03%	B
SHINERAY X30	\$2,572,200	95.44%	B

Nombre del producto	Valor Total (USD)	% Acumulado	Clasificación
KYC V7	\$2,468,700	96.80%	C
KYC V3	\$2,248,500	98.03%	C
SHINERAY X30LS	\$1,948,700	99.10%	C
SHINERAY X30 CARGO	\$1,649,000	100.00%	C

En la siguiente figura se muestra el diagrama de Pareto que corresponde a las ventas del año 2025.

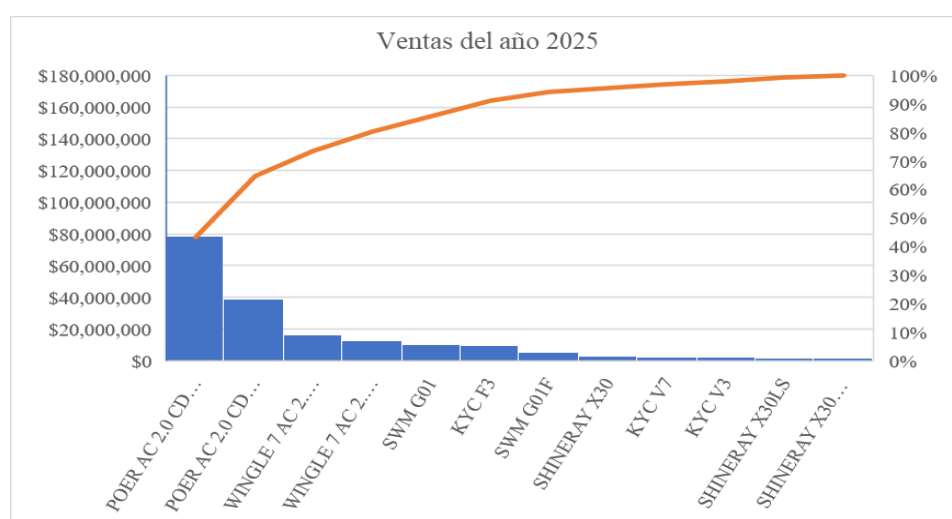


Figura 14. Ventas correspondientes al año 2025

Interpretación:

De acuerdo con la Figura 5 que corresponde a las ventas de los productos ensamblados en CIAUTO Cia. Ltda. Queda en evidencia que la marca POER y WINGLE representan el 80.25% del ingreso anual por lo que se clasifican como productos de categoría A, mientras que los demás modelos ofertados poseen menor impacto económico por lo que se los ubica en las categorías B y C.

El modelo POER al ser un producto de categoría A con un 64.51% de participación económica se tomará como objeto de estudio en el que se realizarán las observaciones y tomas de tiempo.

3.3 Proceso ELPO

El proceso ELPO se divide en dos partes que son el fosfatado y el ECOAT, en las cuales se va tratando a la carrocería para pintarla por electrodeposición, este proceso consta de 11 etapas como se muestra en la Figura 14.

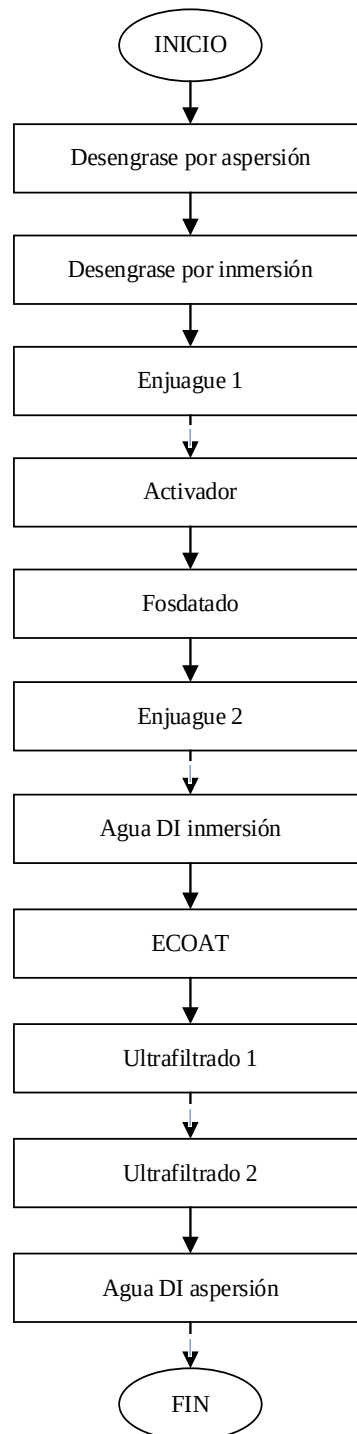


Figura 15. Diagrama de flujo Proceso ELPO

3.4 Tiempos observados e identificación de actividades que no agregan valor

Los tiempos y actividades realizadas en el proceso ELPO fueron observadas de forma directa en la planta. En la medición de tiempo se empleó el método de cronometraje acumulativo lo cual ayudo a una mejor cuantificación de cada tarea realizada en las cubas del ELPO. Los tiempos observados corresponden al tiempo que el cargo bus se encuentra en cada una de las cubas. Debido a que el tiempo de ciclo del ELPO supera los 40 min, se ha realizado 3 observaciones según nos sugiere General Electric [40].

3.5 Desengrase por aspersión

En esta etapa se realiza una limpieza de escoria y grasa que se adhiere a las paredes de la unidad en el proceso de soldadura, esta limpieza se realiza por medio de aspersión de agua caliente y desengrasantes, la unidad baja por medio del cargo bus realiza 11 oscilaciones y permanece dentro de la cuba 325 segundos en esta etapa se ha tomado en cuenta el tiempo de elevación de la unidad desde la estación de preparación.

Tabla 10. Tiempo observado - Desengrase por aspersión

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Elevación	0:00:23	0:00:23	0:00:52	0:00:52	0:00:39	0:00:39	0:00:38	0:00:38
Desplazamiento	0:00:50	0:01:13	0:00:35	0:01:27	0:00:30	0:01:09	0:00:38	0:08:14
Bajada	0:00:47	0:02:00	0:00:47	0:02:14	0:01:20	0:02:29	0:00:58	
Sumergido	0:04:41	0:06:41	0:05:38	0:07:52	0:05:24	0:07:54	0:05:14	
Elevación	0:01:24	0:08:06	0:01:22	0:09:14	0:01:23	0:09:17	0:01:23	

De acuerdo con la medición realizada para la elevación de la unidad desde la zona de preparación tenemos un tiempo de 38 segundos, luego que la unidad se suspende e ingresa a la cuba 1 hasta la salida de la unidad se obtiene un tiempo de 8 min con 14 segundos en promedio.

3.6 Desengrase por inmersión

En el desengrase por inmersión la cuba se encuentra llena de una solución de detergente y agua para profundizar la limpieza de la unidad, se sumerge a la unidad en

la solución por medio del cargo bus y se sumerge a la unidad durante 325 segundos realizando 12 oscilaciones.

Tabla 11. Tiempo observado - Desengrase por inmersión

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:33	0:00:33	0:00:28	0:00:28	0:00:55	0:00:55	0:00:38	0:08:57
Bajada	0:01:05	0:01:38	0:01:02	0:01:30	0:01:03	0:01:58	0:01:04	
Sumergido	0:05:30	0:07:08	0:05:35	0:07:05	0:05:53	0:07:51	0:05:39	
Elevación	0:01:33	0:08:41	0:01:33	0:08:38	0:01:42	0:09:33	0:01:36	

Realizada la toma de tiempos en la cuba 2 tenemos que la unidad permanece en esta estación un promedio de 8 minutos con 57 segundos.

3.7 Enjuague 1

En el Enjuague 1 se realiza la una remoción del producto de la cuba 2 que está en exceso en la unidad, se sumerge a la unidad durante 80 segundos y se realiza 2 oscilaciones durante la entrada y la salida de la unidad se debe encender la aspersion con el fin de que la unidad permanezca húmeda y no genere defectos en la pintura.

Tabla 12. Tiempo observado - Enjuague 1

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:26	0:00:26	0:00:31	0:00:31	0:00:32	0:00:32	0:00:30	0:04:39
Bajada	0:01:04	0:01:30	0:01:02	0:01:33	0:01:01	0:01:33	0:01:02	
Sumergido	0:01:14	0:02:44	0:01:19	0:02:52	0:01:23	0:02:56	0:01:19	
Elevación	0:01:32	0:04:16	0:01:33	0:04:25	0:01:39	0:04:35	0:01:35	

Una vez tomado el tiempo que se demora en procesar en la cuba 3 la unidad se obtuvo un tiempo de 4 min con 39 segundos.

3.8 Activador

En esta etapa se realiza el acondicionamiento de la unidad por medio de una solución que permite un mejor fosfatizado de la cabina y el balde. El tiempo de inmersión es de

80 segundos y se realizan 2 oscilaciones. A este proceso también lo conocen como acondicionador.

Tabla 13. Tiempo observado - Activador

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:26	0:00:26	0:00:31	0:00:31	0:00:32	0:00:32	0:00:30	0:04:25
Bajada	0:01:04	0:01:30	0:01:02	0:01:33	0:01:01	0:01:33	0:01:02	
Sumergido	0:01:14	0:02:44	0:01:19	0:02:52	0:01:23	0:02:56	0:01:19	
Elevación	0:01:32	0:04:16	0:01:33	0:04:25	0:01:39	0:04:35	0:01:35	

Para la cuba 4 después de tomar los tiempos que permanece la unidad en la estación se tiene un tiempo promedio de 4 minutos con 25 segundos.

3.9 Fosfatado

En esta etapa se trata al metal de la carrocería por medio de fosfato de zinc con el fin de que la pintura se adhiera de mejor manera y reducir la corrosión en la superficie, el cargo bus sumerge a la unidad en la cuba durante 125 segundos realizando 4 oscilaciones.

Tabla 14. Tiempo observado - Fosfatado

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:28	0:00:28	0:01:29	0:01:29	0:00:26	0:00:26	0:00:48	0:05:38
Bajada	0:01:07	0:01:35	0:00:25	0:01:54	0:01:08	0:01:34	0:00:53	
Sumergido	0:01:58	0:03:33	0:01:14	0:03:08	0:02:08	0:03:42	0:01:46	
Elevación	0:02:04	0:05:37	0:02:15	0:05:23	0:02:14	0:05:56	0:02:11	

Con respecto a la cuba 5, realizada la medición de tiempo se tiene que la unidad pasa en la estación de fosfatizado durante 5 minutos con 38 segundos.

3.10 Enjuague 2

En la cuba 6 se realiza la limpieza de las impurezas adheridas en la carrocería para una correcta electrodeposición, se sumerge a la unidad durante 80 segundos y debe cumplir con 2 oscilaciones.

Tabla 15. Tiempo observado - Enjuague 2

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:46	0:00:46	0:00:26	0:00:26	0:00:33	0:00:33	0:00:35	0:05:17
Bajada	0:01:14	0:02:00	0:01:15	0:01:41	0:01:24	0:01:56	0:01:18	
Sumergido	0:01:10	0:03:11	0:01:17	0:02:58	0:00:57	0:02:54	0:01:08	
Elevación	0:02:09	0:05:20	0:02:21	0:05:20	0:02:19	0:05:12	0:02:16	

Luego de haber tomado el tiempo en la cuba 6, se obtuvo un tiempo promedio de 6 minutos con 1 segundo que la unidad pasa en la estación.

3.11 Agua DI inmersión

En la cuba 7 se realiza la limpieza de las impurezas adheridas en la carrocería para una correcta electrodeposición, se usa agua desionizada o desmineralizada para remover cualquier contaminante y reducir la conductividad del agua. En esta etapa el tiempo de inmersión es de 80 segundos y debe cumplir con 2 oscilaciones.

Tabla 16. Tiempo observado - Agua DI inmersión

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:26	0:00:26	0:00:29	0:00:29	0:00:25	0:00:25	0:00:27	0:04:40
Bajada	0:01:10	0:01:36	0:01:13	0:01:42	0:01:12	0:01:37	0:01:12	
Sumergido	0:01:12	0:02:48	0:01:11	0:02:53	0:01:25	0:03:02	0:01:16	
Elevación	0:01:41	0:04:29	0:01:50	0:04:43	0:01:46	0:04:48	0:01:46	

En la estación 7, después de realizar la toma de tiempos se tiene que la unidad sale de la estación a los 4 minutos con 40 segundos.

3.12 ECOAT

En la cuba 8 se realiza el pintado de las unidades, el e-coat o electrodeposición es un proceso donde se deposita una película de pintura sobre un metal, por medio de la atracción de cargas opuestas. El voltaje es aplicado y la corriente eléctrica fluye por unas celdas anolíticas, estas celdas a su vez tienen una corriente de agua que fluye a través de ellas. Entonces las partículas de pintura se mueven al electrodo de carga opuesta depositando así una película de pintura en la carrocería. La unidad se sumerge en la solución de pintura por 345 segundos y se cumplen 12 oscilaciones.

Tabla 17. Tiempo observado - ECOAT

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:01:23	0:01:23	0:01:21	0:01:21	0:00:53	0:00:53	0:01:13	0:09:37
Bajada	0:00:59	0:02:22	0:01:06	0:02:27	0:01:01	0:01:54	0:01:02	
Sumergido	0:05:41	0:08:03	0:05:33	0:08:00	0:05:55	0:07:49	0:05:43	
Elevación	0:01:36	0:09:39	0:01:45	0:09:45	0:01:39	0:09:28	0:01:40	

Después de hacer la toma de tiempo en la cuba 8 nos da como resultado que la unidad permanece en la estación durante 9 minutos con 37 segundos.

3.13 Ultrafiltrado 1

Luego del proceso de e-coat se pasa al ultrafiltrado donde se extrae el agua de la cuba de electrodeposición. Aquí también se extrae impurezas disueltas, a esta solución producida por los ultra filtros se la llama permeato. Por medio de esta etapa se recupera hasta un 90% de la pintura que no se depositó en la unidad. El cargo bus sumerge a la unidad durante 80 segundos y realiza 2 oscilaciones.

Tabla 18. Tiempo observado – Ultrafiltrado 1

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:35	0:00:35	0:00:47	0:00:47	0:00:45	0:00:45	0:00:42	0:04:52
Bajada	0:01:03	0:01:38	0:01:04	0:01:51	0:01:00	0:01:44	0:01:02	
Sumergido	0:01:38	0:03:16	0:01:27	0:03:18	0:01:32	0:03:17	0:01:32	
Elevación	0:01:24	0:04:40	0:01:44	0:05:02	0:01:37	0:04:54	0:01:35	

Una vez realizado la toma de tiempos correspondiente a la cuba 9 se obtuvo que la unidad permanece en la cuba 4 minutos con 22 segundos.

3.14 Ultrafiltrado 2

En esta cuba se extrae pequeñas cantidades de impurezas disueltas en la solución. Reduce los contaminantes que se encuentran en la pintura, el permeato es importante para enjuagar la carrocería recuperando sólidos e impurezas que contiene la pintura. El cargo bus sumerge a la unidad durante 80 segundos y realiza 2 oscilaciones.

Tabla 19. Tiempo observado – Ultrafiltrado 2

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:33	0:00:33	0:00:26	0:00:26	0:00:28	0:00:28	0:00:29	0:04:43
Bajada	0:00:56	0:01:29	0:01:08	0:01:34	0:01:03	0:01:31	0:01:02	
Sumergido	0:01:30	0:02:59	0:01:27	0:03:01	0:01:41	0:03:12	0:01:33	
Elevación	0:01:36	0:04:35	0:01:44	0:04:45	0:01:39	0:04:51	0:01:40	

Para la cuba 10, se determinó que el tiempo en que la unidad sale de la estación es de 4 min con 43 segundos.

3.15 Agua DI aspersión

En esta etapa se realiza una limpieza de la carrocería por medio de agua desionizada, se aplica por medio de aspersión para la remoción de residuos de pintura adheridas en la carrocería por el proceso de electrodeposición, en esta etapa también se tomó en cuenta el tiempo que avanza el cargo bus después de su elevación. El cargo bus sumerge a la unidad durante 80 segundos y realiza 2 oscilaciones.

Tabla 20. Tiempo observado – Agua DI aspersión

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:23	0:00:23	0:00:25	0:00:25	0:00:28	0:00:28	0:00:25	0:05:01
Bajada	0:01:08	0:01:31	0:01:12	0:01:37	0:00:51	0:01:19	0:01:03	
Sumergido	0:01:08	0:02:39	0:01:26	0:03:03	0:01:47	0:03:06	0:01:27	
Elevación	0:02:07	0:04:46	0:02:07	0:05:10	0:02:02	0:05:08	0:02:06	

	1		2		3			
Fases	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Duración	Tiempo Total	Tiempo Promedio	T total
Desplazamiento	0:00:25	0:05:11	0:00:17	0:05:27	0:00:32	0:05:40	0:00:25	0:00:25

Luego de la toma de tiempos en la cuba 11 se obtuvo que la unidad sale de la estación con su carrocería tratada a los 5 min y 1 segundo luego de esto se realiza el transporte de la unidad hacia la estación de sopleteo que dura en promedio 25 segundos.

En la tabla 20 se muestra el resumen de los tiempos de cada proceso.

Tabla 21. Resumen tiempos etapas de proceso ELPO

Etapas	Tiempo Promedio
Preparación	0:00:38
Desengrase por aspersión	0:08:14
Desengrase por inmersión	0:08:57
Enjuague 1	0:04:39
Activador	0:04:25
Fosfatado	0:05:38
Enjuague 2	0:06:01
Agua DI	0:04:40
E-COAT	0:09:37
Ultrafiltrado 1	0:04:22
Ultrafiltrado 2	0:04:43
Agua DI	0:05:01
Pr. Horno	0:00:25

Análisis

Los tiempos tomados corresponden al tiempo en que los cargo buses elevan desplazan y sumergen a las unidades en las cubas. Una vez recopilado todos los tiempos que las unidades permanecen en las estaciones se tiene como cuello de botella a la estación de E-COAT puesto que tiene un tiempo de tratamiento a la carrocería mayor a los demás.

3.16 VSM Estado Actual

Para la elaboración del VSM actual del proceso ELPO se toman los datos de tiempo de ciclo, demanda, inventarios y desperdicios hallados en la línea de producción. En la siguiente figura se muestra la información adquirida.

Tack time

La demanda que se tiene es de 1000 unidades al mes con un tiempo disponible de 8 horas al día.

$$Tack\ Time = \frac{28800 \frac{segundos}{dia}}{35 \frac{unidades}{dia}}$$

$$Tack\ Time = 822.85 \frac{segundos}{unidad}$$

$$Tack\ Time = 13.72 \frac{min}{unidad}$$

Realizado los cálculos tenemos que el tiempo en que debería salir una unidad del proceso ELPO debe ser de 13.72 min por cada unidad.

Luego se procede a colocar las 11 estaciones del proceso ELPO con sus datos, en este caso se ha colocado una eficiencia general de los equipos en 80%, esto debido a que los cargo buses tienden a fallar por mal estado de las ruedas o una programación errónea.

El proceso ELPO comienza con la recepción de las unidades de soldadura, donde se realiza el matrimonio de balde y cabina de las unidades, el transporte de estas piezas se los hace por tecles y se los asegura en los dollies por medio de pines y alambre galvanizado, una vez que la unidad se encuentra preparada se lo ancla a los cargo buses para entrar en la CUBA 1 del proceso ELPO. El tiempo que se registra es de 532 segundos para la preparación y desengrase de la unidad por medio de aspersion.

En la CUBA 2 se realiza la limpieza de grasas e impurezas de la unidad sumergiéndola. El tiempo que se registra es de 537 segundos para asegurar que se retiran las impurezas de la unidad y pasar a la siguiente fase del proceso

Para la CUBA 3 se registra un tiempo de 279 segundos en el cual se realiza un enjuague del producto excedente usado para la limpieza de la unidad en la cuba anterior.

Posterior a esta fase la unidad entra a la CUBA 4 donde se acondiciona a la carrocería de la unidad, se registra un tiempo de 265 segundos que la unidad permanece en esta fase.

Luego la unidad pasa a las CUBA 5 donde se realiza el tratamiento del metal de la carrocería por medio de fosfato de zinc, en esta fase se registra un tiempo de 338 segundos.

A continuación, se sumerge a la unidad en la CUBA 6 donde se realiza un enjuague de la unidad, se registra un tiempo de 361 segundos, este proceso es importante ya que retira el excedente de la solución de fosfato.

Después del enjuague se coloca a la unidad en la CUBA 7 donde se realiza una limpieza de la unidad con agua desionizada, el tiempo que se registra en esta fase es de 280 segundos, esta fase es importante ya que se limpia de minerales a la unidad que pueden provocar corrosión en la carrocería.

La siguiente fase es el electro recubrimiento o E-COAT se la realiza en la CUBA 8 en esta fase se registra un tiempo de 577 segundos, esta fase es importante debido a que aquí se coloca la pintura base que garantiza que la pintura no se deteriore en un corto tiempo.

Luego se manda a la unidad a la CUBA 9 donde se realiza el ultrafiltrado, se registra un tiempo de 263 segundos para retirar el exceso de producto y llevarlo de regreso al E-COAT con el fin de aprovechar mejor el producto.

Así mismo se coloca a la unidad en la CUBA 10 donde se realiza un segundo ultrafiltrado, aquí se registra un tiempo de 283 segundos esta fase también es importante porque se logra recuperar el producto excedente en la unidad que no se adhirió por medio de la electrodeposición.

Finalmente se pasa a la CUBA 11 donde se limpia a la unidad por medio de aspersión de agua desionizada, en esta fase se registra un tiempo de 301 segundos, en esta cuba se limpia a la unidad de todas las impurezas que se adhieren a la carrocería una vez pintada, para que el cargo-bus regrese y se reinicie el proceso ELPO se requiere de 8 minutos.

La siguiente figura representa el estado actual de la empresa teniendo como proveedor al área de soldadura y como cliente al proceso de pintura.

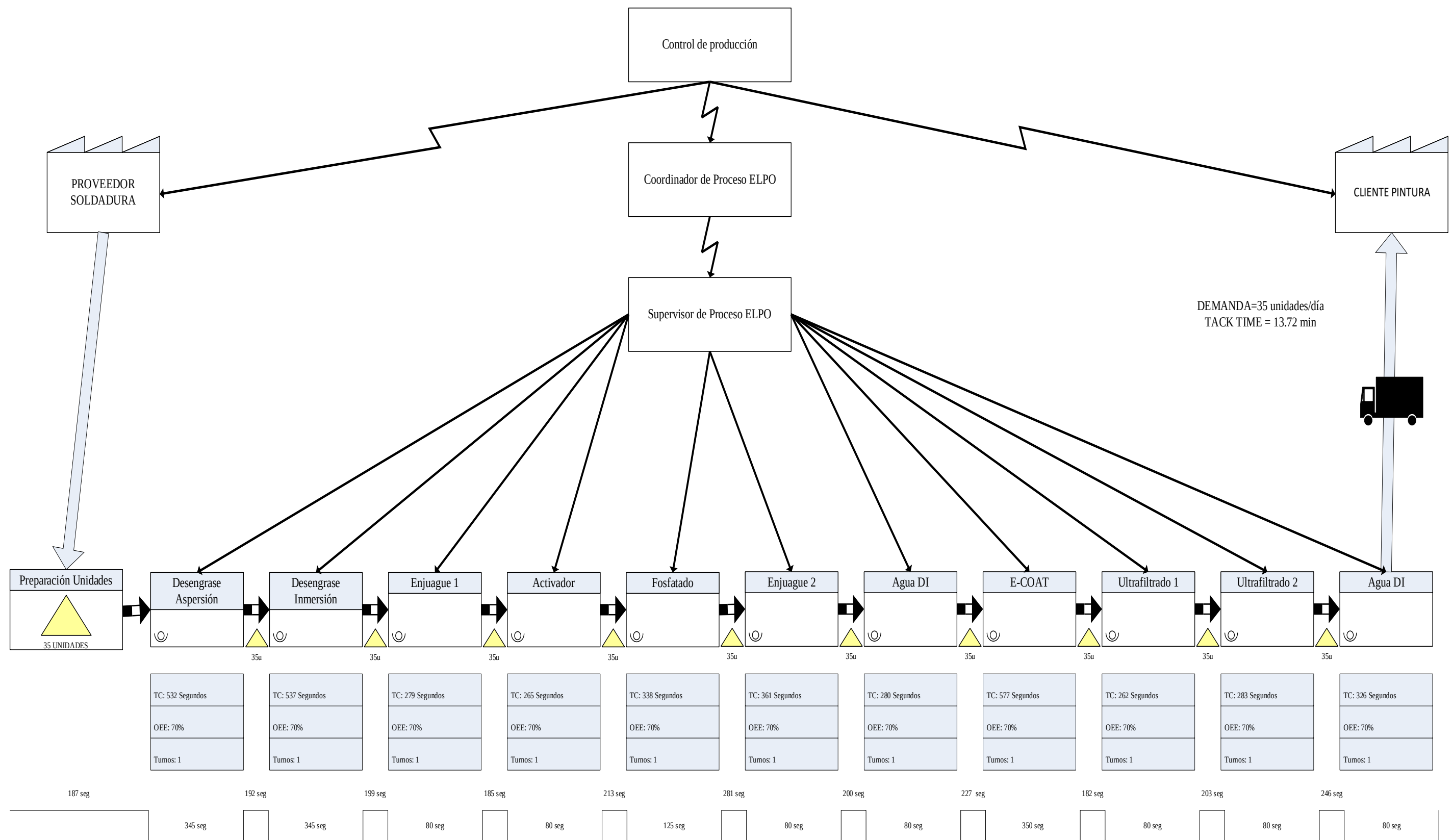


Figura 16. VSM de proceso ELPO - Actual

3.17 Identificación de actividades que no agregan valor

El proceso ELPO contiene varias fases que ayudan al tratamiento de la carrocería para hacerla resistente a la corrosión y aplicar la pintura base por electrodeposición realizadas por los operarios, en cada fase del proceso desde la preparación de la unidad hasta el enjuague por aspersión con agua desionizada, se realiza un análisis que permite identificar actividades que agregan valor y aquellas que no agregan valor.

Tabla 22. Actividades que agregan y no agregan valor realizadas por los operarios

TIPO DE ACTIVIDAD							AGREGA VALOR	
Proceso	Actividad	Tiempo (segundos)					SI	NO
Recepción de unidades soldadas: cabina	Revisar VIN de la unidad	5	X					X
	Revisar el capó	10	X					X
	Revisar guardafango izquierdo (LH)	10	X					X
	Revisar el techo	10	X					X
	Revisar puertas lado izquierdo (LH)	10	X					X
	Revisar la parte Posterior de la cabina	10	X					X
	Revisar puertas lado derecho (RH)	10	X					X
	Revisar el guardafango RH	10	X					X
	Registro de la información en la lista diaria	5	X				X	
	Transportar y reportar defectos	20		X				X
Recepción de unidades soldadas: balde	Revisión del manifiesto	5	X					X
	Revisar el lateral izquierdo (LH)	10	X					X
	Revisar la compuerta	10	X					X
	Revisar el lateral RH	10	X					X
	Registrar información en la lista diaria	10	X				X	
	Revisar la parte posterior de la cabina	10	X					X
	Transportar y reportar defectos	20		X				X
	Ordenar registro de documentación de la unidad	15			X		X	
Carga de unidades ELPO	Seleccionar ganchos del tecla	3			X			X
	Movilizar dollie	10		X				X
	Retirar documentos	5			X			X
	Movilizar cabina	7		X				X
	Cargar cabina	7			X			X
	Asegurar cabina	7			X			X

TIPO DE ACTIVIDAD							AGREGA VALOR	
Proceso	Actividad	Tiempo (segundos)					SI	NO
	Movilizar balde	7		X				X
	Cargar balde	7			X			X
	Registrar unidad	5			X			X
Colocación de topes y seguridades	Seleccionar topes: capó	5			X			X
	Seleccionar topes: puertas y compuerta	5			X			X
	Colocar topes capó	5			X			X
	Colocar tope de compuerta	5			X			X
	Asegurar cabina	7			X			X
	Asegurar balde	7			X			X
Colocación de cesta	Verificar cargobus	5	X					X
	Verificar información	5	X				X	
	Registrar unidad	5			X		X	
	Descender cesta	25			X			X
	Movilizar unidad hacia la cesta	5		X				X
	Colocar topes en puertas LH y RH	10			X			X
	Colocar pinza	2			X			X
	Asegurar guías	10			X			X
	Retirar coche de arrastre	2	X					X
Desengrase por aspersión.	Tarea en la cuba 1	30				X	X	
	Activar aspersión	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Desengrase por inmersión.	Tarea en la cuba 2	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpiar cesta	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Enjuague 1	Tarea en la cuba 3	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpiar cesta	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Activador	Tarea en la cuba 4	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpieza de residuos	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Fosfato	Tarea en la cuba 5	30				X	X	

TIPO DE ACTIVIDAD							AGREGA VALOR	
Proceso	Actividad	Tiempo (segundos)					SI	NO
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpieza de residuos	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Enjuague 2	Tarea en la cuba 6	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpiar residuos	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Agua DI inmersión.	Tarea en la cuba 7	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpiar residuos	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
ECOAT	Tarea en la cuba 8	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Verificar tiempo en cuba 8	5			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Ultrafiltrado 1	Tarea en la cuba 9	30				X	X	
	Activar y desactivar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Limpieza de residuos	15			X			X
	Activar y desactivar aspersores: salida	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Ultrafiltrado 2.	Tarea en la cuba 10	30				X	X	
	Activar aspersores: ingreso	2			X		X	
	Salida de la cuba	2			X		X	
	Salida de la unidad	30	X			X		X
Agua DI aspersión	Tarea en la cuba 9	30				X	X	
	Activar aspersores: ingreso.	2			X		X	
	Salida de la cuba	30			X			X
	Enviar unidad	5	X			X		X
	Movilizar el coche de arrastre	5	X					X
TOTAL		1171	30	6	47	22	36	58

Una vez realizado el cursograma tenemos que las actividades que no generan valor son el transporte de unidades defectuosas después de haber inspeccionado las unidades que son enviadas desde el proceso de soldadura, esto hace que su productividad disminuya, por lo que la línea del ELPO no tendría unidades para cargar. Además, que los operadores realizan trabajos en las cubas un aproximado de 20 min durante todo el recorrido de una unidad por las estaciones ELPO el resto de tiempo se usa para verificación de la programación de los cargo-buses, hidratación y necesidades fisiológicas.

Adicional se ve que las esperas dentro del proceso ELPO son 22, debido a que el proceso es automatizado, por lo que los operarios verifican que el mecanismo de transporte de las unidades (cargo-buses) actúen de acuerdo con los parámetros establecidos para cada estación del ELPO y realizan actividades mínimas durante el procesamiento de las unidades, cada uno de los cargo-buses dependen de la programación asignada a su PLC (controlador lógico programable), esta programación esta realizada por el grupo de mantenimiento del área de pintura.

En la Tabla 22 se observa que existe desperdicios como reproceso, movimientos innecesarios y tiempos de espera en el proceso ELPO, esto debido a que en la línea de producción del ELPO se presentan eventualidades como fallas en los cargo buses los cuales no responden a la programación que se les ha establecido, esto también ocasiona esperas en la producción hasta que las fallas sean atendidas por el equipo de mantenimiento, se registró un defecto en la fase ECOAT donde la unidad no se pintó por electrodeposición en la parte interior, lo que ocasionó un reproceso en el tratamiento de la carrocería. Además, se observó que el tiempo en que se demora el enjuague 2 era mucho mayor al programado por lo que se toma acciones de mejora en la programación de los cargo-buses.

Tabla 23. Desperdicios encontrados proceso ELPO

Fases ELPO	Reprocesos	Movimientos	Defectos	Transporte	Sobreproducción	Inventario	Tiempos de espera
Recepción de unidades soldadas: cabina	X		X				
Recepción de unidades soldadas: balde	X		X				
Carga de unidades ELPO				X			
Colocación de topes y seguridades				X			
Colocación de cesta				X			
Desengrase por aspersión		X					X
Desengrase por inmersión		X					X
Enjuague 1							X
Activador							X
Fosfatado							X
Enjuague 2							X
Agua DI							X
E-COAT	X	X	X				X
Ultrafiltrado 1		X					X
Ultrafiltrado 2		X					X
Agua DI		X					X
	3	6	3	3	0	0	11

3.18 Propuesta de mejora para el proceso ELPO

Como propuesta de mejora en el proceso ELPO, se pretende aumentar la producción que se tiene, y llegar a producir 1000 unidades por mes, para esto se requiere del cálculo del nuevo tack time y ver si es factible la propuesta sugerida, teniendo la nueva

demanda de 1000 unidades al mes y un tiempo disponible de 8 horas se calcula el tack time necesario de la siguiente manera:

$$Tack\ Time = \frac{28800 \frac{segundos}{dia}}{50 \frac{unidades}{dia}}$$

$$Tack\ Time = 576 \frac{segundos}{unidad}$$

$$Tack\ Time = 9,6 \frac{minutos}{unidad}$$

Una vez realizado el cálculo se tiene que para alcanzar una producción de 1000 unidades al mes se requiere que una unidad salga del proceso ELPO cada 9,6 minutos, lo que es posible debido a que el tiempo máximo de permanencia en las cubas es de 9.5 minutos, este tiempo pertenece a la cuba 8 donde se pintan las unidades por electrodeposición.

Actualmente en la línea de producción se usan 5 cargo buses, los cuales en las 8 horas de trabajo pueden sacar 35 unidades para el horno, luego de haber realizado la observación en la planta de procesamiento se registra un tiempo de no procesamiento de unidades hasta que llegue el primer cargo-bus a la estación de preparación de unidad, este tiempo es de aproximadamente 24 min, lo que se propone es balancear la línea de proceso ELPO, esto se lograría a través de la adquisición e implementación de dos cargo-buses, haciendo que la línea trabaje con siete unidades dentro del proceso ELPO, con esto se pretende disminuir el tiempo que las cubas permanecen sin unidades y a mejorar la tasa de producción hasta un 20%.

El balanceo de línea es una herramienta del Lean Manufacturing que permite que todas las estaciones de trabajo se operen a un mismo ritmo, lo que permite que el tiempo muerto encontrado en el proceso ELPO sea mínimo. Una vez realizada las observaciones de cómo se trabaja en el proceso ELPO se pudo identificar que una vez que el ultimo cargo-bus disponible es utilizado, las unidades quedan preparadas para su paso por el proceso ELPO, pero no existe ningún medio de transporte para estas, por lo que se debe esperar a que el primer cargo-bus llegue a la última estación del proceso ELPO y retorne hacia la estación de preparación de unidad, lo que se identificó como un tiempo muerto.

En las fases de desengrase también se acordó reducir el tiempo de permanecía de las unidades, esto debido a que en una visita realizada por el supervisor a cargo del proceso ELPO a las instalaciones de ensamble de KIA MOTORS, se comparó los tiempos en que trabajan las estaciones de desengrase, y se observó que el tiempo de permanencia dentro de las cubas es menor a 2 min en estas fases. Además, el tiempo de respuesta que tiene el equipo de mantenimiento para mitigar cualquier fallo dentro de la planta de producción no supera los 30 segundos por lo que no existen paros de línea significativos.

Debido a que todo el proceso está programado en los PLC's de los cargo-buses se propone realizar una verificación de la programación y editar los nuevos tiempos de permanencia en cada una de las estaciones del proceso ELPO, para que estos puedan cumplir con los instructivos de trabajo de cada estación. Esto permitirá que los cargo-buses mantengan un ritmo adecuado para el procesamiento de las unidades, además de la reducción del tiempo de procesamiento de las unidades en la línea de producción ELPO, previniendo los errores de programación que paralizan la línea de proceso.

Además, se propone adecuar la cuba 8 como cuello de botella que es la fase de pintura por electrodeposición, aumentando hasta el máximo permitido la rampa de voltaje, inicialmente de 100 V a 110 V y la segunda rampa de 240 V a 260 V, reduciendo el tiempo de permanencia de las unidades dentro de la cuba, reduciendo así el tiempo de procesamiento de las unidades en el cuello de botella.

La estandarización del trabajo también es necesario, por lo que se elaboró un instructivo de trabajo donde se tendrán las mejoras en el proceso y las actividades que los operadores deben realizar en cada una de las estaciones de trabajo incluyendo las mejoras propuestas.

Otras herramientas del Lean Manufacturing como las 5's, Kanban y SMED no se proponen aplicar debido a que el proceso ELPO es automatizado para todo el recorrido de la unidad desde el desengrase de la unidad por aspersión hasta la salida de la unidad de la aplicación de agua desionizada por aspersión.

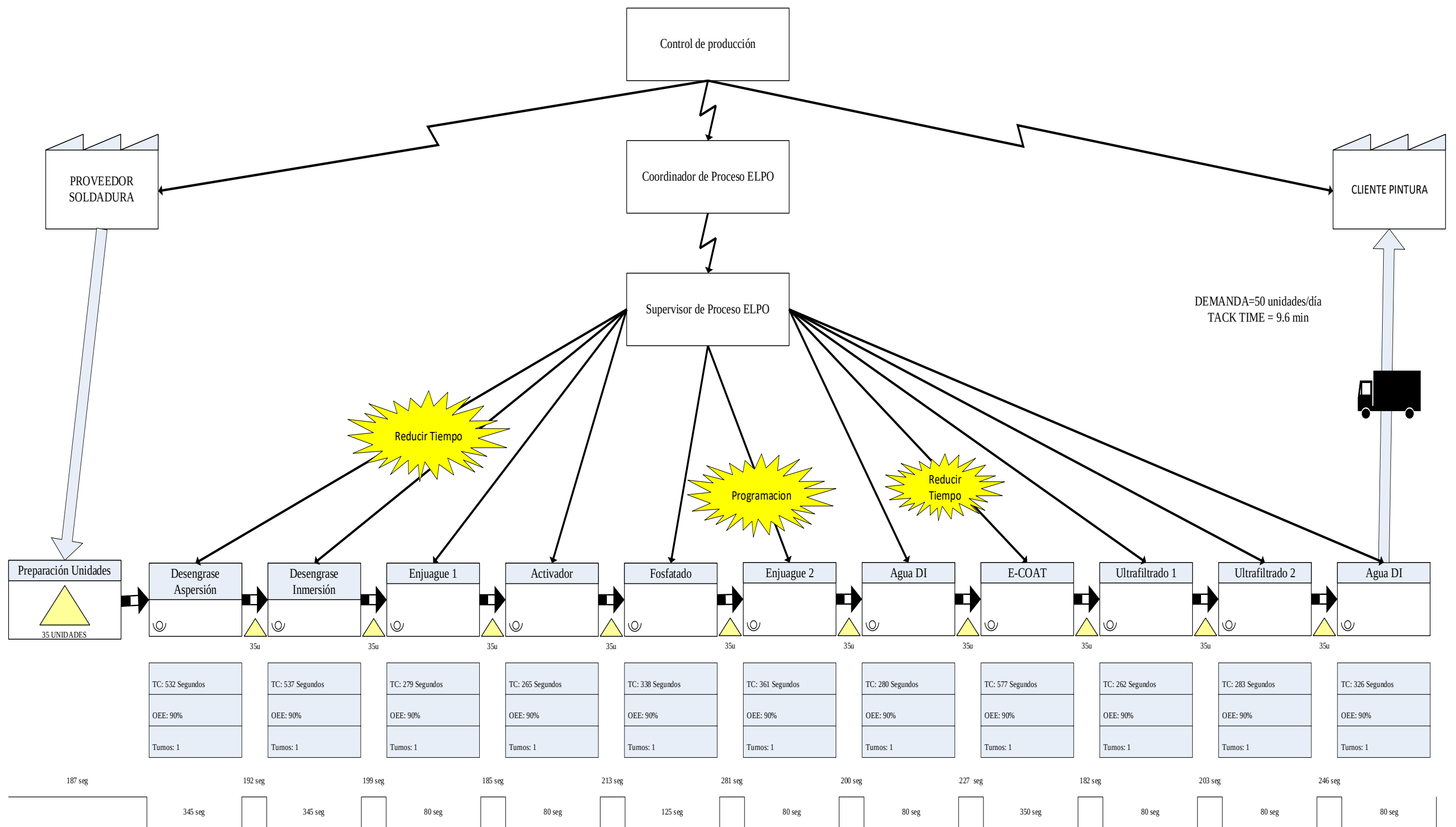


Figura 17. VSM estado futuro

3.19 Estandarizar proceso ELPO

Para la estandarización de las actividades que se realiza en el proceso ELPO, se actualizo los instructivos de trabajo con los cambios propuestos para la línea desde la recepción de las unidades hasta el sopleteo de la cabina y balde donde se libera el cargo bus.

Los instructivos se los ha modificado con el fin de estandarizar las actividades que cada uno de los operarios que se encuentran involucrados en el proceso ELPO tengan el conocimiento de cómo realizar el trabajo de cada una de las estaciones. Estos instructivos se encuentran en los anexos de este documento. A continuación, se detalla las actividades que deben realizar los operarios en cada estación.

RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: CABINA

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso de recepción de unidades soldadas para la cabina son las siguientes:

1. Revisar VIN de la unidad
 - Revisar que el número de VIN del manifiesto de la unidad que se encuentra dentro de la carpeta, coincida con el número de VIN marcado en la U superior del radiador de la unidad.
 - Verificar que la carpeta contenga lo siguiente:
 - a) Formato COP-02-SOL-FR-16 Manifiesto del vehículo GWM-POER
 - b) Formato SOP-01-FR-17 Registro de Inspección "Cabina" Soldadura Modelo GWM-POER.
 - c) Formato SOP-01-FR-04 Lista de Registro de Inspección.
2. Revisar el capó
 - Inspeccionar el capó de la unidad palpando la superficie, de forma vertical y horizontal, a contraluz para verificar que no presente defectos.
3. Revisar el techo
 - Inspeccionar el guardafango parte izquierda (LH) de la unidad palpando la superficie, en dirección horizontal y vertical a contraluz para verificar que no presente defectos.
4. Revisar puertas lado izquierdo (LH)

- Inspeccionar el techo de la unidad, observando y palpando detenidamente de forma frontal y diagonal a contraluz para verificar que no presente defectos.
- 5. Revisar la parte posterior de la cabina
 - Inspeccionar puertas: delantera y posterior LH, palpando las superficies externas e internas en la unidad, con el fin de verificar que no presente defectos.
- 6. Revisar la parte posterior de la cabina
 - Inspeccionar toda la parte posterior de la cabina, como lo muestra la palpando la superficie de la unidad con el fin de verificar que no presente defectos.
- 7. Revisar puertas lado derecho (RH)
 - Inspeccionar puertas: delantera y posterior de lado derecho (RH), palpando las superficies externas e internas en la unidad con el fin de verificar que no presente defectos.
- 8. Revisar el guardafango RH
 - Inspeccionar el guardafango RH de la unidad palpando la superficie, en dirección horizontal y vertical a contraluz para verificar que no presente defectos.
- 9. Registro de la información en la lista diaria
 - Registrar en el formato LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda la siguiente información:
 - a) Fecha de recepción.
 - b) Reportar con un $\sqrt{}$ o X los defectos encontrados: golpes, óxido, exceso de sellante y si cuenta la unidad con el manifiesto completo:
 - En caso de que existan defectos puntuales especificar en la columna observaciones registrar en el manifiesto de la unidad y aprobar con calidad.
- 10. Reportar defectos
 - En caso de que la unidad presente defectos y deba ser reparada, la unidad procederá a:
 - Generar el reclamo y comunicar a los responsables Supervisor de soldadura, Supervisor de ELPO.

- Identificar con la etiqueta de PRODUCTO NO CONFORME.
- Registrar la unidad en el formato SOP-01-FR-50 "Registro defectos no controlados"
- Aislar la unidad para su respectiva reparación.
- Confirmar la reparación al inspector de calidad.
- Gestionar, analizar y mejorar el procedimiento de inspección para evitar fuga de defectos.

RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: BALDE

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso de recepción de unidades soldadas para el balde son las siguientes:

1. Revisión del manifiesto
 - Revisar que el número del balde establecido en el manifiesto coincida con el número marcado en el balde.
 - Anotar con lápiz negro el número de VIN en el lateral derecho o izquierdo de la compuerta, en el caso que el balde no ingrese identificado desde suelda
2. Registrar información en la lista diaria
 - Inspeccionar la superficie y los bordes de los laterales izquierdos (LH) incluyendo el panel del faro palpando de forma circular a contraluz. Verificar que no presente defectos.
3. Reportar defectos
 - Inspeccionar la parte externa de la compuerta palpando las superficies y los bordes con el fin de verificar que no presente defectos.
 - Retirar el tope lateral ubicado en el extremo.
 - Verificar la nivelación de la compuerta con los laterales del balde palpando en forma horizontal con el fin de detectar que no exista descuadre del balde.
 - Colocar el tope nuevamente en su posición inicial.
4. Revisar el lateral RH
 - Inspeccionar la superficie y los bordes de los laterales derechos (RH), incluyendo el panel del faro palpando de forma circular a contraluz. Verificar que no existan defectos en la unidad.
5. Registrar información en la lista diaria

- Registrar en el formato LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda la siguiente información:
 - a) Fecha de recepción.
 - b) Reportar con un √ o X los defectos: golpes, óxido, exceso de sellante y si cuenta la unidad con el manifiesto completo.
- En caso de que haya defectos puntuales especificar en la columna observaciones.

6. Revisar la parte posterior del balde

- En caso de que el balde presente defectos y deba ser reparada la unidad se procederá a establecer el procedimiento de producto no conforme:
 - a) Generar el reclamo y comunicar a los responsables Supervisor de soldadura, Supervisor de ELPO.
 - b) Colocar la etiqueta de PRODUCTO NO CONFORME.
 - c) Registrar la unidad en el formato SOP-01-FR-50
 - d) Aislar la unidad para su respectiva reparación.
 - e) Confirmar la reparación al inspector de calidad.
 - f) Gestionar, analizar y mejorar el procedimiento de inspección para evitar fuga de defectos.

7. Ordenar registro de documentación de la unidad

- Armar la carpeta de registro con la respectiva documentación.

CARGA DE UNIDADES ELPO

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso de carga de unidades ELPO son las siguientes:

1. Seleccionar ganchos del tecla

- Seleccionar las guías delanteras con la etiqueta de Modelo Compacto y las guías posteriores con la etiqueta del modelo POER, que se encuentra inscritas en la parte superior de los puntos de referencia en la estructura del cargo-bus del área de carga y descarga de unidades.

2. Movilizar Dollie

- Movilizar el Dollie del ELPO a la zona de carga de unidades.
- Habilitar los soportes de la parte delantera, tanto para la cabina como para el balde, correspondientes a la unidad POER.

- Habilitar los pines de la parte posterior, tanto para la cabina como para el balde, correspondientes a la unidad POER.

3. Retirar Documentos

- Antes de movilizar la unidad desde el colchón de unidades (almacenamiento) verificar que no tenga la etiqueta de unidad NO CONFORME.
- Retirar la carpeta que se encuentra en el balde de la unidad, en caso de que no se encuentre notificar al líder o supervisor.

4. Movilizar Cabina

- Movilizar la cabina desde el colchón de unidades (almacenamiento), manipulando desde las bases del radiador o desde las esquinas del espaldar de la cabina, a la zona de carga.

5. Cargar Cabina

- Retirar el botón paro de emergencia para habilitar las funciones, posicionar el selector a la mitad para movilizar la estructura del cargobus alineada a la cabina, con ayuda de los botones para adelantar o retroceder.
- Bajar el tecle hasta que sus cadenas tengan una distancia de 160[cm] aproximadamente con referencia al suelo.
- Posicionar el selector al lado izquierdo, colocar los puntos de izaje POER en la parte posterior de la cabina y presionar el botón ascenso hasta que la cadena se tense, y alce ligeramente a la unidad del Dollie anaranjado
- Posicionar el selector a la derecha, colocar los puntos de izaje POER en la parte delantera de la cabina sostener y presionar el botón ascenso hasta que la cadena se tense, y alce ligeramente a la unidad del Dollie anaranjado.
- Posicionar el selector a la mitad y subir la cabina hasta que quede suspendida, a una altura que permita retirar el Dollie anaranjado sin inconvenientes.
- Retirar el Dollie anaranjado, a una zona que no interfiera con las operaciones.
- Con ayuda de los botones adelantar o retroceder movilizar la cabina alineada con el Dollie del ELPO.
- Bajar la cabina hasta una distancia de 8 [cm] aproximadamente, para anclar la unidad en los pines del Dollie.

- Posicionar el selector a la derecha y bajar la parte delantera de la cabina hacia los pines de carga de las bases del Dollie, verificando su correcto anclaje y retirar las cadenas.
- Posicionar el selector a la izquierda y bajar la parte posterior de la cabina hacia los pines de carga de las bases del Dollie, verificando su correcto anclaje y retirar las cadenas.
- Verificar el correcto anclaje de la cabina en los pines delanteros y posteriores.
- Retirar los puntos de izaje de la parte delantera y posterior de la unidad
- Posicionar el selector a la mitad y subir el tecle hasta que llegue al fin de carrera (tope).

6. Asegurar Cabina

- Asegurar la cabina con 2 alambres galvanizados #14 de una medida aproximada de 210[cm] desde la parte posterior de la misma con el dollie. El alambre debe ser entorchado hacia la izquierda, con ayuda del entorchador para que el alambre se tense y quede sujeto.

7. Movilizar Balde

- Movilizar el balde desde el colchón de unidades (almacenamiento) hasta la zona de carga, manipulando desde la parte posterior del Dollie blanco.
- Nota: Previo al movimiento de la unidad se debe asegurar que la cesta no obstruya el paso de la unidad.

8. Cargar Balde

- Alinear el tecle sobre el balde.
- Bajar el tecle hasta que las cadenas se encuentren dentro del balde.
- Enganchar los puntos de izaje del tecle en los 4 ganchos del balde, asegurando su correcta colocación, las más largas con para la parte delantera, mientras que las cortas para la parte posterior.
- Ascender el balde, una vez enganchado.
- Alinear el tecle sobre el Dollie del ELPO.
- Descender el balde.
- Verificar que los pines del Dollie encajen con los orificios delanteros y posteriores del balde.
- Retirar los puntos de izaje de los 4 ganchos del balde y ascender el tecle hasta su fin de carrera.

- Nota: Existen casos en los cuales los baldes se receptorán apilados por lo cual se debe utilizar las escaleras, para poder colocar los puntos de izaje dentro del balde.

9. Registrar Unidad

- Registrar la fecha que se realiza las actividades en el formato:
LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda.

COLOCACIÓN DE TOPES Y SEGURIDADES

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso de colocación de topes y seguridades son las siguientes:

1. Topes: Capó
 - Seleccionamos el tope de capó para modelo POER, que se encuentra en el cancel de topes.
2. Topes: Puertas Y Compuerta
 - Seleccionar los topes de las puertas delanteras y posterior izquierda y derecha para modelo POER, que se encuentra en el cancel de topes.
 - Seleccionar los topes de la compuerta para modelo POER que se encuentra en el cancel de topes.
3. Colocar Topes Capó
 - Colocar el tope del capó y su seguro.
4. Colocar Tope De Compuerta
 - Insertar el tope, ajustando fuerte verificando que no tienda a salirse de la compuerta.
5. Asegurar Cabina
 - Asegurar la cabina al dollie con 1 faja en la parte frontal de la cabina.
6. Asegurar Balde
 - Asegurar el balde con 2 alambres galvanizados #14 para cada lado, de un aproximado de 210[cm] utilizando el entorchador desde la parte media del alambre hacia el lado izquierdo, desde el extremo interior del guardafango en ambos lados.
 - Asegurar el balde al dollie con una faja en la parte posterior.

COLOCACIÓN DE CESTA

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso de colocación de cesta son las siguientes:

1. Verificar Cargobus

- Trasladar el cargobus hacia el área de carga de unidades, ayudándose con la botonera de control.
- Para la primera vuelta verificar que el equipo este operativo, para ello se debe presionar el botón de paro de proceso y presionar por 30 segundos el botón Automático para realizar el reseteo del cargobus, luego el equipo se debe trasladar automáticamente hasta la zona de carga de unidades.
- Para la segunda vuelta o las subsiguientes, una vez liberado el cargobus de la zona de descarga en el horno asegurar que el área de transporte este totalmente libre antes de enviar el cargobus de forma automática a la zona de carga de unidades. Una vez en esta zona activar paro de proceso y pulsar por 30 segundo el botón Automático (Verde), y podrá iniciar su nueva vuelta. Retirar el paro de proceso y continuar con las actividades.

2. Verificar Información

- Validar el número de carpeta con el número de VIN de la unidad:
 - Hora de ingreso y salida.
 - Fecha de ingreso
 - Ok. En caso de no encontrar novedades en el ingreso del proceso ELPO.
 - Nombre del operador
- Nota: Este proceso tarda 1 hora con 10 minutos aproximadamente.

3. Registrar Unidad

- Registrar en el formato LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda la siguiente información:
 - Nombre del operador.
 - Hora de ingreso y salida.
 - Fecha de recepción
 - Número del cargobus.
 - Si no se encuentra la carpeta colocar en observaciones S/C.
 - En caso de que haya defectos puntuales especificar en la columna observaciones.

4. Descender Cesta

- Descender la cesta presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Asegurarse que no exista unidades en el área de carga de unidades.
5. Movilizar Unidad Hacia La Cesta
- Visualizar que la cesta haya descendido en su totalidad, que se encuentre asentada.
 - Movilizar la unidad hacia la cesta. Para movilizar la unidad realizarlo desde los marcos laterales del radiador o desde los faros del balde, el desplazamiento de la unidad se debe realizar hasta que las bases de aterramiento del Dollie se alineen con las bases de la cesta.
 - Nota: La unidad ingresa sin topes en las puertas LH y RH.
6. Colocar Topes En Puertas Lh Y Rh
- Insertar el tope en la parte interna del estribo de la puerta delantera, cerrar la puerta e insertar el tope en el compartimiento de la bisagra, repetir el procedimiento en la puerta posterior LH.
 - Insertar el tope en la parte interna del estribo de la puerta delantera, cerrar la puerta e insertar el tope en el compartimiento de la bisagra, repetir el procedimiento en la puerta posterior RH.
7. Colocar Pinza
- Colocar la pinza de aterramiento en la parte trasera de los faros u otra área de la unidad hay que asegurar que la pinza realice un agarre uniforme con el metal para evitar un mal contacto en la electrodeposición.
8. Asegurar Guías
- Verificar que las bases de aterramiento se encuentren alineadas entre el Dollie de ELPO y la cesta.
 - Presionar el botón Automático de inicio del ciclo en la botonera de control y verificar el anclaje de las 4 guías con el Dollie.
 - Permitir el ascenso de la unidad hasta una altura de 150[cm] aproximadamente desde el piso hasta estribo de la unidad.
 - Presionar paro de proceso y pausar el ciclo de ascenso.
 - Colocar las cadenas en cada guía asegurándose que las cuatro guías queden correctamente sujetas al Dollie.
 - Retirar el paro de proceso para dar continuidad al ascenso de la unidad, una vez llegue a las alturas máximas, presionar paro de proceso y adelantar con avance del trolley manualmente hasta la línea marcada en la estación

de inicio de proceso (De esta forma se inicia el contador de cubas del modo automático).

9. Retirar Coche De Arrastre

- Retirar el coche de arrastre hacia la zona de inicio de horno. Este coche servirá posteriormente para recibir la unidad después del proceso ELPO.

CUBA 1 - DESENGRASE POR ASPERSIÓN

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso cuba 1 - desengrase por aspersión son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 1

- Presionar el botón AUTO de inicio de ciclo, después que el cargobus se haya posicionado en inicio de proceso ELPO.
- Observar el avance automático de la unidad hasta el posicionamiento en la cuba 1, la unidad descenderá automáticamente. El tiempo de proceso es 210 segundos y debe cumplir 8 oscilaciones.

2. Activar Aspersión

- Encender la aspersión presionando el botón (A), ubicado en el tablero de aspersión CUBA 1, una vez la unidad comience a realizar la inclinación de entrada.

3. Salida De La Unidad

- Verificar el ascenso completo de la unidad y que se realicen las oscilaciones de escurrido de la unidad.
- Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

CUBA 2 - DESENGRASE POR INMERSIÓN.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 2 - Desengrase Por Inmersión son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 2

- Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 1, presionar el botón AUTO inicio de ciclo.

- Observar el avance y descenso automático de la unidad en la cuba 2, el tiempo de proceso de inmersión es 240 segundos y debe cumplir 12 oscilaciones.
 - En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.
2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso
- Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad desciende automáticamente.
 - En caso de no desactivar la aspersión automáticamente una vez se haya sumergido el techo de la unidad, presionar el botón (B) ubicado en el tablero.
3. Limpiar Cesta
- Verificar el ascenso completo de la unidad y que se realicen las oscilaciones de escurrido de la unidad.
 - Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.
4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida
- Observar el ascenso automático de la unidad después que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 240 segundos.
 - Activar los aspersores presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso automático de la unidad.
 - En caso de que no se desactive la aspersión automáticamente presionar el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.
5. Salida De La Unidad
- Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
 - Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

CUBA 3 - ENJUAGUE 1.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 3 – Enjuague 1 son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 3

- Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 2, presionar el botón AUTO inicio de ciclo.
- Observar el avance hacia la cuba 3 y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.
- En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la PROCESO establecida para esta cuba.

2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso

- Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad inicia el descenso de manera automática.
- En caso de que la aspersión no se desactive automáticamente una vez se haya sumergido el techo de la unidad, presionar el botón (B) ubicado en el tablero.

3. Limpiar Cesta

- Sopletear toda el área de la cesta para eliminar residuos de desengrasante o limpiar con el mango telescópico todos los residuos e impurezas generados en los tecles del cargobus de ser necesario.

4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida

- Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos.
- Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad.

5. Salida De La Unidad

- Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
- Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

CUBA 4 - ACTIVADOR.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 4 - Activador son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 4

- Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 3, presionar el botón AUTO inicio de ciclo
- Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.

2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso

- Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad desciende automáticamente.

3. Limpieza De Residuos

- Limpiar con el mango telescópico los residuos e impurezas generadas en cubas anteriores después del desengrase.

4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida

- Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos.
- Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando el techo de la unidad salga del nivel superior de la solución.

5. Salida De La Unidad

- Verificar el ascenso completo de la unidad y las dos oscilaciones de escurrido de la unidad.
- Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

CUBA 5 - FOSFATO.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 5 - Fosfato son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 5

- Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 4.
- Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 125 segundos y debe cumplir 4 oscilaciones.

2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso

- Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad desciende automáticamente.
- 3. Limpieza De Residuos
 - Limpiar con el mango telescópico humedecido con producto de la cuba 4, para garantizar el activado en el techo de la unidad.
- 4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida
 - Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 125 segundos.
 - Activar los aspersores presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el proceso de ascenso automático de la unidad.
- 5. SALIDA DE LA UNIDAD
 - Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
 - Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

CUBA 6 – ENJUAGUE 2.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 6 – Enjuague 2 son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 6
 - Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 5, presionar el botón AUTO inicio de ciclo.
 - Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.
2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso
 - Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad desciende automáticamente.
3. Limpiar Residuos
 - Limpiar con un paño para eliminar todos los residuos e impurezas generadas.
 - Sopletear toda el área de la cesta para eliminar residuos que pueden afectar a la unidad.
4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida

- Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos.
- Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad.

5. Salida De La Unidad

- Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
- Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

CUBA 7 – AGUA DI INMERSIÓN.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 7 - agua DI inmersión son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 7

- Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 6.
- Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.

2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso

- Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad desciende automáticamente.

3. Limpiar Residuos

- Limpiar la cesta con un paño en el mango telescópico para eliminar los residuos de cubas anteriores.
- Sopletear toda el área de la cesta para eliminar residuos que pueden afectar a la unidad.

4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida

- Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos.
- Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad.

5. Salida De La Unidad

- Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.

- Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

CUBA 8 – ECOAT.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 8 – E-COAT son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 8

- Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 7, presionar el botón AUTO inicio de ciclo.
- Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 345 segundos y debe cumplir 12 oscilaciones.

2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso

- Activar los aspersores presionando el botón (A) (Encendido aerosol ECOAT) ubicado en el tablero cuando el capó de la unidad este por sumergirse.
- Observar el descenso de la unidad.
- Encender el rectificador presionando en forma conjunta el botón (A) y (C) cuando la unidad complete el ciclo de descenso.
 - a) Rampa 1=110 voltios
 - b) Rampa 2=260 voltios
- Observar el encendido de la luz piloto.
- En caso de no encender el rectificador comunicar al personal de Mantenimiento.

3. Verificar Tiempo En Cuba 8

- Visualizar el apagado de la luz piloto indicador que el tiempo de contacto con la solución ha terminado.

4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida

- Activar los aspersores presionando el botón A (Encendido aerosol ECOAT) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso automático de la unidad.

5. Salida De La Unidad

- Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.

- Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

CUBA 9 – ULTRAFILTRADO.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 9 – ultrafiltrado son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 9
 - Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 8, presionar el botón AUTO inicio de ciclo.
 - Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.
2. Activar Y Desactivar Aspersores: Ingreso
 - Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad desciende automáticamente.
3. Limpieza De Residuos
 - Visualizar el apagado de la luz piloto indicador que el tiempo de contacto con la solución ha terminado.
4. Activar Y Desactivar Aspersores: Salida
 - Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos.
 - Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad.
5. Salida De La Unidad
 - Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
 - Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

CUBA 10 - ULTRAFILTRADO 2.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 10 – ultrafiltrado 2 son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 10

- Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 10.
 - Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.
2. Activar Aspersores: Ingreso
 - Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al iniciar el descenso automático de la unidad.
 3. Salida De La Cuba
 - Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
 - Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad.
 4. Salida De La Unidad
 - Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
 - Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado.

CUBA 11 - AGUA DI ASPERSIÓN.

Las actividades que debe realizar el operario durante el proceso Cuba 11 - agua DI aspersión son las siguientes:

1. Tarea En La Cuba 11
 - Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 10.
 - Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones.
2. Activar aspersores: ingreso.
 - Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al iniciar el descenso automático de la unidad.
3. Salida De La Cuba
 - Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
4. Enviar Unidad

- Dirigir la unidad hacia la zona de descarga del horno, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

5. Movilizar El Coche De Arrastre

- Desplazar el Dollie hacia el área de descarga del proceso ELPO

El supervisor o jefe de grupo deberá dar conocimiento de los instructivos de trabajo de las estaciones a todos los operarios, debido a que cada grupo rota entre las estaciones del proceso ELPO, se deberá dar seguimiento a los nuevos instructivos propuestos para verificar la factibilidad de la aplicación de estos en el proceso y realizar mejoras de ser necesario.

3.20 Simulación de la situación actual del proceso ELPO y la propuesta

Para la simulación del proceso actual se usó el software FlexSim con los datos de la tabla 20 que son los tiempos obtenidos mediante la observación del proceso donde se identificó a la fase E-COAT como cuello de botella, se convertirá cada uno de estos datos en segundos y se los colocará en los procesadores según corresponda.

Tabla 24. Tiempo de procesamiento de unidades en segundos

Etapas	Tiempo Promedio	Tiempo en segundos
Preparación	0:00:38	38.00
Desengrase por aspersión	0:08:14	474.00
Desengrase por inmersión	0:08:57	527.00
Enjuague 1	0:04:39	259.00
Activador	0:04:25	245.00
Fosfatado	0:05:38	328.00
Enjuague 2	0:06:01	341.00
Agua DI	0:04:40	260.00
E-COAT	0:09:37	557.00
Ultrafiltrado 1	0:04:22	242.00
Ultrafiltrado 2	0:04:43	263.00
Agua DI	0:05:01	281.00
Preparación Horno	0:00:25	25.00

El tiempo de permanencia en la cuba 1 se sumará preparación y desengrase por aspersión, y para la cuba 11 se añadirá el tiempo de preparación para la entrada al horno de la unidad, con el fin de elaborar una simulación de acuerdo con la realidad observada en planta

Modelado 3D de las cubas proceso ELPO

Para el modelado del proceso ELPO, se utilizó el layout de la planta de pintura realizado en AutoCAD como base de la simulación para poder colocar los elementos sobre el plano, las unidades de las cotas se encuentran en milímetros, además se usaron los componentes del software FlexSim como son fuente, procesadores, operarios y conectores para simular las rutas que tienen los operarios dentro de la planta para el transporte de las unidades.

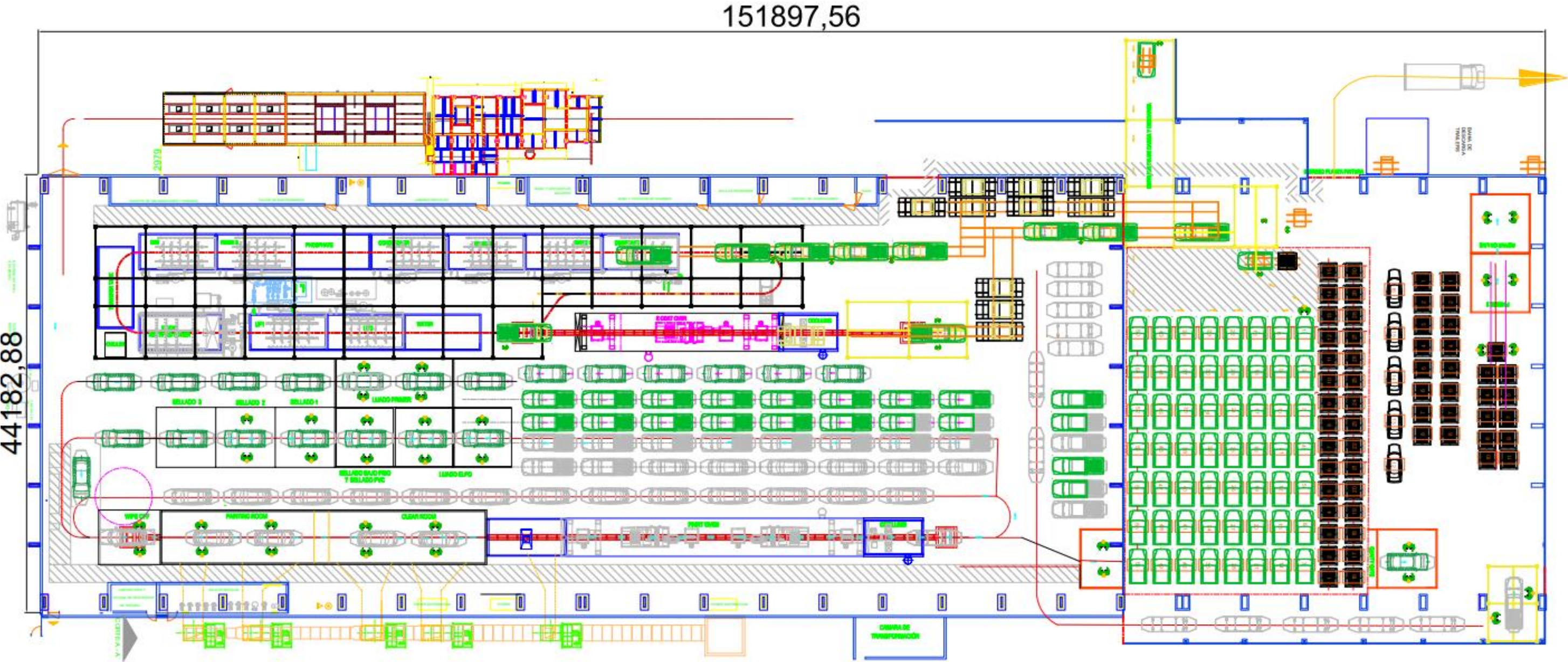


Figura 18. Layout planta de pintura

Los procesadores representan a cada una de las cubas donde la unidad se prepara para la pintura base colocada por electrodeposición, la fuente o source colocada en la simulación va a ser el generador de las unidades, la cual se configuró de acuerdo con lo que se observó en planta, es decir que se generen 5 unidades y una después de que exista un cargo-bus libre para llevar la sexta unidad, para esto se usó la siguiente tabla de horarios.

Tabla 25. Tiempo de generación de las unidades en segundos

	ArrivalTime	ItemName	Quantity	Interval
Arrival1	0	Product	5	----
Arrival2	3898	Product	1	----
Arrival3	4494	Product	1	596
Arrival4	5058	Product	1	564
Arrival5	5622	Product	1	564
Arrival6	6192	Product	1	570
Arrival7	7882	Product	1	1690
Arrival8	8510	Product	1	628
Arrival9	9086	Product	1	576
Arrival10	9662	Product	1	576
Arrival11	10234	Product	1	572
Arrival12	11929	Product	1	1695
Arrival13	12536	Product	1	607
Arrival14	13124	Product	1	588
Arrival15	13701	Product	1	577
Arrival16	14276	Product	1	575
Arrival17	15995	Product	1	1719
Arrival18	16564	Product	1	569
Arrival19	17129	Product	1	565
Arrival20	17746	Product	1	617
Arrival21	18340	Product	1	594
Arrival22	20006	Product	1	1666
Arrival23	20578	Product	1	572
Arrival24	21240	Product	1	662
Arrival25	21768	Product	1	528
Arrival26	22351	Product	1	583
Arrival27	24029	Product	1	1678
Arrival28	24622	Product	1	593
Arrival29	25192	Product	1	570
Arrival30	25756	Product	1	564
Arrival31	26344	Product	1	588

En la Tabla 25 la columna Intervals muestra la frecuencia en la que se crean las unidades que no se relacionan con una distribución de probabilidad debido a que los datos no son

uniformes, la condición que se tiene del proceso es que solo existen 5 cargo buses que transportan las unidades a través del ELPO, y el tiempo que se tiene entre 1600 a 1700 segundos en volver a reponer una unidad en el proceso corresponde a tiempos muertos en que no se procesó ninguna unidad por la inexistencia de un medio de transporte para las unidades.

Para la colocación de los tiempos de arribo de las unidades al proceso, se estableció una condición en la cuba 11, el cual nos indica el tiempo en que la unidad salió del proceso, a este tiempo se añadió 8 min, que es el tiempo en el que el cargo-bus regresa al punto de preparación de la unidad y levanta la unidad para dar inicio al proceso ELPO.

Una vez realizada la simulación se observa que para procesar las 35 unidades se demoran 8 horas 26 minutos 7.46 segundos, en la actualidad la planta produce 35 unidades iniciando desde las 7:45am hasta el final del turno a las 15:30 pm, es decir 8 horas con 15 min esto representa un error del 2.24% que es aceptable para la simulación realizada.

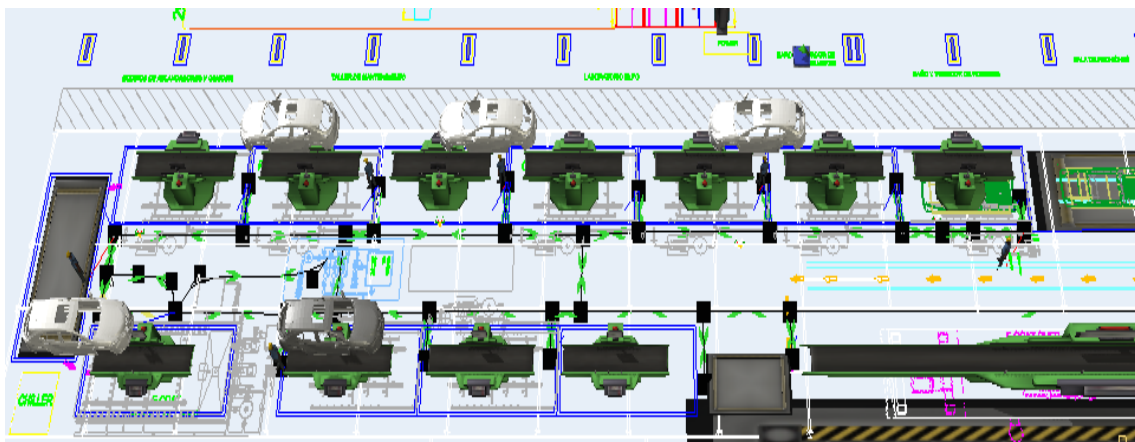


Figura 19. Modelado 3D proceso actual ELPO (5 cargo buses)

En la siguiente figura se muestra los datos del Dashboard arrojados por FlexSim donde nos indica los tiempos de permanencia de las unidades dentro de cada estación, estos datos se aproximan a los tiempos tomados durante la observación del proceso en la planta de pintura.

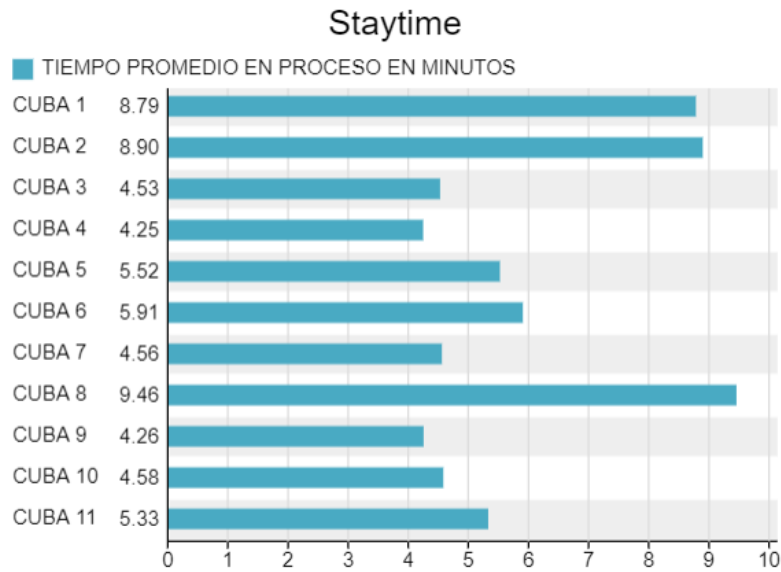


Figura 20. Tiempo de permanencia de unidades en cubas

Finalizada la simulación el throughput de la cuba 11 (agua DI por aspersión), en el proceso actual, nos da como resultado 35 unidades que se pueden procesar durante un turno de trabajo de 8 horas.

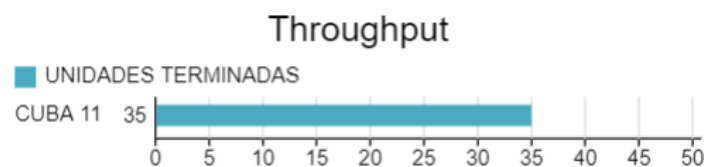


Figura 21. Unidades producidas al día - actual

Una vez realizada la simulación del proceso actual se realizan las configuraciones para la propuesta de mejora del proceso añadiendo 2 cargo-buses y además se reducen el tiempo de permanencia en las cubas.

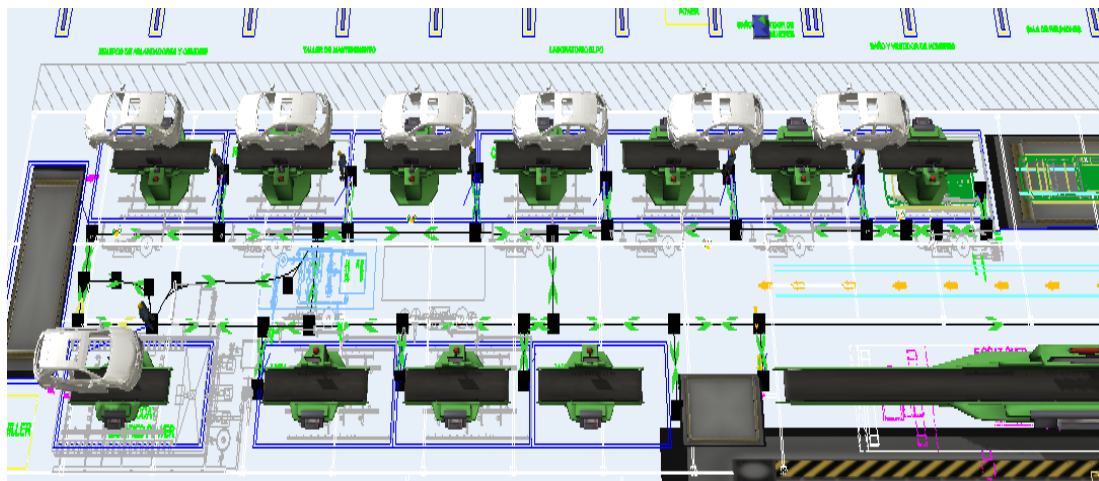


Figura 22. Modelado 3D proceso ELPO Propuesta (7 cargo buses)

Al aumentar dos cargo-buses en el proceso se reduce el tiempo muerto entre la reposición del primer cargo-bus a la preparación de la unidad, haciendo que la productividad aumente. Se tiene entonces la siguiente tabla de arribos para la propuesta.

Tabla 26. Arribos para simulación de propuesta

	ArrivalTime	ItemName	Quantity	Interval
Arrival1	0	Product	7	----
Arrival2	3510	Product	1	----
Arrival3	4034	Product	1	524
Arrival4	4556	Product	1	522
Arrival5	5072	Product	1	516
Arrival6	5600	Product	1	528
Arrival7	6125	Product	1	525
Arrival8	6644	Product	1	519
Arrival9	7166	Product	1	522
Arrival10	7687	Product	1	521
Arrival11	8214	Product	1	527
Arrival12	8736	Product	1	522
Arrival13	9258	Product	1	522
Arrival14	9780	Product	1	522
Arrival15	10302	Product	1	522
Arrival16	10824	Product	1	522
Arrival17	11345	Product	1	521
Arrival18	11867	Product	1	522
Arrival19	12389	Product	1	522
Arrival20	12911	Product	1	522
Arrival21	13433	Product	1	522
Arrival22	13955	Product	1	522
Arrival23	14478	Product	1	523
Arrival24	15000	Product	1	522

	ArrivalTime	ItemName	Quantity	Interval
Arrival25	15523	Product	1	523
Arrival26	16046	Product	1	523
Arrival27	16569	Product	1	523
Arrival28	17092	Product	1	523
Arrival29	17614	Product	1	522
Arrival30	18136	Product	1	522
Arrival31	18658	Product	1	522
Arrival32	19190	Product	1	532
Arrival33	19702	Product	1	512
Arrival34	20222	Product	1	520
Arrival35	20738	Product	1	516
Arrival36	21314	Product	1	576
Arrival37	21861	Product	1	547
Arrival38	22393	Product	1	532
Arrival39	22907	Product	1	514
Arrival40	23429	Product	1	522
Arrival41	23951	Product	1	522
Arrival42	24462	Product	1	511
Arrival43	24995	Product	1	533
Arrival44	25504	Product	1	509

En la Tabla 26 en la columna Interval se encuentra los valores de frecuencia con que se generan las unidades, en la simulación de propuesta se ve que existe poca variabilidad, tenemos una media de 523.66 y una desviación estándar de 10.20 la simulación tendría uan configuración del source de la siguiente manera “*normal(523.6, 10.2, getstream(current))*”

Luego de haber configurado los tiempos de arribo de las unidades y ejecutado la simulación se observa que los tiempos de permanencia disminuyen y la productividad del proceso aumenta. Para la propuesta los tiempos promedio de permanencia de las unidades se muestran en la siguiente Figura 23.

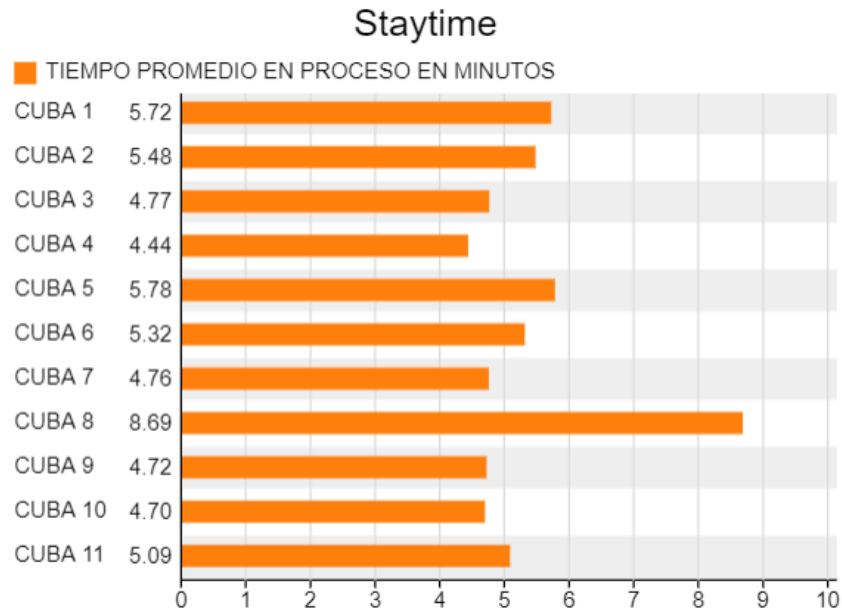


Figura 23. Tiempo Promedio Unidad en Cubas – Propuesto

Comparando los tiempos de permanencia del proceso actual y el propuesto se tiene una reducción en la estación del e-coat donde se reduce el tiempo de permanencia de 9.46 min a 8.69 min en promedio mejorando el tiempo de proceso ELPO.

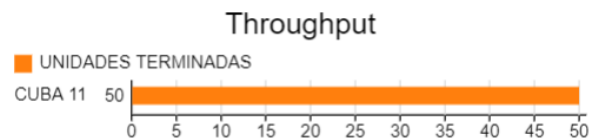


Figura 24. Unidades producidas al día - propuesta

Así también una vez realizada la simulación de la propuesta, el throughput de la cuba 11 nos da como resultado 50 unidades que se pueden procesar en 8 horas 7 minutos aumentando dos cargo-buses a la línea de producción, que disminuyan el tiempo muerto que existe después de que ingresa la unidad número 5. Comparado con la producción actual de 35 unidades de acuerdo con la simulación se podría tener un aumento en la producción del 42.85%.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante la utilización de la entrevista realizada al Ingeniero Jorge Ninacuri, supervisor del proceso ELPO, se pudo obtener información relevante para el caso de estudio, esta entrevista mostro que una toma de tiempos para identificar cuellos de botella y tiempos muertos en el proceso era necesario para el mejoramiento de la producción del proceso ELPO de la empresa CIAUTO CÍA. LTDA. además por medio de las visitas realizadas a la planta de producción se observaron las 11 estaciones de trabajo y se pudo conocer a las 14 personas que trabajan en los diferentes puestos de trabajo, ellos son quienes son los responsables de la producción de 35 unidades por día.
- Por medio de observación directa se evidencio las tareas que cada operario realiza en el proceso ELPO lo que ayudo al registro de las actividades que no agregan valor a la línea de producción, siendo las más común fallas en los dispositivos de transporte de unidades por lo que se deberá tomar acciones correctivas para mitigar el tiempo muerto. Para la toma de tiempos se estableció 3 observaciones como lo indica la tabla de General Electric donde se pudo obtener los tiempos de proceso de cada estación de trabajo y la fase cuello de botella, a esta operación se la puede mejorar aumentando el voltaje permitido y disminuyendo el tiempo de permanencia de las unidades en la cuba además del cambio de la pintura utilizada, e-coat puede bajar su tiempo de 9.46 min a 8.69 min según la simulación efectuada.
- Como medidas de solución para mejorar el desempeño de la línea ELPO se propone la reducción de los tiempos de permanencia de las unidades en la cuba 1 y 2 además se propone mitigar los errores de programación que entorpecen el trabajo de los operarios en la línea, se propone mejorar la confiabilidad de los cargo-buses con el equipo de mantenimiento para que realizaran mantenimientos preventivos en los componentes del transporte usado para las unidades que son enviadas al ELPO. Todos estos cambios fueron registrados en los instructivos de

trabajo propuestos con el fin de estandarizar las tareas que deben realizar los operarios.

- Se realizó una simulación del estado actual y de la propuesta de mejora con el fin de evidenciar el desempeño en los dos escenarios, donde se demostró que con la propuesta se puede llegar a pintar 50 unidades, es decir 15 unidades más a las que se realizan en la actualidad con un aumento del 42.85 % en la producción, lo que demuestra la efectividad y el beneficio que puede obtener la empresa.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda socializar los instructivos de trabajo propuestos con todos los operarios de la línea de producción ELPO con el objetivo de que cuando se vayan a rotar las estaciones de trabajo cada uno de los operadores sepan cómo actuar en sus puestos de trabajo y de la misma manera sepan apoyar en cada estación cuando la demanda aumente.
- Se sugiere implementar la propuesta elaborada debido a que esto sería de ayuda para la producción en el área de pintura ELPO, aumentando la productividad se puede atender de mejor manera la demanda de vehículos que se está presentando en la actualidad.
- Si la implementación es realizada se sugiere que el líder de equipo o el supervisor del proceso ELPO realice un recorrido con las mejoras implementadas en las cubas y evidenciar los tiempos que se han registrado en los instructivos de trabajo, para verificar la factibilidad del método propuesto.
- Mantener la filosofía KAISEN de mejora continua, así como las Daily Kaisen que son realizadas en la mañana, debido a que esto ayuda a una mejor retroalimentación de las novedades que se dieron en la jornada anterior y permite tomar acciones correctivas para minimizar los problemas encontrados manteniendo la mejora continua de los procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Y. Carbajal Suárez, «Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial», *Paradigma económico*, ISSN 2007-3062, ISSN-e 2594-1348, Año 2, N.º. 1, 2010, págs. 24-52, vol. 2, n.º 1, pp. 24-52, 2010.
- [2] K. E. Sánchez González, R. Gomis Hernández, y J. Carrillo, «La calidad del empleo en empresas automotrices fabricantes de equipo original en México», *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, vol. 11, n.º 25, pp. 1-20, dic. 2023, doi: 10.22201/ENESL.20078064E.2023.25.85917.
- [3] S. I. Monye, S. A. Afolalu, S. L. Lawal, T. T. Gisanrin, O. A. Oluwatoyin, y A. G. Adeyemi, «Now and future challenges of the automobile industry in the developing world», *E3S Web of Conferences*, vol. 430, oct. 2023, doi: 10.1051/E3SCONF/202343001221.
- [4] Y. Lange, Supply Chain Strategies and Optimization Between the USA and Latin America, Seminar Paper, Master of Science in Integrated Supply Chain Management, University of Wisconsin–Platteville, Wisconsin, USA, Jun. 2025. [Online]. Available: <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/95293>.
- [5] S. Zhang, Z. Pan, Y. Zhang*, y X. He, «Optimization Strategies for Enterprise Production and Development under the Guidance of New-Quality Productivity», *International Scientific Technical and Economic Research*, pp. 168-180, mar. 2025, doi: 10.71451/ISTAER2514.
- [6] V. Quinde Rosales, N. Vera Lucio, A. Ordeñana Proaño, y C. Silvera Tumbaco, «El Sector Automotriz en Ecuador: Antecedentes, situación actual y perspectivas», *Universidad Ciencia y Tecnología*, vol. 25, n.º 109, pp. 18-23, jun. 2021, doi: 10.47460/UCT.V25I109.443.
- [7] «AEADE - Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador». Accedido: 25 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.aeade.net/>
- [8] C. A. Montilla Montaña, «Mantenimiento industrial y su administración», *Mantenimiento industrial y su administración*, 2019, doi: 10.22517/9789587223910.
- [9] H. M. Dara, A. Raut, M. Adamu, Y. E. Ibrahim, y P. V. Ingle, «Reducing non-value added (NVA) activities through lean tools for the precast industry», *Heliyon*, vol. 10, n.º 7, p. e29148, abr. 2024, doi: 10.1016/J.HELİYON.2024.E29148.
- [10] G. Jimenez *et al.*, «Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study», *Procedia Manuf.*, vol. 41, pp. 882-889, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.011>.
- [11] A. Silva, W. Alves, y H. S. Rodrigues, «Fostering the lean approach as a sustainable strategy: challenges from Portuguese companies», *International Journal For Quality Research*, vol. 16, n.º 2, pp. 653-664, 2022, doi: 10.24874/IJQR16.02-20.

- [12] S. Choudhary, R. Nayak, M. Dora, y A. Mishra Nishikant and Ghadge, «SI-TBL: an integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the UK», *PRODUCTION PLANNING & CONTROL*, vol. 30, n.º 5-6, SI, pp. 353-368, abr. 2019, doi: 10.1080/09537287.2018.1501811.
- [13] S. P. Nadeem, J. A. Garza-Reyes, y A. I. Anosike, «A C-Learn framework for deploying Circular Economy in manufacturing SMEs», *Production Planning & Control*, vol. 36, n.º 5, pp. 650-670, 2025, doi: 10.1080/09537287.2023.2294307.
- [14] G. Miller, J. Pawloski, y C. Standridge, «A case study of lean, sustainable manufacturing», *Journal Of Industrial Engineering And Management-Jiem*, vol. 3, n.º 1, pp. 11-32, 2010, doi: 10.3926/jiem.2010.v3n1.p11-32.
- [15] J. Roberto Diaz-Reza, J. Luis Garcia-Alcaraz, L. J. Marquez Figueroa, R. P. Vidal I, y J. C. S. Diez Muro, «Relationship between lean manufacturing tools and their sustainable economic benefits», *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 123, n.º 3-4, pp. 1269-1284, nov. 2022, doi: 10.1007/s00170-022-10208-0.
- [16] M. P. Ciano, P. Dallasega, G. Orzes, y T. Rossi, «One-to-one relationships between Industry 4.0 technologies and Lean Production techniques: a multiple case study», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 59, n.º 5, pp. 1386-1410, mar. 2021, doi: 10.1080/00207543.2020.1821119.
- [17] M. Rossini, F. Costa, G. L. Tortorella, A. Valvo, y A. Portioli-Staudacher, «Lean Production and Industry 4.0 integration: how Lean Automation is emerging in manufacturing industry», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 60, n.º 21, pp. 6430-6450, nov. 2022, doi: 10.1080/00207543.2021.1992031.
- [18] J. Reyes, J. Mula, y M. Diaz-Madronero, «Development of a conceptual model for lean supply chain planning in industry 4.0: multidimensional analysis for operations management», *Production Planning & Control*, vol. 34, n.º 12, pp. 1209-1224, sep. 2023, doi: 10.1080/09537287.2021.1993373.
- [19] J. Possik, A. Zouggar-Amrani, B. Vallespir, y G. Zacharewicz, «Lean techniques impact evaluation methodology based on a co-simulation framework for manufacturing systems», *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 35, n.º 1, SI, pp. 91-111, ene. 2022, doi: 10.1080/0951192X.2021.1972468.
- [20] E. Andreadis, J. A. Garza-Reyes, y V. Kumar, «Towards a conceptual framework for value stream mapping (VSM) implementation: an investigation of managerial factors», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, n.º 23, pp. 7073-7095, 2017, doi: 10.1080/00207543.2017.1347302.
- [21] M. F. van Assen, «Training, employee involvement and continuous improvement - the moderating effect of a common improvement method», *PRODUCTION PLANNING & CONTROL*, vol. 32, n.º 2, pp. 132-144, ene. 2021, doi: 10.1080/09537287.2020.1716405.

- [22] C. Ferreira *et al.*, «iLeanDMAIC – A methodology for implementing the lean tools», *Procedia Manuf.*, vol. 41, pp. 1095-1102, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>.
- [23] A. Amrani y Y. Ducq, «Lean practices implementation in aerospace based on sector characteristics: methodology and case study», *Production Planning & Control*, vol. 31, n.º 16, pp. 1313-1335, dic. 2020, doi: 10.1080/09537287.2019.1706197.
- [24] P. Puvanasvaran, H. Megat, T. S. Hong, M. M. Razali, y H. A. Magid, «Lean process management implementation through enhanced problem solving capabilities», *Journal Of Industrial Engineering And Management-Jiem*, vol. 3, n.º 3, pp. 447-492, 2010, doi: 10.3926/jiem.2010.v3n3.p447-493.
- [25] C. Veres (Harea), L. Marian, S. Moica, y K. Al-Akel, «Case study concerning 5S method impact in an automotive company», *Procedia Manuf.*, vol. 22, pp. 900-905, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>.
- [26] T. Haddad, B. W. Shaheen, y I. Nemeth, «Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach», *Manufacturing Technology*, vol. 21, n.º 1, pp. 56-64, feb. 2021, doi: 10.21062/mft.2021.006.
- [27] R. G. Pattaro Junior, R. H. Inacio, I. B. da Silva, A. Hassui, y G. F. Barbosa, «A novel framework for single-minute exchange of die (SMED) assisted by lean tools», *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 119, n.º 9-10, pp. 6469-6487, abr. 2022, doi: 10.1007/s00170-021-08534-w.
- [28] M. Afonso, A. T. Gabriel, y R. Godina, «Proposal of an innovative ergonomic SMED model in an automotive steel springs industrial unit», *Advances In Industrial And Manufacturing Engineering*, vol. 4, may 2022, doi: 10.1016/j.aime.2022.100075.
- [29] D. A. de J. Pacheco y G. D. G. Heidrich, «Revitalising the setup reduction activities in Operations Management», *Production Planning & Control*, vol. 34, n.º 9, pp. 791-811, jul. 2023, doi: 10.1080/09537287.2021.1964881.
- [30] S. P. Gazules, G. G. Leal, y R. de C. Vila, «Longitudinal study of lean tools in Spanish manufacturing firms», *Journal Of Manufacturing Technology Management*, vol. 34, n.º 9, pp. 64-83, jul. 2023, doi: 10.1108/JMTM-11-2022-0406.
- [31] G. F. L. Pinto, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, R. B. Casais, A. J. Fernandes, y A. Baptista, «Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools», *Procedia Manuf.*, vol. 38, pp. 1582-1591, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>.
- [32] C. J. Fourie y N. E. Umeh, «Application of lean tools in the supply chain of a maintenance environment», *south african journal of industrial engineering*, vol. 28, n.º 1, pp. 176-189, may 2017, doi: 10.7166/28-1-1507.

- [33] E. Jordan, T. Berlec, L. Rihar, y J. Kusar, «Simulation of cost driven value stream mapping», *international journal of simulation modelling*, vol. 19, n.º 3, pp. 458-469, sep. 2020, doi: 10.2507/IJSIMM19-3-527.
- [34] R. Menghi, G. Di Domizio, A. Papetti, M. Germani, y M. Marconi, «An energy assessment method for SMEs: case study of an Italian mechanical workshop», *Procedia Manuf.*, vol. 43, pp. 56-63, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.107>.
- [35] B. NIEBEL, *Metodos estandares y diseno del trabajo*. 2009. [En línea]. Disponible en: https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/a9p7r9_Metodos%20estandares%20y%20diseno%20del%20trabajo.pdf
- [36] H. Maynard, *Maynard's industrial engineering handbook*. 2001. [En línea]. Disponible en: https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/x7y8i9_Industrial%20Engineering%20Handbook.pdf
- [37] G. L. Song, «A dipping E-coating for Mg alloys», *Prog. Org. Coat.*, vol. 70, n.º 4, pp. 252-258, abr. 2011, doi: 10.1016/J.PORGCOAT.2010.09.028.
- [38] «Fundamentos del Estudio del Trabajo: Métodos y Aplicaciones».
- [39] J. Heizer, B. Render, y Y. Moreno López, *Dirección de la producción y de operaciones*. Madrid: Pearson Educación, 2007.
- [40] R. García, *Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*, vol. 2a Edición, n.º Mexico. 2014.
- [41] M. Rajadell Carreras y J. L. Sánchez García, *Lean manufacturing: la evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010.
- [42] Paniagua Gómez-Álvarez, *Filosofía lean: conceptos y principios*. ESIC, 2024.
- [43] J. Rosso *et al.*, Parenti *et al.* - Archivo Digital descarga y online.
- [44] N. L. Coppini, L. C. Bekesas, E. A. Baptista, M. V. Junior, y W. C. Lucato, «Value stream mapping simulation using ProModel® software», en *2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2011, pp. 575-579. doi: 10.1109/IEEM.2011.6117982.
- [45] Luis. Socconini, «Lean manufacturing : paso a paso», 2019.
- [46] M. Á. Martínez Zapata y J. G. Colorado Cano, «Takt Time, el corazón de la producción», *Vía Innova*, n.º 2, p. 60, dic. 2015, doi: 10.23850/2422068X.390.
- [47] R. M. Porto y J. C. Hernández, «Análisis del impacto del lead time en los costos totales y el nivel de servicio para una cadena de suministro con diferentes estructuras de productos y horizonte rodante de Planificación», *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, vol. 2018-July, 2018, doi: 10.18687/LACCEI2018.1.1.45.
- [48] «CIAUTO, “La Ciudad del Auto” es una empresa 100% Ecuatoriana».

ANEXOS

Anexo A. Guía de entrevista

GUÍA DE ENTREVISTA

Persona a cargo del proceso: Ing. Jorge Ninacuri

Proceso: ELPO – Pintura por electrodeposición

Numero de operarios: 12 colaboradores

Tiempo disponible: 8 horas

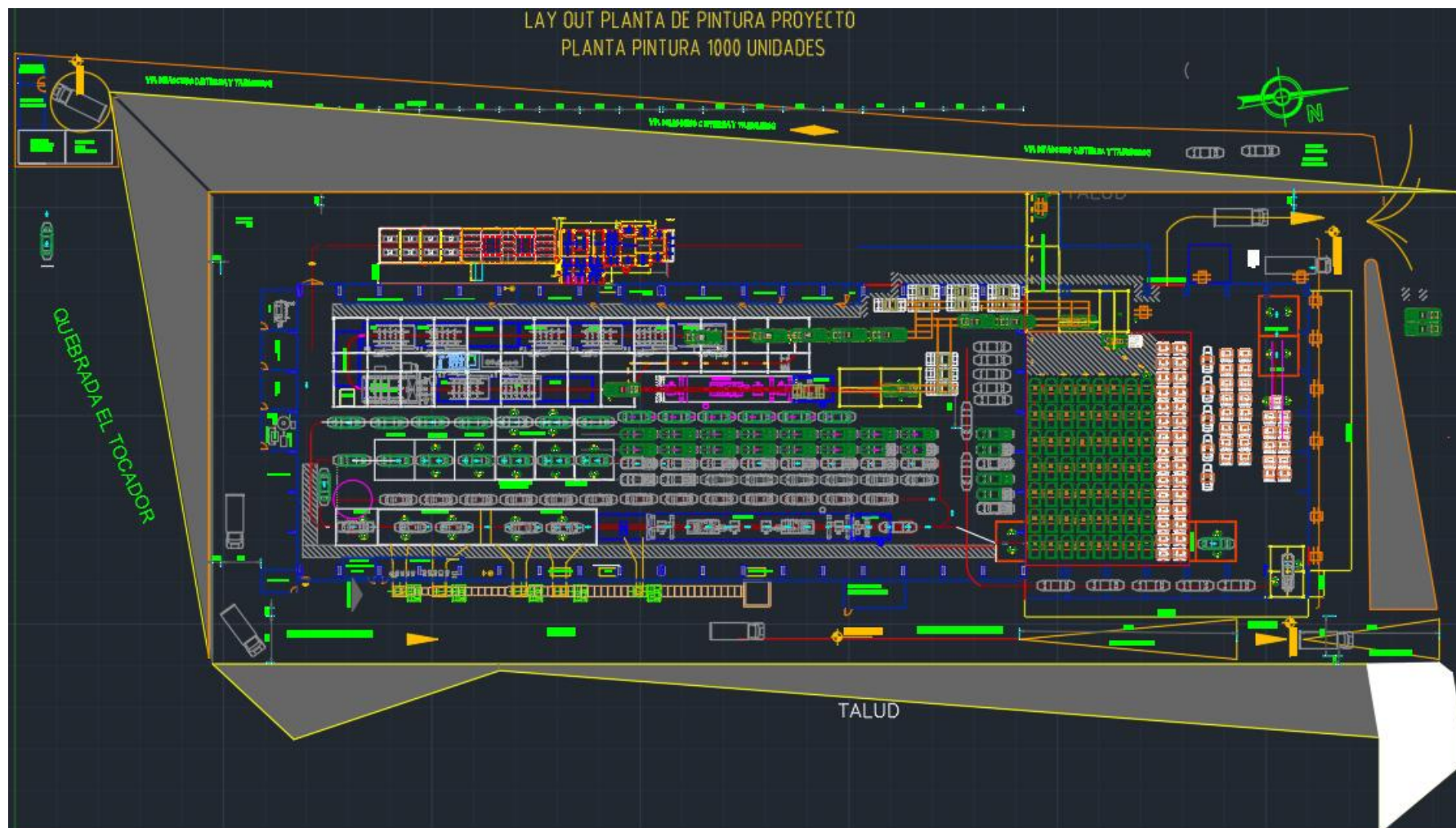
Demanda actual: 700 unidades al mes

Clientes internos: Soldadura, Lijado

Proceso ELPO: Se divide en 11 fases, desengrase por aspersion 345 segundos dentro de cuba, desengrase por inmersión 345 segundos de inmersión, enjuague 80 segundos de inmersión, activado 80 segundos de inmersión, fosfatizado 125 segundos de inmersión, enjuague2 80 segundos de inmersión, agua DI 80 segundos de inmersión, e-coat 350 segundos de inmersión, ultrafiltrado1 80 segundos de inmersión, ultrafiltrado2 80 segundos de inmersión, Agua di por aspersion 80 segundos dentro de cuba.

Fallas en el proceso: Los cargo-buses no siguen el programa establecido, fallas en las ruedas de los cargo-buses, unidades no pintadas, golpes por descuidos de operarios.

Anexo B. Plano Planta de pintura



Anexo C. Instructivos para el proceso ELPO

INSTRUCTIVO PARA RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: CABINA

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista		INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133				
				Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01	
				Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09	
				Aprobado por: Miguel Ángel Taípe (COORDINADOR)			N.º: 001	
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: CABINA			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción	Especificación Técnica		
1				1	Lápiz cera negro	C905601-00		
2								
3								
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)
 Figura 25. Manifiesto POER				1	REVISAR VIN DE LA UNIDAD		1.1. Revisar que el número de VIN del manifiesto de la unidad que se encuentra dentro de la carpeta, coincida con el número de VIN marcado en la U superior del radiador de la unidad.	Verificar información de la unidad

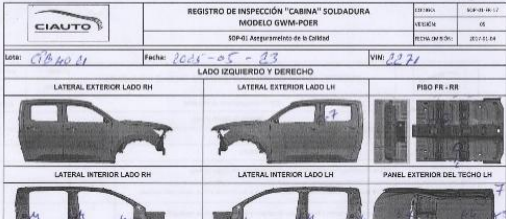
 Figura 26. Registro de Inspección  Figura 27. Lista de registro de inspección				1.2. Verificar que la carpeta contenga lo siguiente: a) Formato COP-02-SOL-FR-16 Manifiesto del vehículo GWM-POER b) Formato SOP-01-FR-17 Registro de Inspección "Cabina" Soldadura Modelo GWM-POER. c) Formato SOP-01-FR-04 Lista de Registro de Inspección.	
 Figura 28. Revisión capó	2	REVISAR EL CAPÓ		2.1. Inspeccionar el capó de la unidad palpando la superficie, de forma vertical y horizontal, a contraluz para verificar que no presente defectos.	Inspección defectos

 Figura 29. Revisión Guardafango	3	REVISAR GUARDAFANG O IZQUIERDO (LH)		3.1. Inspeccionar el guardafango parte izquierda (LH) de la unidad palpando la superficie, en dirección horizontal y vertical a contraluz para verificar que no presente defectos.	Inspección defectos
 Figura 30. Revisión techo	4	REVISAR EL TECHO		4.1. Inspeccionar el techo de la unidad, observando y palpando detenidamente de forma frontal y diagonal a contraluz para verificar que no presente defectos.	Inspección defectos
 Figura 31. Revisión puerta izquierda	5	REVISAR PUERTAS LADO IZQUIERDO (LH)		5.1. Inspeccionar puertas: delantera y posterior LH, palpando las superficies externas e internas en la unidad, con el fin de verificar que no presente defectos.	Inspección defectos

 Figura 32. Revisión posterior cabina	6	REVISAR LA PARTE POSTERIOR DE LA CABINA		6.1. Inspeccionar toda la parte posterior de la cabina, como lo muestra la palpando la superficie de la unidad con el fin de verificar que no presente defectos.	Inspección defectos
 Figura 33. Revisión puerta derecha	7	REVISAR PUERTAS LADO DERECHO (RH)		7.1. Inspeccionar puertas: delantera y posterior de lado derecho (RH), palpando las superficies externas e internas en la unidad con el fin de verificar que no presente defectos.	Inspección defectos

 Figura 34. Revisión Guardafango	8	REVISAR EL GUARDAFANG O RH		8.1. Inspeccionar el guardafango RH de la unidad palpando la superficie, en dirección horizontal y vertical a contraluz para verificar que no presente defectos.	Inspección defectos
 Figura 35. Lista diaria de estación	9	REGISTRO DE LA INFORMACIÓN EN LA LISTA DIARIA		9.1. Registrar en el formato LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda la siguiente información: _Fecha de recepción. _Reportar con un $\checkmark$ o X los defectos encontrados: golpes, óxido, exceso de sellante y si cuenta la unidad con el manifiesto completo: En caso de que existan defectos puntuales especificar en la columna observaciones. Registrar en el manifiesto de la unidad y aprobar con calidad.	Inspección defectos
 Figura 36. Transporte de cabina	10	REPORTAR DEFECTOS		10.1. En caso de que la unidad presente defectos y deba ser reparada, la unidad procederá a: 10.1.1. Generar el reclamo y comunicar a los responsables Supervisor de soldadura, Supervisor de ELPO.	Mejorar calidad



Figura 37. Unidad con defecto

10.1.2. Identificar con la etiqueta de PRODUCTO NO CONFORME.

10.1.3. Registrar la unidad en el formato SOP-01-FR-50 "Registro defectos no controlados"

10.1.4. Aislar la unidad para su respectiva reparación.

10.1.5. Confirmar la reparación al inspector de calidad.

10.1.6. Gestionar, analizar y mejorar el procedimiento de inspección para evitar fuga de defectos.

INSTRUCTIVO PARA RECEPCIÓN DE UNIDADES DE SOLDADURA BALDE

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: BALDE			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐			Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción	Especificación Técnica		
1				1	Lápiz cera negro	C905601-00		
2								
3								
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)
 Figura 38. Manifiesto Balde				1	REVISIÓN DEL MANIFIESTO		1.1. Revisar que el número del balde establecido en el manifiesto coincida con el número marcado en el balde. 1.2. Anotar con lápiz negro el número de VIN en el lateral derecho o izquierdo de la compuerta, en el caso que el balde no ingrese identificado desde suelda	Verificar información de la unidad

 Figura 39. Revisión lateral izquierdo	2	REVISAR EL LATERAL IZQUIERDO (LH)		2.1. Inspeccionar la superficie y los bordes de los laterales izquierdos (LH) incluyendo el panel del faro palpando de forma circular a contraluz. Verificar que no presente defectos.	Inspección defectos
 Figura 40. Revisión compuerta	3	REVISAR LA COMPUERTA		3.1. Inspeccionar la parte externa de la compuerta palpando las superficies y los bordes con el fin de verificar que no presente defectos. 3.2. Retirar el tope lateral ubicado en el extremo. 3.3. Verificar la nivelación de la compuerta con los laterales del balde palpando en forma horizontal con el fin de detectar que no exista descuadre del balde. 3.4. Colocar el tope nuevamente en su posición inicial.	Inspección defectos



Figura 41. Revisión lateral

4

REVISAR EL LATERAL RH

4.1. Inspeccionar la superficie y los bordes de los laterales derechos (RH), incluyendo el panel del faro palpando de forma circular a contraluz. Verificar que no existan defectos en la unidad.

Inspección defectos

LISTA DIARIA DE ESTACIÓN									
COP-02 Realización del Producto								COP-02-FR-06	
COP-02 Realización del Producto								FECHA EMISIÓN: 2013-11-05	
Modelo:	WINGLE CO-004 FULL DIESEL 2.0			Lote:	CP8005				
Generado:	M Guadalupe	Estación:	RECEPCIÓN DE UNIDADES	Código del Modelo:	CE03P501	Cilindrada:	1996		
Entregado:	J Guadalupe	Registro de:	Inicio de Producción	Modelo Motor:	CE042020	Capacidad de Carga:	1150		
Fecha:	04/12/2018	Año del modelo:	2019	Cap. Pasajeros:	5				
N°	N° CAJAL	DAJE	SOPEALC	REDO	PROCESAR SILENTES	MANIFIESTO	FECHA	OBSERVACIONES	
1	CP000101	0101							
2	CP000102	0102							
3	CP000103	0103							
4	CP000104	0104							
5	CP000105	0105							
6	CP000106	0106							
7	CP000107	0107							

Figura 42. Lista diaria de estación

5

REGISTRAR INFORMACIÓN EN LA LISTA DIARIA

5.1. Registrar en el formato LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda la siguiente información:
 _Fecha de recepción.
 _Reportar con un √ o X los defectos: golpes, óxido, exceso de sellante y si cuenta la unidad con el manifiesto completo:
 En caso de que haya defectos puntuales especificar en la columna observaciones.

Inspección defectos

 Figura 43. Unidad no conforme	6	REVISAR LA PARTE POSTERIOR DE LA CABINA		6.1. En caso de que el balde presente defectos y deba ser reparada la unidad se procederá a establecer el procedimiento de producto no conforme: 6.1.1. Generar el reclamo y comunicar a los responsables Supervisor de soldadura, Supervisor de ELPO. 6.1.2. Colocar la etiqueta de PRODUCTO NO CONFORME. (Ver Fig 6.1) 6.1.3. Registrar la unidad en el formato SOP-01-FR-50 6.1.4. Aislar la unidad para su respectiva reparación. 6.1.5. Confirmar la reparación al inspector de calidad. 6.1.6. Gestionar, analizar y mejorar el procedimiento de inspección para evitar fuga de defectos.	Inspección defectos
 Figura 44. Carpeta de Unidad	7	ORDENAR REGISTRO DE DOCUMENTACIÓN DE LA UNIDAD		7.1. Revisar el ANEXO 1 para armar la carpeta de registro con la respectiva documentación.	Trazabilidad

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO	COP-02-PIN-IT-133		
		Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe		Versión: 01
		Revisado por: Jorge Ninacuri		Fecha Emisión: 2023/11/09
		Aprobado por: Miguel Ángel Taípe (COORDINADOR)		N.º: 001
Línea: PINTURA-ELPO	Operación: RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: CABINA		Modelo: POER	Documento Externo: NA

Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐	
Características Especiales:  ☐  Medio Ambiente ☒		 Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Mascarilla facial ☐  Respirador ☐				 Plásticos y papeles ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐	

COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES		
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción	Especificación Técnica
1				1	Lápiz cera negro	C905601-00
2						
3						

NOTA: En el orden enumerado a continuación deben ir colocados los documentos y grapados.

1. MANIFIESTO DEL VEHÍCULO GWM POER COP-02-SOL-FR-16

[illegible][illegible]

Figura 45. Manifiesto POER

2. REGISTRO INSPECCIÓN "CABINA" SOLDADURA MODELO GWM-POER: SOP-01-FR-17

INSTRUCTIVO PARA CARGA DE UNIDADES ELPO

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: CARGA DE UNIDADES ELPO			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐			Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1	Alambre galvanizado #14		C905601-00	
2				2	Entorchador		N/A	
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 48. Ganchos de tecla	1	SELECCIONAR GANCHOS DEL TECLE		“Importante: Para el uso del presente instructivo de trabajo, el operador obligatoriamente debe revisar el funcionamiento del tecla de descarga cabina que se encuentra en Anexo 2 de la presente estación.” 1.1. Seleccionar las guías delanteras con la etiqueta de Modelo Compacto y las guías posteriores con la etiqueta del modelo POER, que se encuentra inscritas en la parte superior de los puntos de referencia en la estructura del cargobus del área de carga y descarga de unidades.	Seguridad transporte
 Figura 49. Dollie ELPO	2	MOVILIZAR DOLLIE		2.1. Movilizar el Dollie del ELPO a la zona de carga de unidades. 2.2. Habilitar los soportes de la parte delantera, tanto para la cabina como para el balde, correspondientes a la unidad POER. 2.3. Habilitar los pines de la parte posterior, tanto para la cabina como para el balde, correspondientes a la unidad POER.	Seguridad transporte

 Figura 50. Falla pupo	3	RETIRAR DOCUMENTOS		3.1. Antes de movilizar la unidad desde el colchón de unidades (almacenamiento) verificar que no tenga la etiqueta de unidad NO CONFORME. 3.2. Retirar la carpeta que se encuentra en el balde de la unidad, en caso de que no se encuentre notificar al líder o supervisor.	Mejorar Calidad
 Figura 51. Transporte cabina	4	MOVILIZAR CABINA		4.1. Movilizar la cabina desde el colchón de unidades (almacenamiento), manipulando desde las bases del radiador o desde las esquinas del espaldar de la cabina, a la zona de carga. Nota: Previo al movimiento de la unidad asegurar que la cesta no obstruya el paso de la unidad.	Seguridad transporte

 Figura 52. Ganchos de tecla  Figura 53. Pines de carga	5	CARGAR CABINA	Para el desarrollo de estas actividades el operador debe conocer el funcionamiento del controlador del tecla, así como cada una de sus operaciones detalladas en el ANEXO 2. 5.1. Retirar el botón paro de emergencia para habilitar las funciones, posicionar el selector a la mitad para movilizar la estructura del cargobus alineada a la cabina, con ayuda de los botones para adelantar o retroceder. 5.2. Bajar el tecla hasta que sus cadenas tengan una distancia de 160[cm] aproximadamente con referencia al suelo. 5.3. Posicionar el selector al lado izquierdo, colocar los puntos de izaje POER en la parte posterior de la cabina y presionar el botón ascenso hasta que la cadena se tense, y alce ligeramente a la unidad del Dollie anaranjado 5.4. Posicionar el selector a la derecha, colocar los puntos de izaje POER en la parte delantera de la cabina sostener y presionar el botón ascenso hasta que la cadena se tense, y alce ligeramente a la unidad del Dollie anaranjado. 5.5. Posicionar el selector a la mitad y subir la cabina hasta que quede suspendida, a una altura que	Seguridad transporte
--	---	----------------------	---	----------------------



Figura 54. Ganchos en cabina



Figura 55. Cabina ascenso

permita retirar el Dollie anaranjado sin inconvenientes.

5.6. Retirar el Dollie anaranjado, a una zona que no interfiera con las operaciones.

5.7. Con ayuda de los botones adelantar o retroceder movilizar la cabina alineada con el Dollie del ELPO.

5.8. Bajar la cabina hasta una distancia de 8 [cm] aproximadamente, para anclar la unidad en los pines del Dollie.

5.9. Posicionar el selector a la derecha y bajar la parte delantera de la cabina hacia los pines de carga de las bases del Dollie, verificando su correcto anclaje y retirar las cadenas.

5.10. Posicionar el selector a la izquierda y bajar la parte posterior de la cabina hacia los pines de carga de las bases del Dollie, verificando su correcto anclaje y retirar las cadenas.

5.11. Verificar el correcto anclaje de la cabina en los pines delanteros y posteriores.

5.12. Retirar los puntos de izaje de la parte delantera y posterior de la unidad

5.13. Posicionar el selector a la mitad y subir el tecle hasta que llegue al fin de carrera (tope).

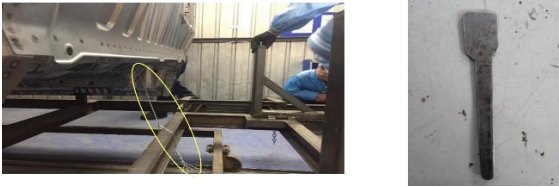
 Figura 56. Aseguramiento de cabina con entorchador	6	ASEGURAR CABINA		6.1. Asegurar la cabina con 2 alambres galvanizados #14 de una medida aproximada de 210[cm] desde la parte posterior de la misma con el dollie. El alambre debe ser entorchado hacia la izquierda, con ayuda del entorchador para que el alambre se tense y quede sujeto.	Seguridad transporte
 Figura 57. Aseguramiento Balde	7	MOVILIZAR BALDE		7.1. Movilizar el balde desde el colchón de unidades (almacenamiento) hasta la zona de carga, manipulando desde la parte posterior del Dollie blanco. Nota: Previo al movimiento de la unidad se debe asegurar que la cesta no obstruya el paso de la unidad.	Seguridad transporte
 Figura 58. Ganchos colocados en puntos de izaje	8	CARGAR BALDE		Las siguientes actividades se realizan con ayuda del controlador de tecla, revisar Anexo 2 para su uso. 8.1. Alinear el tecla sobre el balde. 8.2. Bajar el tecla hasta que las cadenas se encuentren dentro del balde.	Seguridad transporte



Figura 59. Alineación de unidad con dollie

LISTA DIARIA DE ACTIVIDADES									
FECHA	ACTIVIDAD	FECHA	ACTIVIDAD	FECHA	ACTIVIDAD	FECHA	ACTIVIDAD	FECHA	ACTIVIDAD
2023-01-01	...	2023-01-02	...	2023-01-03	...	2023-01-04	...	2023-01-05	...
2023-01-06	...	2023-01-07	...	2023-01-08	...	2023-01-09	...	2023-01-10	...
2023-01-11	...	2023-01-12	...	2023-01-13	...	2023-01-14	...	2023-01-15	...
2023-01-16	...	2023-01-17	...	2023-01-18	...	2023-01-19	...	2023-01-20	...
2023-01-21	...	2023-01-22	...	2023-01-23	...	2023-01-24	...	2023-01-25	...
2023-01-26	...	2023-01-27	...	2023-01-28	...	2023-01-29	...	2023-01-30	...
2023-01-31	...	2023-02-01	...	2023-02-02	...	2023-02-03	...	2023-02-04	...
2023-02-05	...	2023-02-06	...	2023-02-07	...	2023-02-08	...	2023-02-09	...
2023-02-10	...	2023-02-11	...	2023-02-12	...	2023-02-13	...	2023-02-14	...
2023-02-15	...	2023-02-16	...	2023-02-17	...	2023-02-18	...	2023-02-19	...
2023-02-20	...	2023-02-21	...	2023-02-22	...	2023-02-23	...	2023-02-24	...
2023-02-25	...	2023-02-26	...	2023-02-27	...	2023-02-28	...	2023-03-01	...
2023-03-02	...	2023-03-03	...	2023-03-04	...	2023-03-05	...	2023-03-06	...
2023-03-07	...	2023-03-08	...	2023-03-09	...	2023-03-10	...	2023-03-11	...
2023-03-12	...	2023-03-13	...	2023-03-14	...	2023-03-15	...	2023-03-16	...
2023-03-17	...	2023-03-18	...	2023-03-19	...	2023-03-20	...	2023-03-21	...
2023-03-22	...	2023-03-23	...	2023-03-24	...	2023-03-25	...	2023-03-26	...
2023-03-27	...	2023-03-28	...	2023-03-29	...	2023-03-30	...	2023-03-31	...
2023-04-01	...	2023-04-02	...	2023-04-03	...	2023-04-04	...	2023-04-05	...
2023-04-06	...	2023-04-07	...	2023-04-08	...	2023-04-09	...	2023-04-10	...
2023-04-11	...	2023-04-12	...	2023-04-13	...	2023-04-14	...	2023-04-15	...
2023-04-16	...	2023-04-17	...	2023-04-18	...	2023-04-19	...	2023-04-20	...
2023-04-21	...	2023-04-22	...	2023-04-23	...	2023-04-24	...	2023-04-25	...
2023-04-26	...	2023-04-27	...	2023-04-28	...	2023-04-29	...	2023-04-30	...
2023-05-01	...	2023-05-02	...	2023-05-03	...	2023-05-04	...	2023-05-05	...
2023-05-06	...	2023-05-07	...	2023-05-08	...	2023-05-09	...	2023-05-10	...
2023-05-11	...	2023-05-12	...	2023-05-13	...	2023-05-14	...	2023-05-15	...
2023-05-16	...	2023-05-17	...	2023-05-18	...	2023-05-19	...	2023-05-20	...
2023-05-21	...	2023-05-22	...	2023-05-23	...	2023-05-24	...	2023-05-25	...
2023-05-26	...	2023-05-27	...	2023-05-28	...	2023-05-29	...	2023-05-30	...
2023-05-31	...	2023-06-01	...	2023-06-02	...	2023-06-03	...	2023-06-04	...
2023-06-05	...	2023-06-06	...	2023-06-07	...	2023-06-08	...	2023-06-09	...
2023-06-10	...	2023-06-11	...	2023-06-12	...	2023-06-13	...	2023-06-14	...
2023-06-15	...	2023-06-16	...	2023-06-17	...	2023-06-18	...	2023-06-19	...
2023-06-20	...	2023-06-21	...	2023-06-22	...	2023-06-23	...	2023-06-24	...
2023-06-25	...	2023-06-26	...	2023-06-27	...	2023-06-28	...	2023-06-29	...
2023-06-30	...	2023-07-01	...	2023-07-02	...	2023-07-03	...	2023-07-04	...
2023-07-05	...	2023-07-06	...	2023-07-07	...	2023-07-08	...	2023-07-09	...
2023-07-10	...	2023-07-11	...	2023-07-12	...	2023-07-13	...	2023-07-14	...
2023-07-15	...	2023-07-16	...	2023-07-17	...	2023-07-18	...	2023-07-19	...
2023-07-20	...	2023-07-21	...	2023-07-22	...	2023-07-23	...	2023-07-24	...
2023-07-25	...	2023-07-26	...	2023-07-27	...	2023-07-28	...	2023-07-29	...
2023-07-30	...	2023-07-31	...	2023-08-01	...	2023-08-02	...	2023-08-03	...
2023-08-04	...	2023-08-05	...	2023-08-06	...	2023-08-07	...	2023-08-08	...
2023-08-09	...	2023-08-10	...	2023-08-11	...	2023-08-12	...	2023-08-13	...
2023-08-14	...	2023-08-15	...	2023-08-16	...	2023-08-17	...	2023-08-18	...
2023-08-19	...	2023-08-20	...	2023-08-21	...	2023-08-22	...	2023-08-23	...
2023-08-24	...	2023-08-25	...	2023-08-26	...	2023-08-27	...	2023-08-28	...
2023-08-29	...	2023-08-30	...	2023-08-31	...	2023-09-01	...	2023-09-02	...
2023-09-03	...	2023-09-04	...	2023-09-05	...	2023-09-06	...	2023-09-07	...
2023-09-08	...	2023-09-09	...	2023-09-10	...	2023-09-11	...	2023-09-12	...
2023-09-13	...	2023-09-14	...	2023-09-15	...	2023-09-16	...	2023-09-17	...
2023-09-18	...	2023-09-19	...	2023-09-20	...	2023-09-21	...	2023-09-22	...
2023-09-23	...	2023-09-24	...	2023-09-25	...	2023-09-26	...	2023-09-27	...
2023-09-28	...	2023-09-29	...	2023-09-30	...	2023-10-01	...	2023-10-02	...
2023-10-03	...	2023-10-04	...	2023-10-05	...	2023-10-06	...	2023-10-07	...
2023-10-08	...	2023-10-09	...	2023-10-10	...	2023-10-11	...	2023-10-12	...
2023-10-13	...	2023-10-14	...	2023-10-15	...	2023-10-16	...	2023-10-17	...
2023-10-18	...	2023-10-19	...	2023-10-20	...	2023-10-21	...	2023-10-22	...
2023-10-23	...	2023-10-24	...	2023-10-25	...	2023-10-26	...	2023-10-27	...
2023-10-28	...	2023-10-29	...	2023-10-30	...	2023-10-31	...	2023-11-01	...
2023-11-02	...	2023-11-03	...	2023-11-04	...	2023-11-05	...	2023-11-06	...
2023-11-07	...	2023-11-08	...	2023-11-09	...	2023-11-10	...	2023-11-11	...
2023-11-12	...	2023-11-13	...	2023-11-14	...	2023-11-15	...	2023-11-16	...
2023-11-17	...	2023-11-18	...	2023-11-19	...	2023-11-20	...	2023-11-21	...
2023-11-22	...	2023-11-23	...	2023-11-24	...	2023-11-25	...	2023-11-26	...
2023-11-27	...	2023-11-28	...	2023-11-29	...	2023-11-30	...	2023-12-01	...
2023-12-02	...	2023-12-03	...	2023-12-04	...	2023-12-05	...	2023-12-06	...
2023-12-07	...	2023-12-08	...	2023-12-09	...	2023-12-10	...	2023-12-11	...
2023-12-12	...	2023-12-13	...	2023-12-14	...	2023-12-15	...	2023-12-16	...
2023-12-17	...	2023-12-18	...	2023-12-19	...	2023-12-20	...	2023-12-21	...
2023-12-22	...	2023-12-23	...	2023-12-24	...	2023-12-25	...	2023-12-26	...
2023-12-27	...	2023-12-28	...	2023-12-29	...	2023-12-30	...	2023-12-31	...

Figura 60. Lista diaria

**REGISTRAR
UNIDAD**

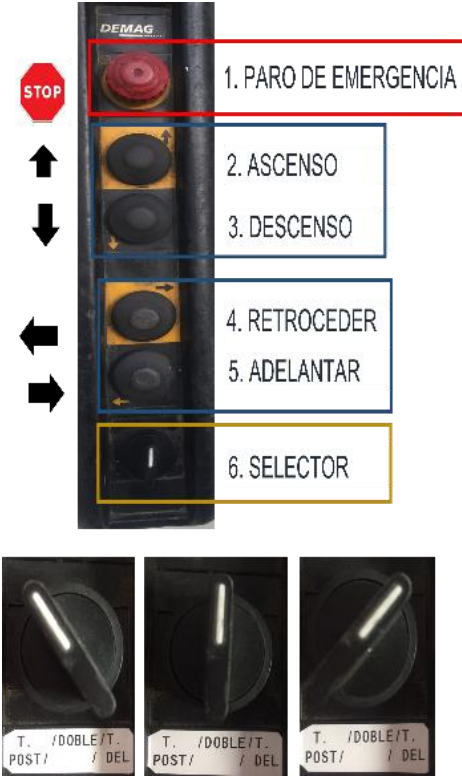
- 8.3. Enganchar los puntos de izaje del tecla en los 4 ganchos del balde, asegurando su correcta colocación, las más largas con para la parte delantera, mientras que las cortas para la parte posterior.
- 8.4. Ascender el balde, una vez enganchado.
- 8.5. Alinear el tecla sobre el Dollie del ELPO.
- 8.6. Descender el balde.
- 8.7. Verificar que los pines del Dollie encajen con los orificios delanteros y posteriores del balde.
- 8.8. Retirar los puntos de izaje de los 4 ganchos del balde y ascender el tecla hasta su fin de carrera.

Nota: Existen casos en los cuales los baldes se receptorán apilados por lo cual se debe utilizar las escaleras, para poder colocar los puntos de izaje dentro del balde.

- 9.1. Registrar la fecha que se realiza las actividades en el formato:
LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda.

Trazabilidad

ANEXO 2

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO	COP-02-PIN-IT-133	
		Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe	Versión: 01
		Revisado por: Jorge Ninacuri	Fecha Emisión: 2023/11/09
		Aprobado por: Miguel Ángel Taípe (COORDINADOR)	N.º: 001
Línea: PINTURA-ELPO	Operación: RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: CABINA	Modelo: POER	Documento Externo: NA
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐ Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desecho peligroso ☐			
		La botonera de mando permite al operador habilitar las funciones del cargobus, teniendo como frente la parte delantera de la cabina(capó). Consta de seis botones, la función de cada uno se detalla a continuación y la numeración esta especificada desde arriba hacia abajo. 1. Paro de emergencia: al presionar el botón las funciones del cargobus se detiene de manera inmediata, el operador debe activarlo en caso de notar irregularidades o situaciones peligrosas, para desactivarlo se debe girar el botón. 2. Ascenso: si se mantiene presionado permite al operador subir el cargobus en base al modo posicionado del selector 6, puede ser el tecla delantero y/o posterior. 3. Descenso: si se mantiene presionado permite al operador bajar el cargobus en base al modo posicionado del selector 6, puede ser el tecla delantero y/o posterior. 4. Retroceder: si se mantiene presionado permite al operador trasladar el cargobus hacia la izquierda, solo funciona cuando el selector 6 se encuentra en la posición media. 5. Adelantar: si se mantiene presionado permite al operador trasladar el cargobus hacia la derecha, solo funciona cuando el selector 6 se encuentra en la posición media. 6. Selector: consta de tres posiciones detalladas a continuación: 6.1. Selector a la izquierda: selecciona la operación solo del tecla posterior, en este caso el operador solo podrá manipular las funciones subir y bajar, para las tareas detalladas en esta estación.	

	6.2. Selector a la derecha: selecciona la operación solo del tecla delantero, en este caso el operador solo podrá manipular las funciones subir y bajar, para las tareas detalladas en esta estación. 6.3. Selector a la mitad: selecciona la operación para todo el cargobus, en este caso el operador podrá subir o bajar, adelantar o retrasar, para las tareas detalladas en esta estación. Nota: Es importante revisar la posición del selector, si se encuentra en otra posición que no sea en la mitad, el cargobus bloquea los movimientos hacia los lados.
--	---

**MANUAL DE USO BOTONERA DEL ÁREA DE CARGA DE UNIDADES:
BALDE**

 Figura 62. Botonera carga balde	El controlador del tecla posee 5 botones para su operación, como se muestra en la Fig. 2.1, las funciones de cada botón se detalla a continuación: 1. Paro de emergencia: al presionar el botón detiene la operación y funciones del tecla de forma inmediata, el operador debe usar esta función en caso de notar irregularidades o situaciones peligrosas durante las actividades productivas, para desactivarlo se debe girar el botón. 2. Ascenso: si se mantiene presionado permite al operador subir el tecla. 3. Descenso: si se mantiene presionado permite al operador bajar el tecla. 4. Retroceder: si se mantiene presionado permite al operador trasladar el tecla hacia atrás teniendo como referencia la parte frontal de la unidad. 5. Adelantar: si se mantiene presionado permite al operador trasladar el tecla hacia adelante, teniendo como referencia la parte frontal de la unidad.
---	---

INSTRUCTIVO COLOCACIÓN DE TOPES Y SEGURIDADES

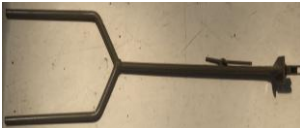
 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: COLOCACIÓN DE TOPES Y SEGURIDADES			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐			Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1	Alambre galvanizado #14		C905601-00	
2				2	Entorchador		N/A	
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)
 Figura 63. Tope capó				1	TOPES: CAPÓ		1.1. Seleccionamos el tope de capó para modelo POER, que se encuentra en el cancel de topes.	Preparación de unidad

 Figura 64. Topes compuertas	2	TOPES: PUERTAS Y COMPUERTA		2.1. Seleccionar los topes de las puertas delanteras y posterior izquierda y derecha para modelo POER, que se encuentra en el cancel de topes. 2.2. Seleccionar los topes de la compuerta para modelo POER que se encuentra en el cancel de topes.	Preparación de unidad
 Figura 65. Ubicación de tope en capó	3	COLOCAR TOPES CAPÓ		3.1. Colocar el tope del capó y su seguro.	Preparación de unidad
 Figura 66. Ubicación tope de compuerta	4	COLOCAR TOPE DE COMPUERTA		4.1. Insertar el tope, ajustando fuerte verificando que no tienda a salirse de la compuerta.	Preparación de unidad

 Figura 67. Aseguramiento cabina con dollie	5	ASEGURAR CABINA		5.1. Asegurar la cabina al dollie con 1 faja en la parte frontal de la cabina.	Preparación de unidad
 Figura 68. Asegurar balde	6	ASEGURAR BALDE		6.1. Asegurar el balde con 2 alambres galvanizados #14 para cada lado, de un aproximado de 210[cm] utilizando el entorchador desde la parte media del alambre hacia el lado izquierdo, desde el extremo interior del guardafango en ambos lados. 6.2. Asegurar el balde al dollie con una faja en la parte posterior.	Preparación de unidad

INSTRUCTIVO COLOCACIÓN DE CESTA

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista		INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133				
				Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01	
				Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09	
				Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001	
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: COLOCACIÓN DE CESTA			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1	Alambre galvanizado #14		C905601-00	
2				2	Entorchador		N/A	
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 69. Cargo-bus	1	VERIFICAR CARGOBUS	Para operar el cargobus de proceso ELPO el operador debe obligatoriamente Revisar Anexo 3 de este instructivo, en donde se describe el uso de botonera de control 1.1. Trasladar el cargobus hacia el área de carga de unidades, ayudándose con la botonera de control. Para la primera vuelta verificar que el equipo este operativo, para ello se debe presionar el botón de paro de proceso y presionar por 30 segundos el botón Automático para realizar el reseteo del cargobus, luego el equipo se debe trasladar automáticamente hasta la zona de carga de unidades. Para la segunda vuelta o las subsiguientes, una vez liberado el cargobus de la zona de descarga en el horno asegurar que el área de transporte este totalmente libre antes de enviar el cargobus de forma automática a la zona de carga de unidades. Una vez en esta zona activar paro de proceso y pulsar por 30 segundo el botón Automático (Verde), y podrá iniciar su nueva vuelta. Retirar el paro de proceso y continuar con las actividades. Nota: En caso de que el equipo no cumpla las funciones establecidas, notificar al líder o supervisor de proceso o mantenimiento.	Preparación de la unidad previo ingreso al proceso ELPO
--	---	---------------------------	---	--

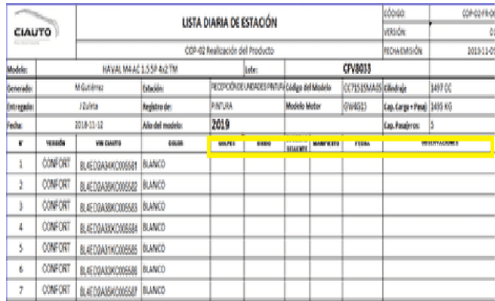
 Figura 70. Manifiesto POER	2	VERIFICAR INFORMACIÓN		2.1. Validar el número de carpeta con el número de VIN de la unidad. - Hora de ingreso y salida. - Fecha de ingreso - Ok. En caso de no encontrar novedades en el ingreso del proceso ELPO. - Nombre del operador Nota: Este proceso tarda 1 hora con 20 minutos aproximadamente.	Preparación de unidad
 Figura 71. Registro de unidad	3	REGISTRAR UNIDAD		3.1. Registrar en el formato LISTA DIARIA: COP-02-FR-06 en la fila del número de VIN que corresponda la siguiente información: - Nombre del operador. - Hora de ingreso y salida. - Fecha de recepción - Número del cargobus. - Si no se encuentra la carpeta colocar en observaciones S/C. - En caso de que haya defectos puntuales especificar en la columna observaciones.	Preparación de unidad

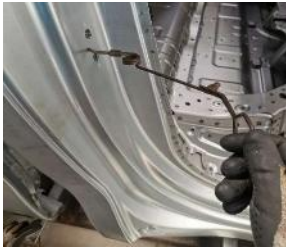
 Figura 72. Cargo-bus	4	DESCENDER CESTA		4.1. Descender la cesta presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Asegurarse que no exista unidades en el área de carga de unidades.	Preparación de unidad
 Figura 73. Unidad en Cesta	5	MOVILIZAR UNIDAD HACIA LA CESTA		5.1. Visualizar que la cesta haya descendido en su totalidad, que se encuentre asentada. 5.2. Movilizar la unidad hacia la cesta. Para movilizar la unidad realizarlo desde los marcos laterales del radiador o desde los faros del balde, el desplazamiento de la unidad se debe realizar hasta que las bases de aterramiento del Dollie se alineen con las bases de la cesta. Nota: La unidad ingresa sin topes en las puertas LH y RH.	Preparación de unidad
	6	COLOCAR TOPES EN PUERTAS LH Y RH		6.1. Insertar el tope en la parte interna del estribo de la puerta delantera, cerrar la puerta e insertar el tope en el compartimiento de la bisagra, repetir el procedimiento en la puerta posterior LH. 6.2. Insertar el tope en la parte interna del estribo de la puerta delantera, cerrar la puerta e insertar el tope en el	Preparación de unidad

Figura 74. Asegurar balde				compartimiento de la bisagra, repetir el procedimiento en la puerta posterior RH.	
 Figura 75. Ubicación de pinza	7	COLOCAR PINZA		7. Colocar la pinza de aterramiento en la parte trasera de los faros u otra área de la unidad asegurar que la pinza realice un agarre uniforme con el metal para evitar un mal contacto en la electrodeposición.	Preparación de unidad
	8	ASEGURAR GUÍAS		8.1. Verificar que las bases de aterramiento se encuentren alineadas entre el Dollie de ELPO y la cesta. 8.2. Presionar el botón Automático de inicio del ciclo en la botonera de control y verificar el anclaje de las 4 guías con el Dollie. 8.3. Permitir el ascenso de la unidad hasta una altura de 150[cm] aproximadamente desde el piso hasta estribo de la unidad. 8.4. Presionar paro de proceso y pausar el ciclo de ascenso. 8.5. Colocar las cadenas en cada guía asegurándose que las cuatro guías queden correctamente sujetas al Dollie. 8.6. Retirar el paro de proceso para dar continuidad al ascenso de la unidad, una vez llegue a las alturas	Seguridad

Figura 76. Guías de dollie				máximas, presionar paro de proceso y adelantar con avance del trolley manualmente hasta la línea marcada en la estación de inicio de proceso (De esta forma se inicia el contador de cubas del modo automático).	
 Figura 77. Coche de arrastre	9	RETIRAR COCHE DE ARRASTRE		9.1. Retirar el coche de arrastre hacia la zona de inicio de horno. Este coche servirá posteriormente para recibir la unidad después del proceso ELPO.	Seguridad

ANEXO 3

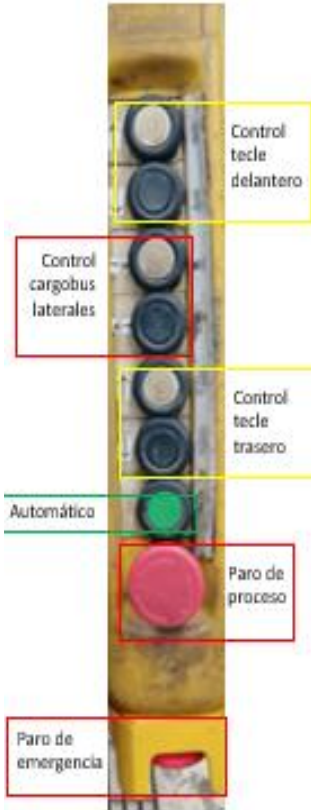
	INSTRUCCIONES DE TRABAJO	COP-02-PIN-IT-133	
		Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe	Versión: 01
		Revisado por: Jorge Ninacuri	Fecha Emisión: 2023/11/09
		Aprobado por: Miguel Ángel Taípe (COORDINADOR)	N.º: 001
Línea: PINTURA-ELPO	Operación: RECEPCIÓN DE UNIDADES SOLDADAS: CABINA	Modelo: POER	Documento Externo: NA
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐ Residuos Generales:  Residuos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y papeles ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
ANEXO 2: MANUAL DE USO BOTONERA DEL ÁREA DE CARGA DE UNIDADES: CABINA			
		El control del cargobus consta de 9 botones, como lo muestra la Fig.1.1, los cuales permiten al operador habilitar las diferentes funciones del cargobus para una correcta manipulación de las unidades durante el proceso ELPO, las diferentes funciones son: - Control tecla delantero Permite al operador realizar el movimiento vertical del tecla delantero, mientras se mantenga pulsado y el botón PARO DE PROCESO se mantenga activado. - Pulsado el botón de color blanco permite subir el tecla delantero. - Pulsado el botón de color negro permite bajar el tecla delantero. - Control Trolley de arrastre. Permite al operador realizar el movimiento horizontal del cargobus, es decir, adelante o atrás, mientras se mantenga pulsado y el botón PARO DE PROCESO se mantenga activado. - Pulsado el botón de color blanco permite movilizar el cargobus hacia adelante. - Pulsado el botón de color negro permite movilizar el cargobus hacia atrás. - Control tecla posterior Permite al operador realizar el movimiento vertical del tecla posterior, mientras se mantenga pulsado y el botón PARO DE PROCESO se mantenga activado: - Pulsado el botón de color blanco permite subir el tecla posterior. - Pulsado el botón de color negro permite bajar el tecla posterior. - Automático El botón verde del controlador permite al operador confirmar los ciclos en las diferentes cubas, estación de carga y descarga, para que el cargobus opere en modo automático. - Paro de proceso Botón rojo permite al operador detener el sistema en caso de que equipo no realice las funciones determinadas. Permite suspender el proceso por un determinado tiempo, al desenclavarlo el proceso deberá terminarse de manera manual. Para desenclavarlo debe ser girado. - Paro de emergencia Botón rojo ubicado en la parte inferior, permite al operador detener el sistema en caso de peligro o falla, suspendiendo el suministro de energía. En el caso de utilizar este botón llamar a mantenimiento.	

Figura 78. Botonera carga cabina

INSTRUCTIVO CUBA 1 - DESENGRASE POR ASPERSIÓN.

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 1 - DESENGRASE POR ASPERSIÓN.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

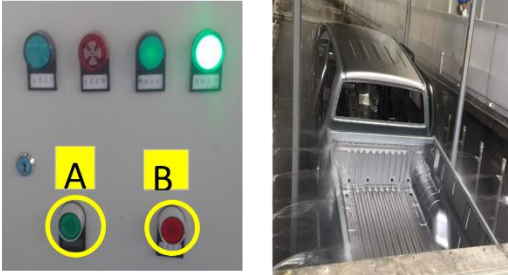
 Figura 79. Cargo-bus	1	TAREA EN LA CUBA 1		El operador debe conocer el ANEXO 3 y ANEXO 4, para poder realizar las siguientes operaciones. 1.1. Presionar el botón AUTO de inicio de ciclo, después que el cargobus se haya posicionado en inicio de proceso ELPO. 1.2. Observar el avance automático de la unidad hasta el posicionamiento en la cuba 1, la unidad descenderá automáticamente. El tiempo de proceso es 210 segundos y debe cumplir 8 oscilaciones. -En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Limpieza de la unidad
 Figura 80. Botonera para aspersion	2	ACTIVAR ASPERSIÓN		2.1. Encender la aspersion presionando el botón (A), ubicado en el tablero de aspersion CUBA 1, una vez la unidad comience a realizar la inclinación de entrada.	Limpieza de unidad

 Figura 81. Desengrase por aspersión	3	SALIDA DE LA UNIDAD		3.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y que se realicen las oscilaciones de escurrido de la unidad. 3.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Nota: En caso de detectar defectos durante en el proceso avisar de manera inmediata a su superior.	Preparación de unidad
--	---	----------------------------	--	--	-----------------------

INSTRUCTIVO CUBA 2 - DESENGRASE POR INMERSIÓN.

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 2 - DESENGRASE POR INMERSIÓN.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

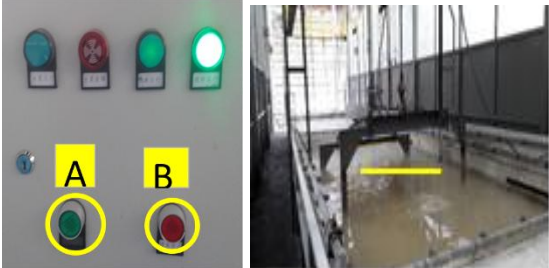
 Figura 82. Unidad en Cuba 2	1	TAREA EN LA CUBA 2		1.1. Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 1, presionar el botón AUTO inicio de ciclo. 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad en la cuba 2, el tiempo de proceso de inmersión es 240 segundos y debe cumplir 12 oscilaciones. -En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Limpieza de la unidad
 Figura 83. Botonera para aspersion	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersion presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad descende automáticamente. -En caso de no desactivar la aspersion automáticamente una vez se haya sumergido el techo de la unidad, presionar el botón (B) ubicado en el tablero.	Limpieza de unidad

 Figura 84. Desengrase por aspersión	3	LIMPIAR CESTA		3.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y que se realicen las oscilaciones de escurrido de la unidad. 3.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Nota: En caso de detectar defectos durante en el proceso avisar de manera inmediata a su superior.	Limpieza de residuos de producto de la Cuba 2.
 Figura 85. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad después que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 240 segundos. 4.2. Activar los aspersores presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso automático de la unidad. En caso de que no se desactive la aspersión automáticamente presionar el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.	Limpieza de unidad



Figura 86. Salida de la Unidad

5

SALIDA DE LA UNIDAD

- 5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
- 5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

Limpieza de unidad

INSTRUCTIVO CUBA 3 - ENJUAGUE 1.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 3 - ENJUAGUE 1.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 87. Unidad en Cuba 3	1	TAREA EN LA CUBA 3		"1.1. Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 2, presionar el botón AUTO inicio de ciclo. 1.2. Observar el avance hacia la cuba 3 y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. -En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la PROCESO establecida para esta cuba.	Limpieza de la unidad
 Figura 88. Botonera para aspersion	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersion presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad inicia el descenso de manera automática. En caso de que la aspersion no se desactive automáticamente una vez se haya sumergido el techo de la unidad, presionar el botón (B) ubicado en el tablero.	Limpieza de unidad

 Figura 89. Sopleteo de cesta	3	LIMPIAR CESTA		3.1. Sopletear toda el área de la cesta para eliminar residuos de desengrasante o limpiar con el mango telescópico todos los residuos e impurezas generados en los tecles del cargobus de ser necesario.	Limpieza de residuos de producto de la Cuba 3.
 Figura 90. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos. 4.2. Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad. (Ver Fig.4.1 y 4.2) Importante: En caso de que la aspersión no se desactive automáticamente presionar el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.	Limpieza de unidad



Figura 91. Salida de la Unidad

 Figura 91. Salida de la Unidad	5	SALIDA DE LA UNIDAD	5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad. 5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.	Limpieza de unidad
---	---	----------------------------	--	--------------------

INSTRUCTIVO CUBA 4 - ACTIVADOR.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO	COP-02-PIN-IT-133							
		Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe				Versión: 01			
		Revisado por: Jorge Ninacuri				Fecha Emisión: 2023/11/09			
		Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)				N.º: 001			
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 4 - ACTIVADOR.				Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES					
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción				Especificación Técnica
1				1					
2				2					
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)		¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 92. Unidad en Cuba 4	1	TAREA EN LA CUBA 4		1.1. Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 3, presionar el botón AUTO inicio de ciclo 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. -En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Tratamiento de la chapa metálica
 Figura 93. Botonera para aspersión	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad descende automáticamente. -En caso de no desactivar la aspersión automáticamente una vez se haya sumergido el techo, presionar el botón (B) ubicado en el tablero después que el techo de la unidad se haya sumergido en la solución.	Limpieza de unidad

 Figura 94. Sopleteo de cesta	3	LIMPIEZA DE RESIDUOS		3.1. Limpiar con el mango telescópico los residuos e impurezas generadas en cubas anteriores después del desengrase.	Limpieza de residuos de producto de la Cuba 4.
 Figura 95. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos. 4.2. Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando el techo de la unidad salga del nivel superior de la solución. -En caso de no se desactive la aspersión automáticamente presionar el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución."	Limpieza de unidad

 Figura 96. Salida de la Unidad	5	SALIDA DE LA UNIDAD	5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las dos oscilaciones de escurrido de la unidad. 5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.	Limpieza de unidad
---	---	----------------------------	--	--------------------

INSTRUCTIVO CUBA 5 - FOSFATO.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 5 - FOSFATO.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

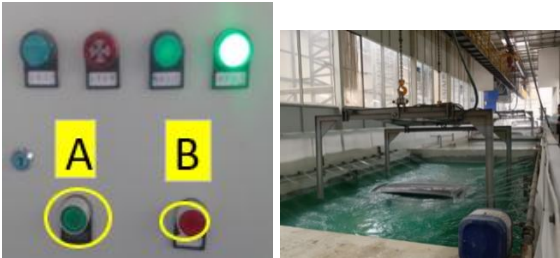
 Figura 97. Unidad en Cuba 5	1	TAREA EN LA CUBA 5		1.1. Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 4. 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 125 segundos y debe cumplir 4 oscilaciones. - En caso de alguna emergencia o que la unidad no cumpla el tiempo establecido presionar el botón de emergencia y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Tratamiento de fosfatizado
 Figura 98. Botonera para aspersión	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad descende automáticamente. En caso de no desactivar la aspersión automáticamente una vez se haya sumergido el techo, presionar el botón (B) ubicado en el tablero después que el techo de la unidad se haya sumergido en la solución.	Tratamiento de fosfatizado

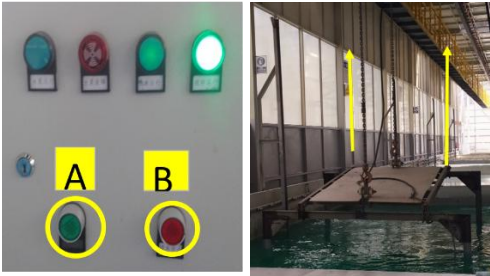
 Figura 99. Limpieza techo	3	LIMPIEZA DE RESIDUOS		3.1. Limpiar con el mango telescópico humedecido con producto de la cuba 4, para garantizar el activado en el techo de la unidad. Nota: Se realiza este paso en el caso de ser necesario cuando se presente impurezas en el techo.	Tratamiento de fosfatizado
 Figura 100. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 125 segundos. 4.2. Activar los aspersores presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el proceso de ascenso automático de la unidad. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente presionando el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.	Limpieza de unidad



Figura 101. Salida de la Unidad

5

**SALIDA DE LA
UNIDAD**

5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.

5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo.

Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.

Limpieza de unidad

INSTRUCTIVO CUBA 6 – ENJUAGUE 2.

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 6 – ENJUAGUE 2.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 102. Unidad en Cuba 6	1	TAREA EN LA CUBA 6		"1.1. Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 5, presionar el botón AUTO inicio de ciclo. 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. -En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Limpieza de la unidad para una correcta electrodeposición
 Figura 103. Botonera para aspersión	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad descende automáticamente. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente una vez se haya sumergido el techo, presionar el botón (B) ubicado en el tablero después que el techo de la unidad se haya sumergido en la solución.	Limpieza de unidades

 Figura 104. Limpieza de residuos	3	LIMPIAR RESIDUOS		3.1. Limpiar con un paño para eliminar todos los residuos e impurezas generadas. En el caso de ser necesario sopletear toda el área de la cesta para eliminar residuos que pueden afectar a la unidad.	Limpieza de unidades
 Figura 105. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos. 4.2. Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente presionando el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.	Limpieza de unidad



Figura 106. Salida de la Unidad

5

**SALIDA DE LA
UNIDAD**

- 5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.
- 5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

Limpieza de unidad

INSTRUCTIVO CUBA 7 – AGUA DI INMERSIÓN.

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 7 – AGUA DI INMERSIÓN.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐			Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

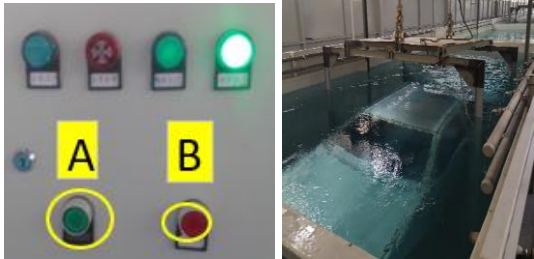
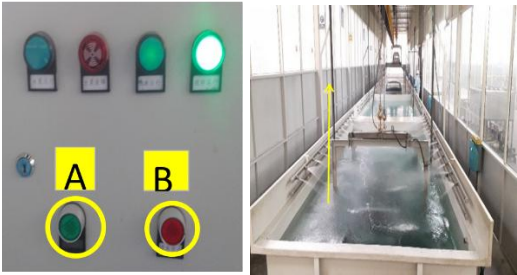
 Figura 107. Unidad en Cuba 7	1	TAREA EN LA CUBA 7		1.1. Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 6. 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. -En caso de alguna emergencia o que la unidad no cumpla el tiempo establecido presionar el botón de emergencia y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Retiro de impurezas adheridas en la unidad.
 Figura 108. Botonera para aspersion	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersion presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad descende automáticamente. Importante: En caso de no desactivar la aspersion automáticamente una vez se haya sumergido el techo, presionar el botón (B) ubicado en el tablero después que el techo de la unidad se haya sumergido en la solución.	Limpieza de unidades

 Figura 109. Limpieza de residuos	3	LIMPIAR RESIDUOS		3.1. Limpiar la cesta con un paño en el mango telescópico para eliminar los residuos de cubas anteriores. En el caso de ser necesario sopletear toda el área de la cesta para eliminar residuos que pueden afectar a la unidad.	Limpieza de unidades
 Figura 110. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos. 4.2. Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente presionando el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.	Limpieza de unidad

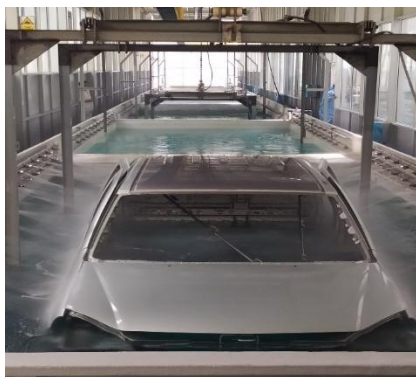


Figura 111. Salida de la Unidad

5

SALIDA DE LA UNIDAD

5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad.

5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus.

Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.

Limpieza de unidad

INSTRUCTIVO CUBA 8 – ECOAT.

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 8 – ECOAT.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐			Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)
				1	TAREA EN LA CUBA 8		1.1. Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 7, presionar el botón AUTO inicio de ciclo. 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad, el tiempo de proceso de inmersión es 345 segundos y debe cumplir 12 oscilaciones.	Retiro de impurezas adheridas en la unidad.

Figura 112. Unidad en Cuba 8				-En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	
Figura 113. Botonera ECOAT Figura 114. Distancia de seguridad	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Activar los aspersores presionando el botón (A) (Encendido aerosol ECOAT) ubicado en el tablero cuando el capó de la unidad este por sumergirse. Nota: Se realiza este paso solo en el caso de ser necesario, realizar el enjuague del techo de la unidad. En caso de que no se desactive la aspersión pulsar el botón (B) ubicado en el tablero de control. 2.2. Observar el descenso de la unidad. 2.3. Encender el rectificador presionando en forma conjunta el botón (A) y (C) cuando la unidad complete el ciclo de descenso. Rampa 1=110 voltios Rampa 2=260 voltios Observar el encendido de la luz piloto. En caso de no encender el rectificador comunicar al personal de Mantenimiento. Importante: Durante el proceso el operador debe alejarse 3 metros de los laterales de la cuba ECOAT para prevenir accidentes por riesgo eléctrico.	Calidad en pintado de la unidad

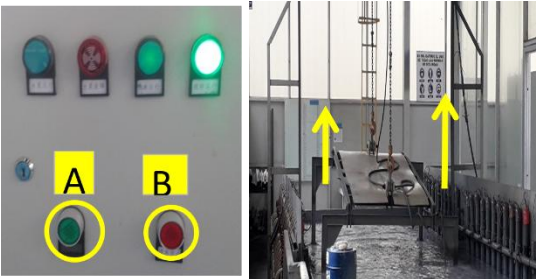
 Figura 115. Luz piloto ECOAT en progreso	3	VERIFICAR TIEMPO EN CUBA 8		3.1. Visualizar el apagado de la luz piloto indicador que el tiempo de contacto con la solución ha terminado. En caso de que la unidad termine su tiempo de oscilación sin que la luz piloto se haya apagado presionar el botón STOP paro de emergencia. La unidad podrá salir de la cuba cuando la luz piloto este apagado.	Seguridad
 Figura 116. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Activar los aspersores presionando el botón A (Encendido aerosol ECOAT) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso automático de la unidad. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente presionando el botón B (Apagado aerosol ECOAT), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la pintura.	Limpieza de unidad

 Figura 117. Salida de la Unidad	5	SALIDA DE LA UNIDAD	5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad. 5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.	Transporte
--	---	----------------------------	--	------------

INSTRUCTIVO CUBA 9 - ULTRAFILTRADO 1.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 9 – ULTRAFILTRADO 1.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 118. Unidad en Cuba 9	1	TAREA EN LA CUBA 9		1.1. Una vez el cargobus haya finalizado el proceso en la cuba 8, presionar el botón AUTO inicio de ciclo. 1.2. Observar el avance y descenso automático de la unidad, como muestra la Fig. 1.1, el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. -En caso de que la unidad no cumpla el tiempo establecido o se pase presionar el botón paro de proceso y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Limpieza de impurezas adheridas en la carrocería por el proceso de electrodeposición.
 Figura 119. Botonera de Aspersores	2	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: INGRESO		2.1. Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al mismo tiempo que la unidad descende automáticamente. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente una vez se haya sumergido el techo, presionar el botón (B) ubicado en el tablero después que el techo de la unidad se haya sumergido en la solución.	Limpieza de impurezas

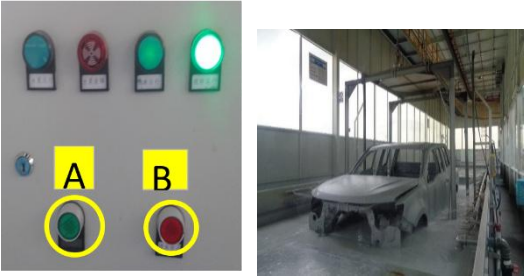
 Figura 120. Limpieza de cesta	3	LIMPIEZA DE RESIDUOS		3.1. Visualizar el apagado de la luz piloto indicador que el tiempo de contacto con la solución ha terminado. En caso de que la unidad termine su tiempo de oscilación sin que la luz piloto se haya apagado presionar el botón STOP paro de emergencia. La unidad podrá salir de la cuba cuando la luz piloto este apagado.	Limpieza de impurezas
 Figura 121. Botonera de aspersores	4	ACTIVAR Y DESACTIVAR ASPERSORES: SALIDA		4.1. Observar el ascenso automático de la unidad una vez que haya culminado el tiempo de contacto con la solución 80 segundos. 4.2. Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente presionando el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución.	Limpieza de unidad



Figura 122. Salida de la Unidad

 Figura 122. Salida de la Unidad	5	SALIDA DE LA UNIDAD		5.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad. 5.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera del cargobus. Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.	Transporte
--	---	----------------------------	--	--	------------

INSTRUCTIVO CUBA 10 - ULTRAFILTRADO 2.

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 9 – ULTRAFILTRADO 1.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐				Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 123. Unidad en Cuba 10	1	TAREA EN LA CUBA 10	1.1 Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 10. 1.2 Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. Nota: En caso de alguna emergencia o que la unidad no cumpla el tiempo establecido presionar el botón de emergencia y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Limpieza de impurezas adheridas en la carrocería por el proceso de electrodeposición.
 Figura 124. Botonera de Aspersores	2	ACTIVAR ASPERSORES: INGRESO	2.1. Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al iniciar el descenso automático de la unidad. Nota: No desactive la aspersión durante todo el proceso en esta cuba. 2.2 Una vez concluido el ciclo de oscilación validar que se encienda la aspersión del bloque de agua DI Virgen, no desactive la aspersión durante todo el proceso en esta cuba.	Limpieza de residuos de pintura

 Figura 125. Botonera de aspersores	3	SALIDA DE LA CUBA		3.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad. 3.2. Activar la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero cuando inicie el ascenso de la unidad. Importante: En caso de no desactivar la aspersión automáticamente presionando el botón (B), ubicado en el tablero después que el estribo de la unidad se encuentre fuera de la solución. Nota: Presionar el botón paro de emergencia, hasta que esté listo la zona de descarga al horno.	Limpieza de unidad
 Figura 126. Salida de la Unidad	4	SALIDA DE LA UNIDAD		4.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad. 4.2. Dirigir la unidad hacia la siguiente cuba, presionando el botón AUTO inicio de ciclo ubicado. Nota: En caso de detectar defectos en el proceso avisar de manera inmediata a su superior, además si la unidad queda suspendida y no permite el avance a la siguiente cuba activar el plan de emergencia descrito en el Anexo 4.	Transporte

INSTRUCTIVO CUBA 11 - AGUA DI ASPERSIÓN.

 CIAUTO Parque Industrial Autopartista	INSTRUCCIONES DE TRABAJO		COP-02-PIN-IT-133					
			Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe			Versión: 01		
			Revisado por: Jorge Ninacuri			Fecha Emisión: 2023/11/09		
			Aprobado por: Miguel Ángel Taipe (COORDINADOR)			N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO		Operación: TAREA: CUBA 9 – ULTRAFILTRADO 1.			Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐			Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y latas ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐			
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES				
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción		Especificación Técnica	
1				1				
2				2				
GRÁFICO / FOTOGRAFÍA				Nº	PASO PRINCIPAL	SÍMBOLO	¿CÓMO? (PUNTOS CLAVE)	¿POR QUÉ? (EFECTOS)

 Figura 127. Unidad en Cuba 11	1	TAREA EN LA CUBA 9		1.1 Presionar el botón AUTO inicio de ciclo ubicado en la botonera después que el cargobus haya llegado al fin de proceso en la cuba 10. 1.2 Observar el avance y descenso automático de la unidad el tiempo de proceso de inmersión es 80 segundos y debe cumplir 2 oscilaciones. Nota: En caso de alguna emergencia o que la unidad no cumpla el tiempo establecido presionar el botón de emergencia y realizar de forma MANUAL, hasta concluir con la tarea establecida para esta cuba.	Limpieza de impurezas adheridas en la carrocería por el proceso de electrodeposición.
 Figura 128. Botonera de Aspersores	2	ACTIVAR ASPERSORES: INGRESO.		2.1. Encender la aspersión presionando el botón (A) ubicado en el tablero al iniciar el descenso automático de la unidad. Nota: No desactive la aspersión durante todo el proceso en esta cuba. 2.2 Una vez concluido el ciclo de oscilación validar que se encienda la aspersión del bloque de agua DI Virgen, no desactive la aspersión durante todo el proceso en esta cuba.	Limpieza de impurezas

 Figura 129. Salida de la unidad	3	SALIDA DE LA CUBA		3.1. Verificar el ascenso completo de la unidad y las oscilaciones de escurrido de la unidad. Nota: Presionar el botón paro de emergencia, hasta que esté listo la zona de descarga al horno."	Limpieza de impurezas
 Figura 130. Transporte de unidad	4	ENVIAR UNIDAD		4.1. Dirigir la unidad hacia la zona de descarga del horno, presionando el botón AUTO inicio de ciclo. Nota: En caso de detectar defectos durante en el proceso avisar de manera inmediata a su superior.	Transporte



Figura 131. Dollie de arrastre

 Figura 131. Dollie de arrastre	5	MOVILIZAR EL COCHE DE ARRASTRE		5.1. Desplazar el Dollie hacia el área de descarga del proceso ELPO, como lo muestra la Fig. 5.1.	Transporte
---	---	---	--	---	------------

ANEXO 4

	INSTRUCCIONES DE TRABAJO	COP-02-PIN-IT-133				
		Elaborado por: Jorge Ninacuri / Pedro Guamanquispe		Versión: 01		
		Revisado por: Jorge Ninacuri		Fecha Emisión: 2023/11/09		
		Aprobado por: Miguel Ángel Taípe (COORDINADOR)		N.º: 001		
Línea: PINTURA-ELPO	Operación: PROCESO ELPO.		Modelo: POER		Documento Externo: NA	
Características Especiales:  Confirmación de calidad  Seguridad Industrial  Características Especiales  Medio Ambiente		Equipos de Protección Personal:  Gafas ☐  Zapatos de Seguridad ☒  Guantes ☒  Ropa de trabajo ☒  Protección Auditiva ☒  Casco ☐  Máscara facial ☐  Respirador ☐		Residuos Generales:  Restos de residuos ☐  Orgánicos ☐  Vidrio ☐  Plásticos y metales ☐  Papel y cartón ☐  Desechos peligrosos ☐		
COMPONENTES				HERRAMIENTAS / MATERIALES AUXILIARES		
Ítem	Código	Descripción	Cant.	Ítem	Descripción	Especificación Técnica
1				1		
2				2		
ANEXO 4: PLAN DE EMERGENCIA						
El Proceso ELPO debe realizarse de manera continua, respetando los tiempos establecidos, al romper con el ciclo del proceso o pausarlo se podrían generar defectos en la unidad, sin embargo, si por alguna razón el cargobus durante el proceso ELPO llegase a presentar fallos y estos provoquen un paro de más de 3min con la unidad fuera de alguna de las CUBAS el operador deberá activar el PLAN DE EMERGENCIA, para lo cual se explica a continuación: 1.1 Notificar inmediatamente al supervisor de proceso ELPO y supervisor de mantenimiento. 1.2 Identificar la toma de líquido necesario en base al punto en donde la unidad quedo suspendida, se tienen 4 llaves con acople rápido que se detallan a continuación: - Toma Desengrasante: se utilizará cuando la unidad haya salido de la CUBA 1 y antes de sumergirse en la CUBA 2. - Toma de agua blanda: se utilizará cuando la unidad haya salido de la CUBA 2 y antes de sumergirse en la CUBA 3. - Toma de activador: se utilizará cuando la unidad haya salido de la CUBA 3 y antes de sumergirse en la CUBA 4. - Toma de agua DI 1: se utilizará cuando la unidad se encuentre fuera de: CUBA 4, CUBA 5, CUBA 6 o CUBA 7. - Toma de agua DI 2: Se utilizará cuando la unidad se encuentre fuera de: CUBA 8, CUBA 9, CUBA 10, CUBA 11. Las llaves se encuentran al costado inferior de las cubas, solo la llave de la CUBA 4 se encuentra dentro, para comprender la ubicación de las llaves.						

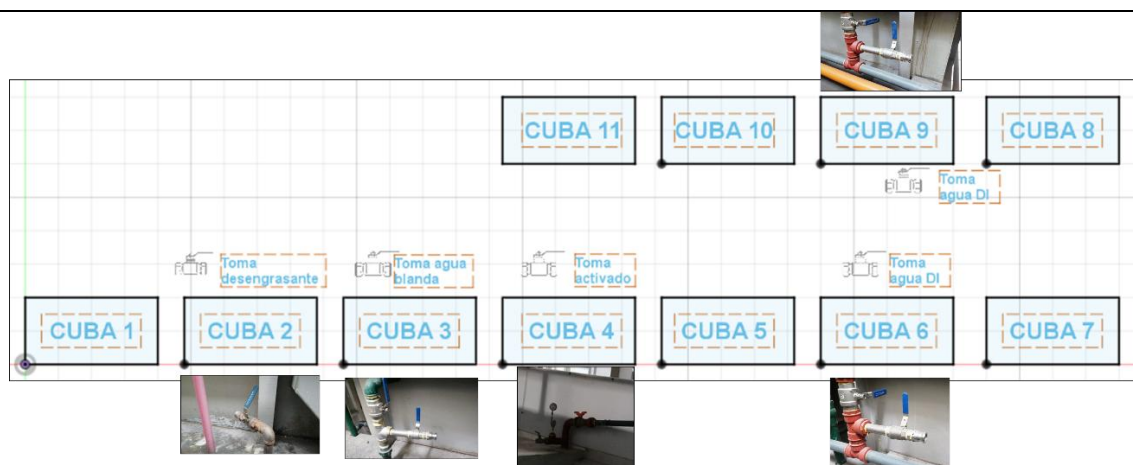


Figura 132. Ubicación de tomas de agua

- 1.3 Con la ayuda de la manguera que se encuentra en el cancel de herramienta colocar el acople en la llave correspondiente.
 - 1.4 Accionar bomba para el caso de CUBA 2, CUBA 3, CUBA 6, CUBA 9. El accionamiento se realiza en el tablero de control que se encuentra junto a los tanques de reservorio.
 - 1.5 Mojar la unidad por todas las áreas externas como internas, manteniendo siempre la unidad mojada hasta que el cargobus vuelva a su funcionamiento.
 - 1.6 Apagar la bomba y retirar la manguera. (Colocar las herramientas en el cancel de Herramientas ELPO que se encuentra junto a la CUBA 8)
 - 1.7 Continuar con el proceso según las indicaciones del supervisor o líder para concluir con el proceso manual o automático.
- NOTA: En el caso de la CUBA 4, se activa mediante la aspersión, por ello se debe cerrar los pasos de aspersión que se encuentran en los dos costados de la CUBA, conectar la manguera y accionar la aspersión de CUBA.



Figura 133. Tanques de reservorio y tablero de control de agua