



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA
CIA. LTDA. AMBATO, TUNGURAHUA.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:
INGENIERO(A) INDUSTRIAL

AUTORES:

PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL
TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE, MSc.

La Libertad, Ecuador, 2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO
CEPEDA CIA. LTDA. AMBATO, TUNGURAHUA.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL

TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA

TUTOR:

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL** y **TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR



f. _____
Ing. Buenaño ~~Buenaño~~ Edison Noe, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA



f. _____
Ing. Balón Ramos Isabel Del Rocío, MSc.

La Libertad, a los 11 del mes de Julio del año 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA CIA. LTDA. AMBATO, TUNGURAHUA.”, elaborado por el Sr. PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL Y la Srta. TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Industriales, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR (A)

f. 
Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe, MSc.

La Libertad, a los 4 del mes de Julio del año 2025

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Perero Muñoz Julio Ariel, Tuston Guano Sandy Magdalena**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Propuesta de sistema de producción esbelto para la optimización del armado en la carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda. Ambato, Tungurahua.**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 11 del mes de Julio del año 2025.

EL AUTOR

f. 
Perero Muñoz Julio Ariel

EL AUTORA

f. 
Tuston Guano Sandy Magdalena

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Perero Muñoz Julio Ariel; Tuston Guano Sandy Magdalena**

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **“Propuesta de sistema de producción esbelto para la optimización del armado en la carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda. Ambato, Tungurahua.”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 11 del mes de Julio del año 2025

EL AUTOR:

f. 
Perero Muñoz Julio Ariel

LA AUTORA:

f. 
Tuston Guano Sandy Magdalena

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA CIA. LTDA. AMBATO, TUNGURAHUA.**” elaborado por el Sr. **PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL** y la Srta. **TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA**, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio **COMPILATIO**, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 4% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCION ESBELTO PARA LA OPTIMIZACION DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA CIA LTDA AMBATO TUNGURAHUA

4%
Textos sospechosos

- 1) Sin Evidencia
- 2) Evidencias reconocidas (Ignorado)
- 3) Textos potencialmente generados por IA (Ignorado)

Nombre del documento: PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCION ESBELTO PARA LA OPTIMIZACION DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA CIA LTDA AMBATO TUNGURAHUA.docx
ID del documento: c5283d3e083a944c5f4683baa45c37636514ea9
Tamaño del documento original: 4,01 MB
Autor: Sandy Tuston Guano

Depositante: Sandy Tuston Guano
Fecha de depósito: 4/7/2025
Tipo de carga: url:submision
Fecha de fin de análisis: 4/7/2025

Número de palabras: 20.621
Número de caracteres: 128.616

Ubicación de las similitudes en el documento:



FIRMA DEL TUTOR

f. 

ING. BUENAÑO BUENAÑO EDISON NOE, MSc.

C.C.: 180457063-6

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Certificado de gramática

Santa Elena, 04 de julio del 2025

Yo, **Mónica Isabel Paredes Castro**, Magíster en Educación Básica, con registro de la SENECYT N° 1023-2024-2904505 por medio del presente certifico que:

Después de revisar y corregir la sintaxis y ortografía del trabajo investigativo titulado **“PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA CIA. LTDA. AMBATO, TUNGURAHUA”** elaborado por los estudiantes **JULIO ARIEL PERERO MUÑOZ** y **SANDY MAGDALENA TUSTON GUANO** en su opción al título de **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puedo afirmar que el trabajo está apto para ser defendido.

Sin otro particular.



MÓNICA ISABEL
PAREDES CASTRO

Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.

C.I: 0605353143

Celular: 0969917044

Correo: misabelp1017@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme salud, fuerzas y perseverancia para culminar esta gran etapa de mi vida. También doy gracias a mis padres y abuelos, por su amor incondicional, sus sacrificios y el constante apoyo que me han brindado a lo largo de mi formación. A mi novia por darme su cariño y apoyo emocional en momentos difíciles.

Quiero agradecer a la Universidad Estatal Península de Santa Elena por brindarme las oportunidades para desarrollar mi formación académica y profesional. A los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial, quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias que me ayudaron a llegar donde estoy. A mi tutor de tesis por su paciencia, consejos y valiosos aportes para la elaboración de este trabajo.

Un total agradecimiento a la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., por abrirme las puertas para desarrollar esta investigación, por la disposición, el tiempo e información que nos brindaron.

Finalmente, a mis compañeros y amigos, por acompañarme en este camino, compartir sus conocimientos y ser parte de esta etapa tan especial.

Julio Ariel Perero Muñoz.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por otorgarme la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres que me enseñaron con su ejemplo el valor del trabajo y la perseverancia, demostrándome que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

Además, agradecer a mi tutor el Ingeniero Edison Buenaño cuya experiencia y compromiso fueron fundamentales para la culminación de este trabajo

Y en especial a la empresa Patricio Cepeda Cía. Ltda. quienes me brindaron desde el principio su ayuda proporcionándome la información necesaria para culminar mi trabajo de titulación.

Sandy Magdalena Tuston Guano.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a todos mis seres queridos, quienes también han sido parte de mi formación académica.

Especialmente a mis padres, a mi mamá Jenny Muñoz por siempre brindarme su apoyo, darme consejos y mucho cariño y a mi papá Julio Perero por darme fuerzas para seguir adelante. Siendo ellos dos mi fuente de inspiración.

A mi abuelo Juan Muñoz que siempre me brinda su ayuda enseñándome el valor del esfuerzo y perseverancia.

A mi novia por estar a mi lado apoyándome en este proyecto, a mis hermanos por estar siempre presentes.

A todos ustedes les ofrezco con total gratitud este gran logro.

Julio Ariel Perero Muñoz.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres quienes a lo largo de mi vida han estado ahí apoyándome y brindándome su amor puro e incondicional.

También a mis hermanos, Dennis y Melani cuyo amor han sido mi motor para lograr la culminación de mi trabajo.

A mis tíos Víctor y Juanita quienes me han amado como una hija y han estado apoyándome durante todo este largo proceso, siendo un pilar fundamental a lo largo de mi vida.

A mi pareja quien desde el principio de este largo trayecto ha estado conmigo apoyándome y dándome fuerzas en todo momento.

Además, a Luna, mi fiel compañera, quien siempre estuvo a mi lado, cuando más la necesitaba.

Por último, me la dedico a mí, por ser perseverante y no saber rendirme, esta tesis es el fruto de lo que coseché años atrás desde mi niñez, demostrándome a mí misma que con esfuerzo nada es imposible.

Sandy Magdalena Tuston Guano.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

ING. BALÓN RAMOS ISABEL DEL ROCÍO, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f.

ING. BERMEO GARCÍA MARCO VINICIO, MGTR.

DOCENTE ESPECIALISTA

f.

ING. BUENANO BUENANO EDISON NOE, MSC.

DOCENTE TUTOR

f.

DRA. SOSA BUENO GRACIELA CELEDONIA, PHD

DOCENTE UIC

ÍNDICE GENERAL.

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	v
AUTORIZACIÓN.....	vi
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	vii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
AGRADECIMIENTOS	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA	xii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	xiii
ÍNDICE GENERAL.	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xx
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxii
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS.....	xxiii
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT.....	xxvi

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	6
MARCO TEÓRICO	6
1.1. Antecedentes investigativos.....	6
1.2. Estado del arte.....	6
1.3. Fundamentos teóricos.....	14
CAPÍTULO II	21
MARCO METODOLÓGICO	21
2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación.....	21
2.2. Procedimiento metodológico.....	22
2.3. Población, muestra no probabilística y muestreo.....	23
2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.....	25
2.5. Procedimiento para la recolección de los datos.....	29
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Marco de resultados.....	31
3.2 Contexto organizacional.....	35
3.3 Diagnóstico situacional de la empresa.....	39
3.4 Descripción del proceso productivo.....	42
3.5 Check list de verificación documental y de procesos.....	44
3.6 Propuesta de mejora.....	55
3.7 Diagramas de procesos propuestos.....	79
3.8 VSM propuesto.....	87
3.9 Indicadores.....	90
3.10 Simulación en software.....	93
3.11 Instructivo.....	98
3.12 Antes y después de las Lean manufacturing.....	103
3.13 Impacto potencial del sistema de producción esbelto.....	104
3.14 Marco de discusión.....	105

CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXO	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tabla de símbolos.</i>	xxiv
Tabla 2. <i>Criterios de inclusión y exclusión.</i>	7
Tabla 3. <i>Resultados de búsqueda de la variable independiente.</i>	8
Tabla 4. <i>Resultados de búsqueda variable dependiente.</i>	8
Tabla 5. <i>Distribución de la población de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.</i>	24
Tabla 6. <i>Muestra.</i>	24
Tabla 7. <i>Alfa de Cronbach.</i>	28
Tabla 8. <i>Coeficiente de Cronbach.</i>	29
Tabla 9. <i>Resultados del instrumento de diagnóstico.</i>	32
Tabla 10. <i>Criterios de decisión.</i>	34
Tabla 11. <i>Coeficiente de Spearman.</i>	34
Tabla 12. <i>Correlación de variables.</i>	35
Tabla 13. <i>Datos de la empresa.</i>	36
Tabla 14. <i>Modelo de carrocerías.</i>	36
Tabla 15. <i>Tabla de frecuencias.</i>	39
Tabla 16. <i>Check list de verificación documental.</i>	44
Tabla 17. <i>Cálculo del tiempo takt.</i>	57
Tabla 18. <i>Tiempo de ciclo.</i>	57
Tabla 19. <i>El resultado del check list basado en las 5S.</i>	61
Tabla 20. <i>Indicadores de revisión 5S.</i>	61
Tabla 21. <i>Tabla 5S - Seiri (seleccionar).</i>	63
Tabla 22. <i>Criterios de uso.</i>	64
Tabla 23. <i>5S - Seiton (organizar).</i>	65
Tabla 24. <i>Tarjeta de control de limpieza.</i>	66
Tabla 25. <i>Mapa de colores.</i>	67
Tabla 26. <i>Fases de la implementación del seguimiento de las 5S.</i>	68
Tabla 27. <i>Check list de seguimiento.</i>	69
Tabla 28. <i>Tarjeta Kanban del área de armado.</i>	71
Tabla 29. <i>General Electric Company.</i>	78

Tabla 30. <i>Tiempo de ciclo (sin desperdicios en el área e armado)</i>	88
Tabla 31. <i>Presupuesto</i>	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Etapas de búsqueda.</i>	6
Figura 2. <i>Word cloud.</i>	11
Figura 3. <i>Red de palabras claves.</i>	11
Figura 4. <i>Variables de estudio.</i>	15
Figura 5. <i>Diseño de la investigación.</i>	21
Figura 6. <i>Protocolo de investigación.</i>	22
Figura 7. <i>Fases del proceso metodológico.</i>	23
Figura 8. <i>Plan de recolección de datos.</i>	26
Figura 9. <i>Organigrama de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.</i>	38
Figura 10. <i>Ishikawa de primer nivel.</i>	41
Figura 11. <i>Mapa de procesos del área de armado.</i>	43
Figura 12. <i>Simbología diagrama de operaciones.</i>	46
Figura 13. <i>Layout de la planta.</i>	51
Figura 14. <i>Las 5S.</i>	60
Figura 15. <i>Evidencia 5S.</i>	61
Figura 16. <i>Tarjeta roja.</i>	64
Figura 17. <i>Tarjeta Kanban para anclajes.</i>	72
Figura 18. <i>Tarjeta Kanban para travesaños.</i>	72
Figura 19. <i>Tarjeta Kanban para escuadras.</i>	73
Figura 20. <i>Tarjeta Kanban para plataforma.</i>	73
Figura 21. <i>Tarjetas Kanban para cerchas.</i>	74
Figura 22. <i>Tarjetas Kanban para soportes de ventana.</i>	74
Figura 23. <i>Tarjetas Kanban para conchas de ventana.</i>	75
Figura 24. <i>Tarjetas Kanban para zetas y alfas.</i>	75
Figura 25. <i>Tarjetas Kanban para celosías.</i>	76
Figura 26. <i>Cronograma de capacitaciones.</i>	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Publicación científica anualmente</i>	9
Gráfico 2. <i>Producción científica por países</i>	10
Gráfico 3. <i>Temas relevantes</i>	10
Gráfico 4. <i>Herramientas de manufactura esbelta</i>	12
Gráfico 5. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	13
Gráfico 6. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	13
Gráfico 7. <i>Diagrama de Pareto</i>	40
Gráfico 8. <i>Diagrama de operaciones actual</i>	47
Gráfico 9. <i>Diagrama de flujo actual</i>	49
Gráfico 10. <i>Diagrama de flujo actual 2</i>	49
Gráfico 11. <i>Diagrama de flujo actual 3</i>	50
Gráfico 12. <i>Diagrama de flujo actual 4</i>	50
Gráfico 13. <i>Diagrama de recorrido actual día 1</i>	52
Gráfico 14. <i>Diagrama de recorrido actual día 2</i>	52
Gráfico 15. <i>Diagrama de recorrido día 3</i>	53
Gráfico 16. <i>Diagrama de recorrido día 4</i>	53
Gráfico 17. <i>Diagrama de recorrido día 5</i>	54
Gráfico 18. <i>Diagrama de recorrido día 6</i>	54
Gráfico 19. <i>Tiempos de ciclo de las diferentes áreas</i>	58
Gráfico 20. <i>VSM actual</i>	59
Gráfico 21. <i>Gráfico radar evaluación inicial 5S</i>	62
Gráfico 22. <i>Evaluación final 5S</i>	70
Gráfico 23. <i>Diagrama de flujo propuesto</i>	79
Gráfico 24. <i>Diagrama de flujo propuesto 2</i>	80
Gráfico 25. <i>Diagrama de flujo propuesto 3</i>	81
Gráfico 26. <i>Diagrama de recorrido propuesto día 1</i>	85
Gráfico 27. <i>Diagrama de recorrido propuesto día 2</i>	85
Gráfico 28. <i>Diagrama de recorrido propuesto día 3</i>	86
Gráfico 29. <i>Diagrama de recorrido propuesto día 4</i>	86

Gráfico 30. <i>Diagrama de recorrido propuesto día 5</i>	87
Gráfico 31. <i>Tiempo de ciclo</i>	88
Gráfico 32. <i>VSM propuesto</i>	89
Gráfico 33. <i>Tiempos improductivos</i>	93
Gráfico 34. <i>Tiempo de ciclo</i>	94
Gráfico 35. <i>Unidades procesadas</i>	95
Gráfico 36. <i>Unidades producidas mensualmente</i>	95
Gráfico 37 . <i>Tiempos de ciclo</i>	96
Gráfico 38. <i>Actividades optimizadas</i>	97
Gráfico 39 <i>Unidades procesadas</i>	97
Gráfico 40 <i>Unidades producidas mensualmente</i>	98
Gráfico 41 <i>Productividad</i>	103
Gráfico 42. <i>Eficiencia</i>	104

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: <i>Check list diagnóstico.</i>	115
Anexo B: <i>Check list diagnóstico 5S.</i>	116
Anexo C: <i>Estudio de tiempos.</i>	117
Anexo D: <i>FlexSim.</i>	119
Anexo E: <i>Normas del área de armado.</i>	120
Anexo F: <i>SolidWorks.</i>	120
Anexo G: <i>Toma tiempos en el área de armado.</i>	121
Anexo H: <i>Instructivo 5S.</i>	122
Anexo I: <i>Instructivo tarjetas Kanban.</i>	122

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

TPS: Toyota production system (sistema de producción toyota).

JIT: Just in time (justo a tiempo).

TPM: Total productive maintenance (mantenimiento productivo total).

5S: Seiri (clasificación), seiton (orden), seiso (limpieza), seiketsu (estandarización) y shitsuke (disciplina).

VSM: Value stream mapping (mapa de flujo de valor).

SMED: Single minute exchange of die.

OEE: Overall equipment effectiveness (efectividad general del equipo).

IDE: Entorno de desarrollo integrado.

BOM: Bill of materials (lista de materiales).

PDCA: Planificar, definir, comprobar y actuar.

DMAIC: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

FODA: Fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas.

FIFO: First in first out (primero en entrar, primero en salir).

KPIs: Key performance indicator (indicador clave del rendimiento del trabajo).

LOES: Ley orgánica de educación superior.













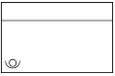








CIA. LTDA.: Compañía limitada.

6M: Métodos, Mano de obra, maquinaria, material, medición, medio ambiente.

DOP: Diagrama de operación de procesos.

Tabla 1.

Tabla de símbolos.

Gráfico	Denominación	Gráfico	Denominación
	Operación		Información electrónica
	Inspección		Flecha de envío
	Transporte		Flecha de empuje
	Demora		Segmento de escala de tiempo
	Almacén		Escala de tiempo total
	Cliente/proveedor		Estallido kaizen
	Proceso		Kanban de producción
	Control de producción		Kanban por lotes
	Tabla de datos		Flecha de retirada
	Inventario		Supermercado Kanban
	Información manual		

Nota. Tabla de símbolos (diagrama de operaciones del proceso, VSM y kanban).

“PROPUESTA DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESBELTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL ARMADO EN LA CARROCERA PATRICIO CEPEDA CIA. LTDA. AMBATO, TUNGURAHUA.”

Autores: Perero Muñoz Julio Ariel
Tuston Guano Sandy Magdalena

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe MSc.

RESUMEN

A nivel global las empresas manufactureras han tenido que ir adaptándose al continuo cambio en el mercado, adaptando nuevas metodologías, una de ellas es lean manufacturing, una filosofía que se centra en la eliminación de desperdicios y demoras. En este marco la presente investigación pretende dar a conocer como las herramientas lean ayudaron a la optimización de los procesos operativos dentro del área de armado de la empresa manufacturera encargada del diseño y elaboración de carrocerías para buses Patricio Cepeda Cía. Ltda. A partir de la implementación de las herramientas como VSM, 5S y Kanban, se consiguió reducir el tiempo de producción general, pasando de tener 29.55 días de producción a tener 27.88 días, por otro lado, se elevó la eficiencia y la productividad a un 41.7% y 35.96% respectivamente. Estos resultados destacan la importancia de la implementación de las herramientas Lean en empresas manufactureras, garantizando la eliminación de demoras y optimizando sus áreas de trabajo.

Palabras Claves: *Lean Manufacturing, procesos, optimizar, armado, 5S, Kanban.*

“PROPOSAL FOR A LEAN PRODUCTION SYSTEM TO OPTIMIZE THE ASSEMBLY PROCESS AT PATRICIO CEPEDA CÍA. LTDA., COACHBUILDING COMPANY IN AMBATO, TUNGURAHUA.”

Author: Perero Muñoz Julio Ariel

Tuston Guano Sandy Magdalena

Tutor: Ing. Buenaño Buenaño Edison Noe MSc

ABSTRACT

Globally, manufacturing companies have had to adapt to the constant change in the market, adopting new methodologies. One of these is lean manufacturing, a philosophy that focuses on eliminating waste and delays. Within this framework, this research aims to show how lean tools helped optimize operational processes within the assembly area of the manufacturer responsible for the design and production of bus bodies, Patricio Cepeda Cía. Ltda. Through the implementation of tools such as VSM, 5S, and Kanban, overall production time was reduced from 29.55 days to 27.88 days. Furthermore, efficiency and productivity increased to 41.7% and 35.96%, respectively. These results highlight the importance of implementing lean tools in manufacturing companies, ensuring the elimination of delays and optimizing their work areas.

Keywords: *Lean Manufacturing, processes, optimization, assembly, 5S, Kanban.*

INTRODUCCIÓN

En el contexto global, el sistema de producción Toyota (Toyota production system, TPS) ha transformado significativamente la industria manufacturera al introducir los principios de la producción esbelta. Este sistema se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales de la industria 4.0, al enfocarse en la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la eficiencia operativa (Schmidt et al., 2023).

En China un estudio aplicado sobre la “Optimización de la línea de producción de automóviles basada en la teoría del lean manufacturing.”, evidenció importantes beneficios. Al aplicar el TPS junto con la herramienta de manufactura esbelta VSM, se logró la reducción de operarios en un 18.8%, se redujo el ciclo de producción a 53 minutos, logrando una reducción de defectos en un 15 % (Yang et al., 2025). Estos resultados respaldan la eficiencia de la manufactura esbelta para disminuir defectos y aumentar el rendimiento operativo.

Por otro lado, en américa latina, específicamente en Perú un estudio en la industria textil nombrado” Aplicación de la manufactura Lean para mejorar procesos y aumentar la productividad en la industria textil del Perú: estudio de caso”, evidenció beneficios tangibles al aplicar TPS y técnicas de manufactura esbelta en una empresa textil, donde gracias a la implementación de las herramientas lean se logró mejorar el proceso de corte de camisetas, reduciéndolo de 3.40 días a 1.12 días, además el índice de productividad aumento de 0.38 a 1.16 respectivamente, estas mejoras generaron un ahorro de un total de \$105.448. (Alanya et al., 2024). Este estudio demuestra en los resultados la validación de las metodologías lean, especialmente con VMS, SMED, logra mejoras sustanciales en tiempo de calidad, productividad y rentabilidad.

En Ecuador un estudio realizado en el sector carrocerero, titulado “Estandarización de procesos en la fabricación de la carrocería modelo Hunter jr. utilizando las herramientas VSM, 5S y kanban para la mejora de la productividad en la empresa Yaulema Jr.” evidenció que el uso de las herramientas lean son fundamentales para empresas dedicadas a la elaboración de carrocerías, dado que la implementación de estas herramientas permitió alcanzar una eficacia operativa del 82.35%, lo cual ayudó a la reducción del tiempo de proceso general disminuyendo 6 días (Hernández & López 2021). Por lo que la aplicación de esta metodología es necesaria y oportuna para el ámbito carrocerero nacional.

En el siguiente estudio se plantea optimizar el área de armado por medio de un sistema de producción esbelto, mediante el uso de herramientas como VSM, 5 S y kanban, los cuales ayudaron a la reducción de tiempos de proceso y la disminución de desperdicios.

Planteamiento del problema.

A nivel mundial las empresas manufactureras enfrentan la alta competitividad que existe entre ellas, por lo que es necesario buscar estrategias que las impulsen a ser mucho más competitivas en comparación con otras (Oliveira & Lima, 2023). En este aspecto es crucial centrarse en la industria automotriz, la cual constantemente está en crecimiento, y adapta la metodología lean manufacturing a sus procesos, así como muchas más industrias. En este contexto la manufactura esbelta ha sido un pilar fundamental para el apoyo de diferentes empresas, ayudando a la eliminación de desperdicios, optimizando sus procesos y reduciendo gastos operativos (Ghouat et al., 2022).

En América Latina las industrias manufactureras enfrentan problemas con relación a la ineficiencia en sus procesos y retrasos en la entrega de productos terminados causando la

insatisfacción del cliente y por ende perdiendo competitividad en el ámbito comercial (Dutta, 2024). Por lo que, Dutta (2024) resalta la necesidad de la implementación de herramientas lean en los procesos, para aumentar la productividad y eficiencia dentro de las empresas manufactureras.

En el Ecuador existen 4974 empresas en el sector manufacturero, de las cuales 57 empresas están dedicadas a la fabricación y diseño de carrocerías para buses, dentro de este número de empresas, destaca la provincia de Tungurahua, la cual cuenta con un 42% de este tipo de empresas, siendo el cantón Ambato con el mayor número de empresas dedicadas a la construcción y diseño de estos productos (Jiménez & Zamora, 2020).

La empresa Patricio Cepeda Cía. Ltda., es una empresa reconocida a nivel nacional, dedicada a la construcción y diseño de carrocerías para buses de diferentes modalidades, actualmente esta empresa presenta problemas en la entrega de sus pedidos, afectando principalmente a la satisfacción del cliente.

A partir de un diagnóstico situacional se determinó las principales afectaciones que impiden que el proceso se lleve a cabo sin demoras, para poder identificarlas se utiliza herramientas lean como el VSM, el cual ayudó a dar con el área que cuenta con más retrasos y tiempos improductivos, a partir de los diagramas de procesos actuales se observaron deficiencias las cuales se deben a demoras y desperdicios de materiales, retrabajos y desorden, que afectan a la producción.

Ante esta situación se hace necesaria la implementación de un sistema de producción esbelto mediante el uso de herramientas 5S, para organizar y mantener limpia el área; Kanban, la cual ayudara a la eliminación de desperdicios, a partir de las tarjetas elaboradas conforme las medidas y materiales a utilizar para la construcción de la estructura.

El problema general se formuló de la siguiente interrogante: ¿Cómo la propuesta del sistema de producción esbelta optimizará el armado en la carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda. Ambato, Tungurahua?

Justificación de la investigación:

La justificación de la investigación se realizó en base a cuatro aspectos: primero tiene **justificación teórica** porque la propuesta está respaldada en fundamentos sólidos de la manufactura esbelta, basada en el sistema de producción Toyota (TPS) y herramientas como 5S, VSM y kanban, que han demostrado eficacia en la eliminación de desperdicios, mejora continua y estandarización de procesos. Segundo tiene **justificación práctica** por que contribuye a solucionar problemas de ineficiencia operativa detectados en el área de armado en la empresa carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., tales como retrasos en la producción, desorden en el área de trabajo y distancias inadecuadas entre las estaciones.

Tercero tiene **justificación metodológica** por que la investigación aporta un modelo metodológico aplicado, al emplear herramientas diagnósticas (pareto e ishikawa) y un diseño de intervención basado en prácticas lean que propone una metodología replicable en otras áreas productivas o empresas similares. Cuarto tiene **justificación social** por que la mejora del proceso de armado no solo impacta en los resultados internos de la empresa, sino que también fortalece su competitividad regional, contribuye a mantener empleos locales y promueve el desarrollo del sector carrocería en Ambato una zona clave en la industria automotriz ecuatoriana (Saraswati et al., 2023). Los principales beneficiarios de este estudio es la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., y sus empleados.

Objetivo general:

Proponer un sistema de producción esbelto para la optimización del proceso de armado en la empresa carrocera Patricio Cepeda Cía. Ltda., ubicada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Objetivos específicos:

- **OE₁:** Desarrollar una revisión sistemática de la literatura mediante el análisis de casos de estudio relacionados para que se establezca una base conceptual sólida.
- **OE₂:** Identificar las demoras y tiempos improductivos mediante un diagnóstico situacional a través de encuestas, check list de diagnóstico y diagramas de operaciones, de flujo y recorrido para la optimización del área de armado.
- **OE₃:** Diseñar la propuesta de mejora basada en principios de producción esbelta, por medio del uso de herramientas 5S, VSM, Kanban y estudio de tiempos que mejore la eficiencia y productividad del área de estudio.

La hipótesis general, en forma afirmativa, como en forma nula se determinó de la siguiente manera:

H₁: La implementación de un sistema de producción esbelto optimizará notablemente el proceso de armado en la empresa carrocera Patricio Cepeda Cía. Ltda.

H₀: la implementación de un sistema de producción esbelto no optimizará el proceso de armado en la empresa carrocera Patricio Cepeda Cía. Ltda.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos.

Diversas investigaciones destacan la importancia de implementar un sistema de producción esbelto (lean manufacturing) para eliminar desperdicios, reducir tiempos muertos y generar valor en la industria manufacturera (Zala et al., 2024).

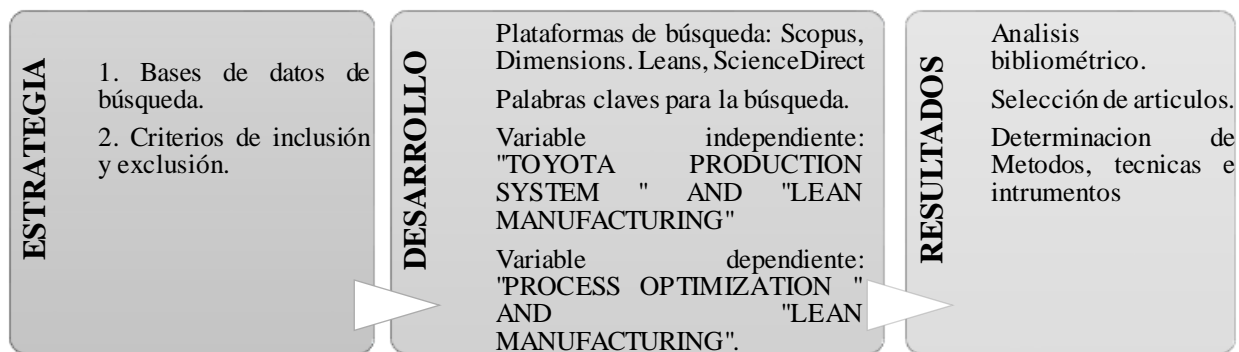
Los antecedentes investigativos son de suma importancia en la elaboración de un estudio, por lo que la elección de estos se realiza por medio de etapas, donde intervienen motores de búsqueda, criterios de exclusión e inclusión y para un análisis más profundo se lleva a cabo un análisis bibliométrico, el cual permite un estudio más avanzado y rápido.

1.2. Estado del arte.

El estado del arte constituye una revisión técnica y sistemática de investigaciones previas relacionado con un mismo tema, cuya finalidad es identificar el conocimiento existente y sustentar teóricamente nuevas investigaciones (Corzo et al., 2022). Para la presente investigación, el estado del arte se construyó mediante una revisión sistemática de la literatura que comprende tres fases:

Figura 1.

Etapas de búsqueda.



Nota. La figura representa las etapas de búsqueda que se realizaran en el estudio. Adaptado de

Análisis bibliométrico sobre sistemas de producción lean circular (p.8) por Espinosa et al., (2024), Digital Publisher.

En la figura 1, se analizó estas tres etapas que abordan lo siguiente: (1) se eligen los artículos, buscadores y se delimita el espacio de tiempo para la búsqueda, (2) se delimitan los términos de búsqueda y se eliminan artículos dependiendo de sus criterios de exclusión e inclusión, (3) se examinan las herramientas obtenidas y se eligen las apropiadas para la investigación.

Bases de datos de búsqueda.

En fase tenemos la elección de los buscadores, en los cuales se realizó la indagación para poder encontrar los artículos necesarios para la investigación, los buscadores elegidos fueron:

- Scopus.
- ScienceDirect
- Lens.
- Dimension

Criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión y exclusión están determinados por ciertos parámetros de búsqueda con el objetivo de obtener una base de datos que se encuentre dentro del campo estudio, además de que garanticen datos actualizados y de acceso abierto. Los criterios de inclusión y exclusión se detallan en la tabla 2.

Tabla 2.

Criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Solo artículos científicos.	Libros, ponencias, tesis, publicaciones, etc. editoriales.
Artículos en el campo de ingeniería.	Artículos no relacionados con el campo de estudio.
Artículos del período de 5 año (2020-2025).	Artículos no pertenecientes al período 2020-2025.
Artículos con acceso abierto.	Artículos con acceso restringido.

Nota. Se presentan los criterios a los cuales el estudio se basó para la elección de los artículos.

De los criterios expuestos en la tabla 2 dependerá el número de artículos a analizar, para obtener la metodología a utilizar y las herramientas necesarias para el estudio que se lleva a cabo.

Desarrollo.

En de las bases de datos, es necesario utilizar palabras claves, por lo tanto, los términos utilizados estarán determinadas por las variables de estudio.

Las palabras claves son: "TOYOTA PRODUCTION SYSTEM " AND "LEAN MANUFACTURING" y "PROCESS OPTIMIZATION " AND "LEAN MANUFACTURING".

Tabla 3.

Resultados de búsqueda de la variable independiente.

Base de datos	Resultados de búsqueda	Porcentajes
Scopus	203	2%
Dimensions	10913	89%
Lens	459	4%
ScienceDirect	667	5%
TOTAL	12242	100%

Nota. En la tabla se muestran los resultados de búsqueda en las bases de datos utilizadas.

Tabla 4.

Resultados de búsqueda variable dependiente.

Base de datos	Resultados de búsqueda	Porcentajes
Scopus	66	1%
Dimensions	4370	89%
Lens	146	3%
ScienceDirect	317	6%
TOTAL	4899	100%

Nota. En la tabla se representan los resultados obtenidos para la variable dependiente, en los diferentes motores de búsquedas.

Resultados.

Análisis bibliométrico.

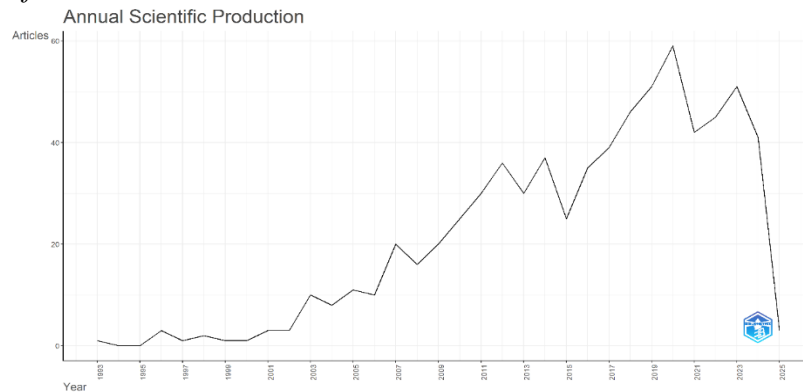
R es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en la estadística, la ciencia de datos y la investigación. Su popularidad se debe a su capacidad para manejar grandes volúmenes

de datos y realizar análisis complejos mediante paquetes y bibliotecas especializadas (López et al., 2024). El entorno de desarrollo integrado (IDE) más comúnmente asociado con R es RStudio, que proporciona una interfaz amigable, herramientas avanzadas para la edición de código, visualización de datos y depuración, facilitando su uso tanto a principiantes como a expertos (RStudio Team, 2020).

Bibliometrix permite obtener información sobre la relevancia de nuestra investigación, según la producción de esta o referente a este mismo tema, esto lo hace mediante gráficas que ayudan a visualizar el número de publicaciones por años o por países.

Gráfico 1.

Publicación científica anualmente.



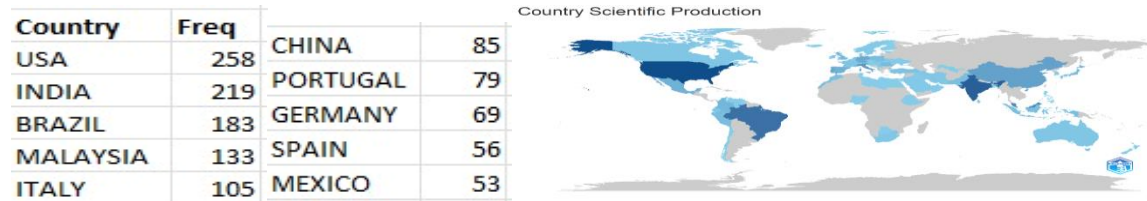
Nota. En el presente gráfico se muestran las publicaciones con bases científicas desde el año 1993 hasta el 2025, elaborado en el software Bibliometrix.

Como se observa en el gráfico 1, se aprecia una producción elevada entre los años 2016 y 2024 donde hubo una publicación de más de 60 investigaciones científicas referentes al tema elegido. Por otro lado, se observa un nivel bajo de publicaciones que van de 1 a 10 publicaciones entre los años 1993 y 2003 siendo cero el número de producción en el año 1996.

Por otro lado, el siguiente gráfico presenta la producción por países, destacando aquellos donde se hayan dado un mayor número de publicaciones en referencia a nuestra investigación.

Gráfico 2.

Producción científica por países.

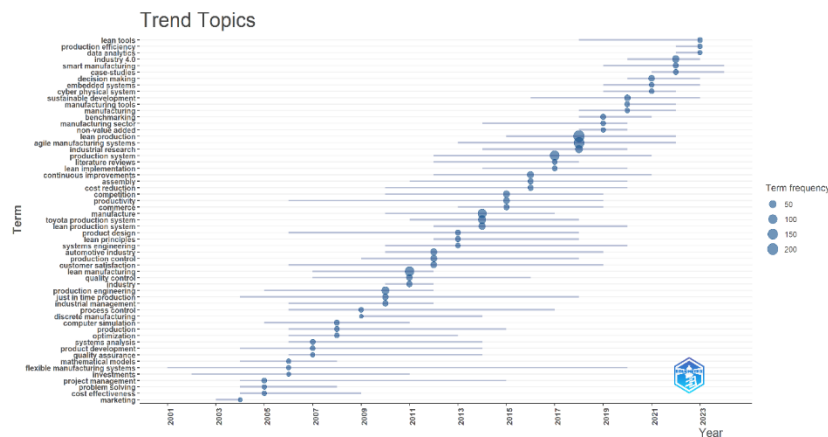


Nota. El gráfico muestra la producción de artículos científicos por países, elaborado en el software Bibliometrix.

En el gráfico 2 se visualiza la producción o elaboración de investigaciones por países, en donde se destacan Estados Unidos y la India sumando entre las dos 477 publicaciones científicas, por otro lado, tenemos a México y España con un total de 109 publicaciones.

Gráfico 3.

Temas relevantes.



Nota. En el siguiente gráfico se representan los temas más importantes en relación con la filosofía lean manufacturing, elaborado en el software Bibliometrix.

Como se visualiza en el gráfico 3, la tendencia se inclina a temas como lean production, agile manufacturing systems e industrial research, siendo estos de mayor relevancia entre los años 2017 y 2019 siendo su número de apariciones de entre 200 y 150 veces.

Figura 2.

Word cloud.



Nota. En la figura presentada se detallan las palabras clave más utilizadas en el conjunto de datos estudiado, elaborado en el software Bibliometrix.

Como se observa en la figura 2 de la nube de palabras proporcionada por el software Bibliometrix, las palabras más relevantes y que destacan significativamente son sistema de manufactura esbelta, producción esbelta y sistema de producción.

El siguiente grafico obtenido de la herramienta Bibliometrix, ayudó a observar las conexiones existentes entre las palabras clave demostrando la cocurrencia existente.

Figura 3.

Red de palabras claves.



Nota. En la figura se muestran las conexiones o redes existentes entre palabras claves obtenidas del análisis de documentos, elaborado en el software Bibliometrix.

La figura 3, muestra una red generada por las palabras claves en donde se identifican dos grupos, los cuales se diferencian por colores el rojo y el azul. El color azul está relacionado con el sistema de producción Lean donde se incluyen conceptos como “manufacturing tools”, “manufacturing process” y “production process”. Por otro lado, está la red de color rojo la cual

hace referencia al sistema de producción Toyota, en esta se incluyen conceptos como “production engineering”, “automobile manufacture” y “just in time production”.

El software Bibliometrix permitió evidenciar la relación entre lean manufacturing y los procesos de producción, destacando cómo la optimización operativa se vincula con la adopción de nuevas tecnologías.

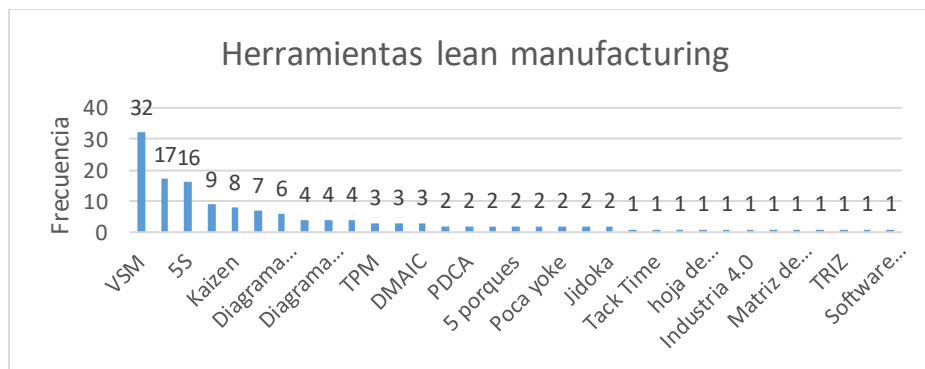
Selección de artículos.

En esta última etapa se analizó las herramientas utilizadas en cada artículo, para que de esta manera y mediante el método PRISMA, se puedan elegir las más relevantes para ser utilizadas en el siguiente trabajo, debido a que ya tendrán una base sólida de muestra que aporte veracidad a la investigación. Una vez analizados los artículos, se obtuvieron 50 para la elaboración de este estudio, distribuyéndose en 25 artículos en la variable dependiente y 25 en la variable clasificadas por número de autor, objetivo del estudio, herramientas, técnicas, instrumentos y resultados esperados.

En el gráfico 5, se muestra un resumen de las herramientas más utilizadas.

Gráfico 4.

Herramientas de manufactura esbelta.



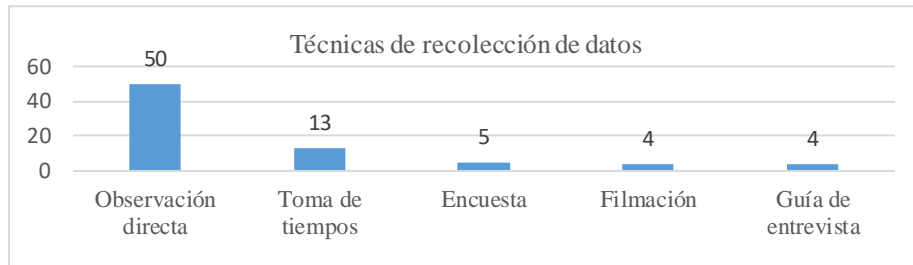
Nota. En el gráfico se visualizan las herramientas Lean más utilizadas.

El gráfico 4 muestra la frecuencia de diversas herramientas de manufactura esbelta y gestión de procesos. Las más utilizadas son VSM (32 menciones), Kanban (17) y 5S (16), lo que indica un enfoque en la optimización del flujo de trabajo y la reducción de desperdicios.

A continuación, el gráfico 6 recopila las técnicas de recolección de datos utilizados por los artículos científicos analizados, que servirán de apoyo para poder llevar a cabo el uso de las herramientas.

Gráfico 5.

Técnicas de recolección de datos.

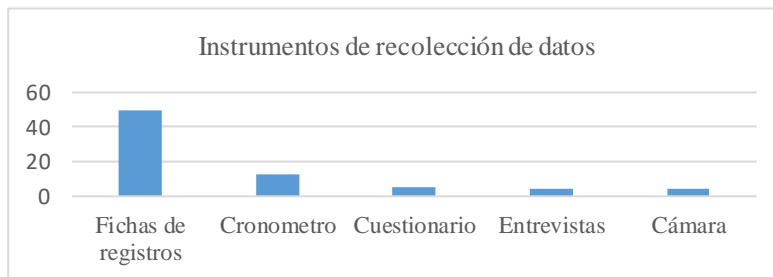


Nota. En el gráfico se muestran las técnicas de recolección más utilizadas en anteriores estudios.

El gráfico 5, muestra la distribución de distintas técnicas de recolección de datos. La observación directa es el método más utilizado con un porcentaje de 100%, lo que sugiere que se prioriza el análisis directo en todos los procesos. La toma de tiempos representa un porcentaje del 6.5%, indicando un leve énfasis en la documentación de tiempos de los procesos estudiados.

Gráfico 6.

Instrumentos de recolección de datos.



Nota. El gráfico se representa los instrumentos más utilizados para la recolección de datos.

El gráfico 6 muestra la distribución de herramientas para la recolección de datos. Los métodos más usados son las fichas de registros (100%) utilizadas en todos los artículos revisados, y el uso de cronómetro (6%), lo cual indica una preferencia por herramientas estructuradas y sistemáticas.

Discusión del estado del arte.

Para llevar a cabo el estado de arte se realizaron una serie de parámetros como la elección de criterios de inclusión y exclusión para disminuir el número de estudios, para luego definir las palabras claves y proseguir a ingresar a las bases de datos como el Scopus, Dimensions, ScienceDirect y lens. Mediante la aplicación de los criterios y con la ayuda del método PRISMA, sirvieron de guía para obtener 50 muestras, obteniendo los resultados esperados.

Las herramientas que garantizan alcanzar los objetivos según la revisión sistemática son VSM, 5S y estudio de tiempo, los mismos que en diversos estudios han sido combinados para obtener mejores resultados, por otra parte la relevancia que ha tenido la herramienta kanban no se puede dejar desapercibida por lo que para este estudio se tomaran en cuenta estas cuatro herramientas, además de seguir una técnica de observación y registro de datos a tiempo real, junto a instrumentos como check list, formularios y encuestas.

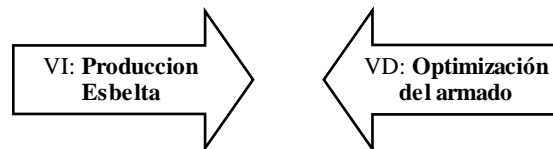
1.3. Fundamentos teóricos.

Variables del estudio.

Las variables de estudio es un fenómeno que fluctúa, que puede ser medido y estudiado (Cauas, 2015), dentro de este campo existen dos variables que se correlacionan entre sí, la variable independiente y la variable dependiente. La variable independiente es denominada como la causante del fenómeno y la variable dependiente son los resultados causados por la variable independiente. Bajo este contexto las variables de este estudio son:

Figura 4.

Variables de estudio.



Nota. En la siguiente figura se muestran tanto la variable dependiente como la variable independiente del estudio.

Variable independiente: sistema de producción esbelto.

El sistema de producción esbelto, basado en lean manufacturing, es una metodología enfocada en la mejora continua de los procesos de producción, mediante procedimientos que permiten identificar actividades sin valor, una mejor organización operacional, una gestión operativa más eficiente y la eliminación de desperdicios (Gallardo & Alvarez, 2020).

Dimensión 1: herramientas de diagnóstico.

Las herramientas de diagnóstico son métodos que facilita la identificación y comprensión de posibles causas raíz dentro de un campo de estudio, siendo útiles en la toma de decisiones y planteamiento de acciones correctivas (Vásquez, 2019).

Diagrama de Pareto.

Es una herramienta gráfica que cumple con el principio de 80/20, que establece que el 20% de las causas produce el 80% de los efectos. Para su desarrollo es necesario identificar las actividades improductivas, el número de frecuencia en la que se repiten y representar los datos en un gráfico de barras. Con el objetivo de conocer las causas principales que ayuden a un mejor entendimiento y a la toma de decisiones (Swarna & Sayid, 2018).

Diagrama de Ishikawa.

También conocido como diagrama de espina de pescado, es la representación gráfica del esqueleto de un pez, cada espina o rama corresponde a las 6M (métodos, maquinaria, mano de obra, materiales, medición y métodos) permitiendo una mejor percepción y visualización en un aspecto más general del problema, facilitando la identificación de la causa raíz del problema (Piątkowski et al., 2024).

Dimensión 2: procesos de producción.

Son actividades correlacionadas entre sí que se encargan de transformar la materia prima en un producto terminado (Prístavka et al., 2016). Por ende, es necesario conocer cada una de las actividades, las operaciones, las dimensiones del área de trabajo, el flujo de trabajo y el tiempo de ciclo.

Diagrama de operaciones de procesos (DOP)

El DOP es una herramienta utilizada para representar gráficamente los procesos de transformación de un producto. Se caracteriza por graficar simbólicamente la secuencia de las actividades por medio de círculos (operaciones) y cuadrados (inspecciones). Además de visualizar el flujo de material y los tiempos de ciclo de cada etapa del proceso. Su objetivo es identificar las oportunidades de mejora, eliminar actividades innecesarias, optimizar recursos y aumentar la eficiencia operativa (Luna et al., 2024).

Diagrama de recorrido.

Es una herramienta utilizada para trazar el desplazamiento del flujo de trabajo y de materiales dentro del área de trabajo por medio de un layout, lo que permite identificar la secuencia

de las actividades y la ruta del proceso productivo y logístico. Este diagrama facilita la detección de recorridos ineficientes, superposiciones de trayectorias y oportunidades de mejora en la distribución, contribuyendo a la optimización de tiempos y recursos (Mendoza et al., 2024).

Diagrama de flujo del proceso.

Es una herramienta que representa visualmente el flujo de trabajo de principio a fin, mediante símbolos que representan actividades como son la operación, inspección, transporte, demora y almacén. Por lo tanto, este diagrama realiza un registro de actividades, número de actividades, tiempos, distancias y observaciones, con el propósito de brindar una mayor comprensión de los procesos, identificar de actividades improductivas (demoras) y encontrar oportunidades de mejora (Mendoza et al., 2024).

Tiempo de producción.

Es el período que transcurre desde que se inicia el proceso de transformación hasta que finalice con el producto final. El tiempo incluye cada una de las etapas del proceso, como la preparación, los ensambles, los procesamientos, los tiempos de espera, el control de calidad y todas las actividades realizadas en la fabricación. (Hakawati et al., 2024).

Dimensión 3: herramientas de manufactura esbelta.

Son un conjunto de métodos y técnicas especializadas en la identificación y eliminación de desperdicios con el objetivo de mejorar la eficiencia, calidad y productividad de un sistema productivo, además de optimizar recursos y reducir actividades que no aportan valor (Ghelani, 2021). Entre las herramientas más conocidas están el value stream mapping (VSM), 5S y Kanban.

Value stream mapping (VSM).

Es una herramienta que representa toda la cadena de suministro, es decir, plasma todo los procesos productivos, logísticos y administrativos, desde que ingresa la materia prima de los proveedores hasta que sale el producto terminado al cliente. El VSM brinda un esquema completo del flujo de trabajo que facilita la identificación de desperdicios y actividades que no agregan valor. Aplica una metodología que permite analizar el antes y después, siendo una herramienta clave para la toma de decisiones y la mejora continua (Qulub et al., 2024).

5S.

Las 5S son de origen japones denominadas como: seiri (clasificar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), seiketsu (estandarizar) y shitsuke (disciplina). El objetivo de esta metodología es crear entornos laborales más eficientes, seguros y ordenados, lo que contribuye a una mejor productividad y reducción de desperdicios (Adeodu et al., 2021).

Kanban.

Es una herramienta que permite gestionar el flujo de trabajo para mejorar la eficiencia y evitar la sobreproducción. También se caracteriza por reducir inventarios, organizar la carga de trabajo y reducir los tiempos de espera. El kanban es aplicado por medio de un sistema de señales que incluyen tarjetas, tableros y etiquetas, que proporcionan información como cuando se debe iniciar la producción o el reabastecimiento de materia prima o producto (Danylenko, 2021).

Variable dependiente: optimización de procesos.

En la optimización de procesos son necesarias plantear estrategias para mejorar el desempeño de las actividades dentro de una organización, se tiene como objetivo la reducción de

costos, aumento de la eficiencia, minimizar desperdicios y mejorar la calidad del producto. (Dutta, 2024).

Eficiencia operacional.

Es la optimización de recursos, es decir, la capacidad de una organización para generar un producto, pero al menor costo y tiempo posible (Son & Van Tien, 2024). Para lograr eficiencia es necesario alinear los procesos con los objetivos estratégicos, mediante el uso de metodologías como las lean manufacturing. Para poder evaluar si el sistema productivo es eficiente, es necesario aplicar indicadores claves de desempeño (KPIs) como son los siguientes:

Ecuación 1.

Fórmula para obtener la productividad.

$$Productividad = \frac{Producto\ total}{Recursos\ utilizados\ (horas -\ hombre,\ maquinas,\ etc)}$$

Nota. En la fórmula se visualizan los factores para obtener la productividad del área de armado. Adaptado de *Ingeniería de métodos: estándares y diseño del trabajo*, (p.160), (Socconini, 2019), Mc Graw Hill.

Tasa de desperdicios.

Ecuación 2.

Fórmula para obtener la tasa de desperdicio.

$$Tasa\ de\ desperdicio = \frac{Cantidad\ de\ recursos\ desperdiciados}{Total\ de\ recursos\ utilizados} \times 100$$

Nota. En la ecuación se observan los elementos necesarios para obtener la tasa de desperdicio del área de armado. Adaptado de *Ingeniería de métodos: estándares y diseño del trabajo*, (p.160), (Socconini, 2019), Mc Graw Hill.

Utilización de capacidad.

Ecuación 3.

Fórmula sobre la utilización de la capacidad.

$$\text{Utilización de capacidad} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad máxima}} \times 100$$

Nota. En la ecuación se muestran los aspectos para poder conocer la capacidad existente dentro del área. Adaptado de *Ingeniería de métodos: estándares y diseño del trabajo*, (p.160), (Socconini, 2019), Mc Graw Hill.

Tiempo estándar.

Es el tiempo determinado en el que se debe realizar una tarea de manera eficiente y segura, considerando un ritmo normal de trabajo y bajo condiciones específicas. Incluyendo tantos tiempos de trabajo y complementarios (descansos, preparación, ajustes menores o interrupciones inevitables). Es fundamental conocer el tiempo estándar para tener una mejor planificación y control de la producción, permitiendo establecer metas, calcular costos, balancear líneas de trabajo y un mejor manejo de recursos. (Mendoza et al., 2024).

Estandarización de procesos.

Es la práctica de documentar, unificar y aplicar de forma consciente métodos y procedimientos para llevar a cabo una actividad dentro de una organización. El objetivo es garantizar eficiencia, calidad y uniformidad en los resultados. (Santos et al., 2023).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

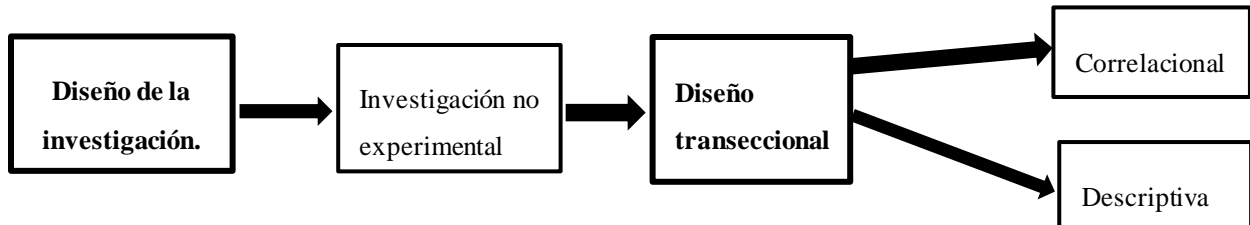
2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación.

La presente investigación utilizó el enfoque cuantitativo el cual se caracteriza por la recolección y análisis de datos numéricos con el fin de probar hipótesis y establecer relaciones entre variables (Hernández et al., 2014). Se ha seleccionado este enfoque porque permite medir con precisión los efectos de la aplicación de un sistema de producción esbelto sobre la optimización del proceso de armado en la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

En la figura 5 se ilustra el diseño de la investigación, este es no experimental, con un alcance transversal descriptivo - correlacional:

Figura 5.

Diseño de la investigación.



Nota. En la presente figura se muestra la ruta del diseño de investigación, describiendo el tipo de investigación de nuestro estudio. Adaptado de *metodología de la investigación* (p.105) por Romero et al., (2022), Universidad estatal de Milagro.

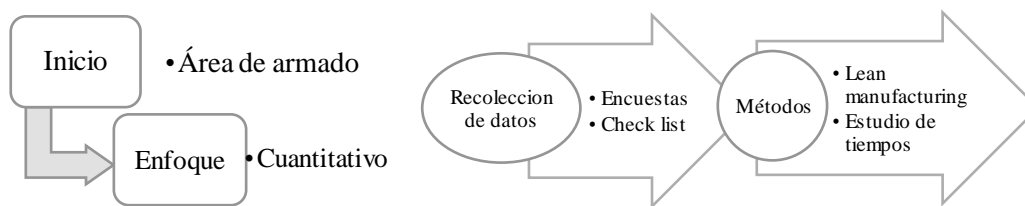
Investigación tipo descriptiva: con este tipo de investigación se buscó analizar y describir la realidad del estudio para identificar actividades sin valor e identificar las oportunidades de mejora (Arias & Covinos, 2021). Además de fortalecer el entendimiento del estudio, garantizando un análisis con mayor detalle y profundidad.

Investigación tipo correlacional: es el nivel de relación entre las variables para conocer la influencia que tienen entre si (Arias & Covinos, 2021). Por lo tanto, ayudara a ver el nivel en el que actúa el sistema esbelto para la optimización del área de armado.

A continuación, se presenta el protocolo en el que se realizó la investigación, siguiendo todas sus pautas, recursos y metodología para lograr los resultados deseados.

Figura 6.

Protocolo de investigación.



Nota. En la figura se muestran las etapas que se realizan a lo largo del estudio.

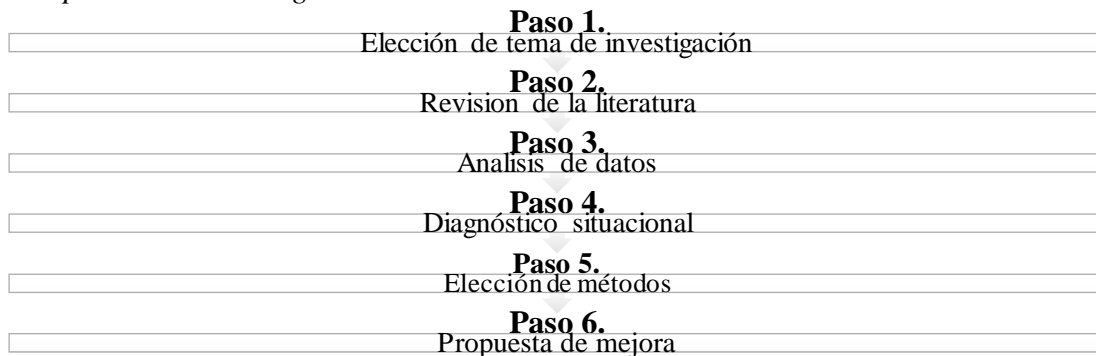
En la figura 6 se muestran las etapas del estudio que en conjunto con la matriz de consistencia guiaron el desarrollo de este trabajo. Por lo tanto, fue clave determinar las herramientas de recolección de datos, donde se seleccionó la encuesta y el check list, quienes brindaron la información necesaria para el uso de las lean manufacturing y el estudio de tiempo.

2.2. Procedimiento metodológico.

Se basa en el análisis realizado en el capítulo 1, en donde se determinan las herramientas a utilizar para la optimización del área de armado, en el apartado 1.2 se observa que las herramientas Lean más utilizadas fueron 5S, VMS y Kanban, por lo que estas serán las elegidas para el estudio y para ayudar a mejorar la productividad de la empresa.

Figura 7.

Fases del proceso metodológico.



Nota. En la figura se muestran los pasos a seguir para realizar la investigación actual, la cual inicia con la elección del tema y termina con la propuesta de mejora.

En la figura 7 observamos los pasos necesarios para llevar a cabo el estudio, cada uno de ellos muestra la actividad a realizar, siendo estas de suma importancia para la investigación y mediante las cuales se podrá llegar a obtener los resultados esperados.

2.3. Población, muestra no probabilística y muestreo.

La población es el conjunto total de elementos que cumple con determinadas características donde se desea realizar inferencia o extraer conclusiones en una investigación (Hernández et al., 2014). La población estuvo conformada por 55 trabajadores de la empresa, quienes participan directa o indirecta en las actividades productivas que se busca optimizar.

Criterios de inclusión: todo el personal que labora en la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., que cumpla con jornada completa, que acepte voluntariamente formar parte del estudio y con un mínimo de 6 meses de experiencia en su puesto.

Criterio exclusión: trabajadores de otras áreas que no intervienen en el proceso de armado, con menos de 6 meses de permanencia en el puesto de trabajo, que se encuentre en vacaciones,

licencia o permiso durante el período de recolección de datos, que no desean participar o no proporcionen información completa en las encuestas o herramientas aplicadas.

Tabla 5.

Distribución de la población de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

SUJETOS	N°	SUJETOS	N°
Gerente general	1	Coordinador talento humano	1
Contador general	1	Contador SICSA	1
Asistente contable	1	Maquinista	1
Médico ocupacional	1	Supervisor de estructuras	1
Asesor financiero	1	Supervisor de acabados	1
Asistente financiero	1	Bodeguero	1
Asistente de gerencia general	1	Ayudante de bodega	1
Gerente de producción	1	Asistente de bodega	1
Gerente administrativo	1	Ayudante maquinista	1
Técnico de mantenimiento	1	Operarios	30
Jefe de planta	1	Portero	2
Diseñador	1	Limpieza	1
Coordinador logístico	1	TOTAL	55

Nota. En la tabla se muestra la población total que existe en la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

Muestra: es un subconjunto de elementos extraídos de una población, que sirve para realizar un estudio donde se obtendrá información representativa para generalizar los resultados (Hernández et al., 2014). La muestra estuvo constituida por 20 trabajadores del área de estudio, con el fin de recolectar información clave para el análisis de procesos y propuesta de mejora.

Tabla 6.

Muestra.

SUJETOS	TOTAL	SUJETOS	TOTAL
Gerente de producción	1	Bodeguero	1
Técnico de mantenimiento	1	Ayudante de bodega	1
Jefe de planta	1	Asistente de bodega	1
Maquinista	1	Ayudante maquinista	1
Supervisor de estructuras	1	Operarios	10
Supervisor de acabados	1	TOTAL	20

Nota. En la tabla 6 se observa la muestra elegida para realizar la encuesta, este personal posee un conocimiento profundo del área de estudio.

En vista que la población total es de 55 trabajadores, se optó por un muestreo no probabilístico por criterios de inclusión y exclusión, de los cuales se seleccionó únicamente a 20 participantes, quienes permiten obtener información válida para el estudio.

Muestreo: es el proceso mediante el cual se selecciona un subconjunto de individuos, casos o elementos de una población con el propósito de obtener información y hacer inferencia sobre la población (Hernández et al., 2014). Se utilizó el muestreo no probabilístico intencional. Se ha utilizado esta técnica de muestreo por que responde a la necesidad de contar con participante que aporten información relevante, oportuna y pertinente para el diagnóstico y análisis del sistema productivo, además del acceso de la población y la disponibilidad de los informantes claves justifican el uso de este enfoque no probabilístico.

2.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.

En esta sección se describen los métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, siendo parte fundamental para lograr alcanzar los objetivos de este proyecto, debido a que traza las bases con las que se desarrollará el estudio.

Métodos de recolección de los datos.

En la recolección de datos es importante establecer un método que siga una secuencia lógica para alcanzar los objetivos. según Bastar (2019) estos métodos son los siguientes: método analítico, método sintético, método inductivo y el método deductivo.

El método analítico es característico por extraer un objeto de estudio en específico, de tal forma que se puede conocer detalles con más profundidad (Bastar, 2019). Por lo tanto, se adapta a el enfoque que buscamos en nuestro estudio.

A continuación, en la figura 8 se ilustra los puntos claves que nos direccionaron en la recolección de datos.

Figura 8.

Plan de recolección de datos.

<p>1. ¿Cuáles son las fuentes de información? Jefe administrativo, jefe de producción y Personal del área de armado.</p>	<p>2. ¿Dónde se desarrolla el estudio? Carrocería Patricio Cepeda Cia. Ltda., ubicada en la provincia de Tungurahua, Ambato.</p>
<p>PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS</p>	
<p>3. ¿Con qué técnicas se realizará la recolección de datos? Mediante la observación directa y encuestas.</p>	<p>4. ¿Con qué instrumentos se realizaran la recolección de datos? Mediante registros, check list y cuestionarios.</p>

Nota. En la figura se muestra el plan de recolección de datos que se llevará a cabo en la presente investigación, en ella muestra fuentes, técnicas e instrumentos.

Técnicas e instrumentos de recolección de los datos.

Las técnicas para la recolección de datos han sido seleccionadas en base al estado de arte realizado en el capítulo 1, en donde las tendencias de los artículos seleccionados dieron como resultado la observación directa y encuestas. Por lo que cabe recalcar que en este estudio se aplicaron estas dos técnicas de recolección de datos, adicional al check list.

Técnica de observación.

La observación directa permite conocer de mejor manera el objeto de estudio, debido a que se tiene una mejor percepción y detalle de este (Medina et al., 2023). Para este estudio la observación directa fue base, permitiéndonos conocer procesos, actividades y flujos de trabajo.

En conjunto con la observación directa se utilizaron dos instrumentos para la recolección de datos: ficha de registro y check list en cual se muestra en el anexo A.

La ficha de registro es un formulario donde se recogen datos e información (Medina et al., 2023). Este instrumento ayudó a levantar procesos, registrar tiempos y observaciones.

Check list es una lista con elementos específicos usada para verificar el cumplimiento de ciertos parámetros (Medina et al., 2023). La lista de verificación fue usada como complemento del diagnóstico situacional de este estudio que permitió conocer información de la organización.

Técnica de encuesta.

La encuesta es una técnica que recolecta datos de manera directa por medio de una muestra de la población dentro del campo de estudio permitiendo conocer datos de interés para luego ser analizados (Medina et al., 2023). Se seleccionó esta técnica tipo cualitativo ordinal para conocer las percepciones, criterios y experiencia de los trabajadores del área de armado. Por lo que, se desarrollaron 20 preguntas en base a las variables de estudio.

Los cuestionarios son generalmente para evaluar, en este caso se evaluarán de manera interna (personal operativo, jefe de planta) para recolectar datos de mayor veracidad dentro del campo de estudio (Medina et al., 2023). El cuestionario estructurado fue diseñado con 20 preguntas cerradas de opción múltiple y con escala Likert, que permitieron cuantificar la información y facilitar su análisis estadístico.

Validez.

Es el grado en que un instrumento representa adecuadamente el dominio del contenido del constructo que se quiere medir (Romero et al., 2022). En este estudio se aplicó el método de validez de juicio de experto, con el fin de evaluar la pertinencia, coherencia y claridad de los ítems. Se han usado 3 tipos de validez: contenido, criterio y constructo (Medina et al., 2020).

Validez del criterio: es el grado en que los resultados se correlacionan con otro criterio externo que mide el mismo constructo de manera precisa y aceptada (Romero et al., 2022). Busca establecer si los resultados producidos son similares a otros instrumentos previamente evaluados. Para este estudio se usó el método Spearman debido a la no normalidad de los datos obtenidos.

Validez de constructo: es el grado en el que un instrumento realmente mide el concepto teórico (constructo) que pretende medir, y no otro diferente (Romero et al., 2022). Para este tipo de validez se aplicó el método de correlaciones coeficiente de Spearman, que consiste en analizar estadísticamente los distintos ítems que miden el mismo constructo.

La confiabilidad: mide la precisión interna del instrumento, garantizando que sus ítems sean coherentes entre sí y reflejen de manera uniforme el constructo que se pretende evaluar (Romero et al., 2022). Se aplicó este método para determinar la confiabilidad del cuestionario mediante la prueba estadística del alfa de Cronbach. Esta prueba permite verificar la relación de los ítems entre si dentro de un mismo factor. Se aplicó esta prueba porque permite obtener un valor entre 0 y 1, donde:

Tabla 7.

Alfa de Cronbach.

ALFA DE CRONBACH	NIVEL DE FIABILIDAD	INTERPRETACIÓN
$\alpha \geq 0.9$	Excelente	Fiabilidad muy alta
$0.80 \leq \alpha \leq 0.90$	Buena	Fiabilidad alta
$0.70 \leq \alpha \leq 0.80$	Aceptable	Se puede considerar fiable
$0.60 \leq \alpha \leq 0.70$	Cuestionable	Aceptable, pero puede mejorarse
$0.50 \leq \alpha \leq 0.60$	Pobre	Baja fiabilidad
$\alpha < 50$	Inaceptable	No confiable

Nota. En la tabla se visualizan los coeficientes del alfa de Cronbach, los cuales indican el nivel de fiabilidad existente en nuestro instrumento.

La tabla 7, representa los coeficientes del alfa de Cronbach y su interpretación cualitativa lo cual ayuda para poder evaluar el nivel de fiabilidad de nuestro instrumento, permitiendo clasificarlo en categorías que van desde no confiable hasta fiabilidad muy alta.

Esta investigación, el cuestionario obtuvo un alfa de Cronbach de 0.940, lo cual indica una alta confiabilidad asegurando que los ítems del instrumento son consistentes y miden de manera estable la variable en estudio.

Tabla 8.

Coefficiente de Cronbach.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.940	20

Nota. En la tabla se visualiza el nivel de fiabilidad del estudio. Elaborado en el Software IBM SPSS STATISTICS 25.

2.5. Procedimiento para la recolección de los datos.

Los datos fueron recolectados del siguiente modo: se construyó un cuestionario estructurado de 20 preguntas tipo cualitativo como instrumento principal, paso por un proceso de validación por 4 expertos en ingeniería industrial, donde se tomaron en cuenta las siguientes características: i. experiencia mínima de 10 años en el área de producción, ii. grado de nivel académico doctor o PhD y especialistas en el tema, iii. competencias para brindar sugerencias de mejora.

Con base a los criterios anteriormente establecidos, se procedió a elegir 4 profesionales dentro del área de producción, los cuales cumplían con el perfil requerido y contaban con la disponibilidad para llevar a cabo la revisión del instrumento, aportando observaciones y

sugerencias orientadas a su mejora Una vez elegidos se procede con la revisión del instrumento, el cual se obtuvo de la matriz de operacionalización de variables de la cual cada uno dió su criterio y su respectiva aprobación.

Posteriormente se solicitó consentimiento para realizar el cuestionario en la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., se aplicó el cuestionario lo que permitió calcular la validez de criterio, validez del constructo y la confiabilidad del instrumento, a través del coeficiente alfa de Cronbach. La recolección de datos fue realizada directamente del área de producción, con el apoyo de coordinadores interno, garantizando el cumplimiento del cronograma. La manipulación de las variables independientes (producción esbelta) no implicó una intervención experimental, pero si una observación estructurada de las condiciones actuales, seguido del análisis de sus posibles mejoras mediante simulaciones y diagnóstico técnico.

Método de análisis de datos.

El análisis de datos se dirigió a dos niveles: descriptivo e inferencial.

Análisis descriptivo: en este tipo de análisis, los resultados se presentan en tabla y gráficos que permiten dar respuestas a los objetivos específicos relacionados con el diagnóstico de la situación actual del proceso de armado.

Análisis inferencial: consiste en la aplicación de procedimientos estadísticos para hacer generalizaciones o predicciones sobre la población a partir de los datos obtenidos de la muestra (Kerlinger & Lee, 2002). En este estudio se aplicaron, pruebas de correlación de Spearman y el cálculo de alfa de Cronbach, con el fin de evaluar la validez y confiabilidad del instrumento, así como establecer relaciones significativas entre las variables evaluadas.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco de resultados.

Para poder identificar oportunidades de mejora se realizó un diagnóstico a través de la implementación de un instrumento tipo encuesta, el cual fue de tipo cualitativa ordinal, dirigido a 20 trabajadores relacionados con el área de armado de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda. Para la realización de este, se hizo necesaria y pertinente la autorización de la empresa para poder llevar a cabo las encuestas a sus trabajadores sin alterar ni interrumpir el flujo de trabajo.

La encuesta se diseñó en base a los lineamientos del lean manufacturing, en donde se busca identificar desperdicios dentro del área de trabajo, eliminando tiempos muertos o tiempos de espera de materiales y herramientas, esta metodología prioriza la optimización de los procesos y el enfoque en las actividades que en verdad generen valor al producto final (Rojas et al., 2024).

Tabulación de datos.

Para la tabulación de los datos obtenidos de la encuesta constituida por 20 preguntas, de las cuales diez pertenecen a la variable dependiente y las diez restantes a la variable independiente, se procedió a utilizar el software IBM SPSS Statistics 25.

A continuación, se detallan los resultados de la encuesta realizada:

Tabla 9.

Resultados del instrumento de diagnóstico.

PREGUNTAS		Muestra																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
D1: Herramientas de diagnóstico	1	¿Considera usted que los procesos dentro del área de armado son los adecuados?	2	3	2	1	1	2	1	3	1	1	2	2	2	1	2	2	3	1	1	1
	2	¿Considera usted que se han identificado los problemas principales dentro del área de armado?	2	2	2	3	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	3	2	1	1
	3	¿Qué tanto conoce usted las actividades que se desarrollan dentro del área de armado?	3	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1
D2: Procesos	4	¿Considera usted que los espacios de trabajo son suficientes para desempeñar sus funciones?	3	1	2	2	1	2	2	1	1	1	3	1	1	2	2	1	1	1	1	2
	5	¿Cree usted que las distancias entre estaciones de trabajo son adecuadas?	2	3	2	3	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	1	1
	6	¿Percibe usted demoras en el proceso del área de armado?	2	1	2	1	2	3	1	3	3	1	2	2	3	1	2	3	3	3	1	2
	7	¿Considera usted que el tiempo total del proceso es adecuado dentro del área de armado?	2	2	1	2	2	1	3	3	1	2	2	1	2	3	1	2	1	2	2	2
D3: Herramientas de manufactura esbelta	8	¿Cree usted que existen actividades que no aportan valor en el proceso de armado?	2	2	2	1	2	1	2	3	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2
	9	¿Considera usted que el área de armado cumple con los principios de orden y limpieza de la metodología 5s?	2	2	3	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	3	2	2	1	2
	10	¿Cree usted que la asignación de las tareas se realiza de manera adecuada?	2	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	3	1	2	2	2
D4: Eficiencia operacional	11	¿Usted cree que existan tiempos improductivos (tiempos de ocio) dentro del área de trabajo?	2	3	3	2	2	2	1	2	1	2	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2
	12	¿Usted está familiarizado con el cumplimiento de las actividades asignadas semanalmente?	3	3	3	3	2	3	3	2	2	1	3	2	3	2	3	2	2	1	3	3

D5: capacitaciones	13	¿Cree usted que las capacitaciones ayudan a mejorar su desempeño dentro del área de trabajo?	3	3	2	2	1	2	3	3	2	2	1	3	3	3	2	3	2	3	2	3
D6: Tiempo estandarizado	14	¿Cree que el tiempo estándar (tiempo promedio que una persona tarda en realizar una actividad) puede provocar un retraso en la producción?	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	3	2	2	1	2	1	1	2	2
	15	¿Cree usted que la eliminación de tiempos de ocio ayudará al mejoramiento del área de armado?	3	2	3	2	2	1	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	1	2	3	2
	16	¿Cree usted que una planificación de las actividades disminuiría los retrasos de los procesos?	3	3	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3
	17	¿Están identificadas las actividades con poco valor (acciones que no ayudan a avanzar ni mejorar) dentro del proceso?	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1
D7: Estandarización	18	¿Existen defectos constantes en el proceso de armado que generen retrabajos (volver a hacer algo porque salió mal la primera vez)?	2	3	2	3	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	1	2	1	3	2	2
	19	¿Considera usted que el tiempo que tarda en realizar el proceso de armado es el adecuado?	2	2	3	1	2	2	2	1	2	2	3	1	2	2	2	2	3	1	2	2
	20	¿Considera que los procesos están bien planificados?	2	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2

Nota. Las tablas indican los resultados obtenidos.

Análisis general de los datos obtenidos.

Luego de revisar detenidamente las respuestas se evidenció la necesidad de implementar medidas correctivas en diversas actividades que se desempeñan dentro del proceso, lo cual ayuda a la identificación de actividades que no aportan valor al proceso y causa demoras e ineficiencia. En este sentido la aplicación de medidas de intervención y estrategias contribuirá significativamente a la optimización del tiempo de las tareas, lo cual ayudará al aumento de la eficiencia y la productividad.

Correlación de variables.

Para comprobar la relación existente entre las variables de estudio, se realizó la prueba de normalidad de datos de Anderson-Darling. Esta prueba se define como una herramienta estadística que ayuda a determinar si los datos que se obtuvieron siguen o no alguna distribución específica.

Tabla 10.

Criterios de decisión.

CRITERIOS DE DECISIÓN	
$p > 0.05$	Datos normales
$p \leq 0.05$	Datos no normales

Nota. En la tabla se presentan los criterios de decisión para conocer la normalidad de datos.

Los datos recabados no son normales, debido a que en el análisis de cada uno de ellos se verifico que el valor de p es de < 0.005 . Por lo que se eligió el método de Spearman para verificar si existe o no correlación entre las variables del estudio, este método es comúnmente utilizado en estudios donde los datos no son normales.

El método del coeficiente de Spearman es una prueba estadística, la cual se lleva a cabo en datos no normales y mide la correlación de las variables de estudio (Apaza et al., 2022).

Tabla 11.

Coficiente de Spearman.

Coficiente de Spearman	
1	Correlación positiva perfecta
-1	Correlación negativa perfecta
0	No hay correlación

Nota. En la tabla se visualizan los coeficientes de Spearman, los cuales afirman o negaran la correlación entre las variables de la investigación.

A partir de los datos obtenidos y a la verificación la correlación existente entre las variables se procedió a realizar la comprobación en el software IBM SPSS Statistics 25.

Tabla 12.

Correlación de variables.

		VI	VD
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación	1.000	.670**
	VI Sig. (bilateral)	.	.001
	N	20	20
	Coeficiente de correlación	.670**	1.000
	VD Sig. (bilateral)	.001	.
	N	20	20

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. En la tabla se visualizan los resultados obtenidos, en donde se verifica que si se aprueba la hipótesis alternativa. Elaborado en el software IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla 12 se visualiza que el coeficiente de Spearman es de 0.670**, y su valor de significancia es de 0.001, concluyendo que la correlación entre las variables de estudio es positiva. Por lo que se acepta la hipótesis alternativa, la cual plantea que la implementación de un sistema de producción esbelto tiene un efecto positivo en la optimización del proceso de armado.

3.2 Contexto organizacional.

Generalidades.

La Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., es una empresa familiar ubicada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, reconocida nacionalmente por su amplia trayectoria en el sector carrocerero. Fue fundada hace más de 35 años por Jaime Cepeda y su esposa Lida Intriago, quienes iniciaron su emprendimiento con una visión clara: ofrecer productos de calidad para el transporte terrestre del Ecuador.

Entre sus productos más destacados se encuentra la carrocería desarrollada específicamente para el chasis del Hino AK, siendo este modelo el más elaborado el PC-360, tanto para modalidad urbana como interprovincial. A continuación, se muestran los datos generales de la empresa.

Tabla 13.

Datos de la empresa.

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Razón social	PATRICIO CEPEDA CIA.LTDA.
Representante legal	Intriago Intriago Lida María.
Actividades económicas	Fabricación de carrocerías, incluidas cabinas. para vehículos automotores.
RUC	1891733611001.
Centro de Trabajo	Ambato.
Dirección	Carretera Panamericana Sur y Ambato.

Nota. En la presente tabla se muestran los datos generales de la empresa.

En la anterior tabla se visualizan los datos generales de la empresa, su nombre o razón social, mientras que en la tabla 14 se muestran los tipos de productos que ofertan:

Tabla 14.

Modelo de carrocerías.

MODELOS DISPONIBLES	
Interprovincial	PC-380, PC-360, PC-350, PC-330
Intraprovincial	PC-350 dos puertas
Turismo	PC-380, PC-360, PC-330
Urbano	PC-340
Escolar e institucional	PC-310 E

Nota. En la tabla se muestran los diferentes modelos de carrocerías que se ofertan en la empresa. Obtenido de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

Los modelos de carrocerías presentados son el reflejo de que la empresa cuenta con un catálogo variado y segmentado, por lo que permite atender las necesidades de sus clientes en los diferentes sectores del transporte, siendo el modelo de mayor relevancia y fabricación el PC-360 en su modalidad de interprovincial.

Visión.

Al finalizar el 2025, Patricio Cepeda Compañía Limitada, es una empresa solvente económicamente y uno de los principales proveedores de autobuses y autocares de alta calidad a nivel nacional, que, apuesta por la investigación y desarrollo de productos, siendo referentes en todas las modalidades de transporte de pasajeros por carretera, adelantándonos a las necesidades y garantizando la satisfacción de nuestros clientes, mientras aportamos al crecimiento del país (Patricio Cepeda Cía. Ltda.).

Misión.

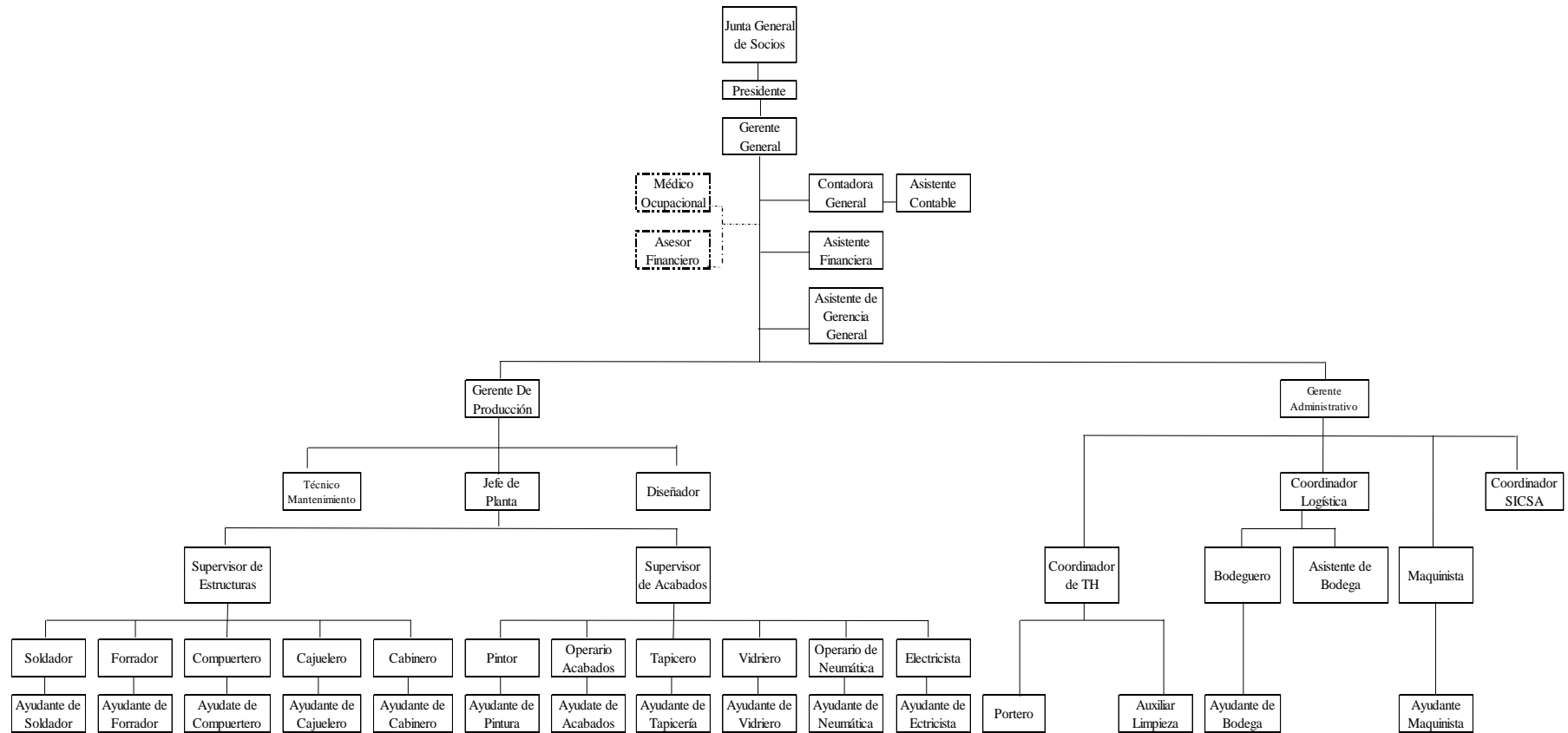
Proveer productos de calidad con un diseño innovador, utilizando materiales de vanguardia, que brinden confort, seguridad y rentabilidad en la operación a precios justos, ofreciendo soluciones para el transporte masivo, público y privado de pasajeros, optimizando el uso de nuestros recursos y superando las expectativas de nuestros clientes, usuarios y demás grupos de interés, contando con personal calificado comprometido con la mejora continua de nuestros procesos certificados bajo normas de calidad (Patricio Cepeda Cía. Ltda.).

Organigrama de la empresa.

El organigrama de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., el cual representa una estructura jerárquica funcional, donde se definen con total claridad los niveles de autoridad, responsabilidades y líneas de comunicación existentes, por lo que esta estructura permite visualizar una distribución ordenada del trabajo y facilita que se cumplan los objetivos institucionales.

Figura 9.

Organigrama de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.



Nota. La figura representa el organigrama de la empresa. Elaborado por la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

Como se observa en la figura 9, el organigrama se compone en la parte superior por la junta general de socios, seguida por el presidente y gerente general de la empresa. El siguiente nivel está distribuido en dos grandes áreas, la administrativa y productiva, cada una con sus encargados y ayudantes, demostrando que son una empresa estructurada y con funciones claramente definidas.

3.3 Diagnóstico situacional de la empresa.

La Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda., ubicada en el cantón Ambato, provincia Tungurahua, es una empresa dedicada a la fabricación y diseño de carrocerías para buses, la cual enfrenta limitaciones en su proceso para la fabricación del modelo PC-360 para el Hino AK, ya que este modelo es el más fabricado por la empresa, retrasos en los tiempos de entrega, desperdicios de materiales y un uso ineficiente de los recursos, lo que repercute en altos costos y baja satisfacción del cliente. Para conocer los problemas existentes y poder realizar el diagrama de Pareto, se realizó una lista de verificación como se muestra en el anexo A, donde se detallaban los problemas que podrían existir en las diferentes áreas de la carrocería luego de realizar un diagnóstico se procedió a llevar a cabo un análisis interno mediante herramientas de diagnóstico como Pareto e Ishikawa 6M identificó que estos problemas son recurrentes y no están claramente cuantificados ni priorizados por el personal técnico.

Tabla 15.

Tabla de frecuencias.

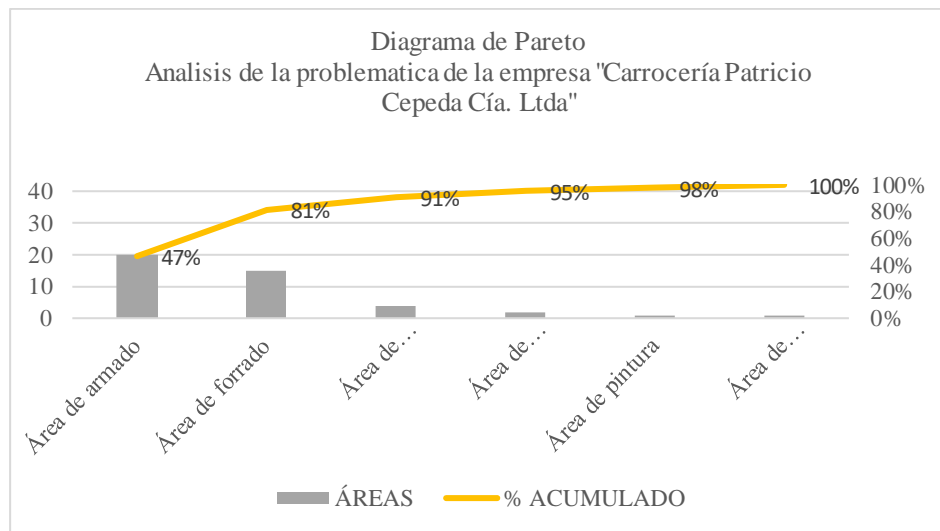
Áreas	Frecuencias	Fre. Acum	%	% AC.
Área de armado	20	20	47%	47%
Área de forrado	15	35	35%	81%
Área de complementos de suelda	4	39	9%	91%
Área de acabados	2	41	5%	95%
Área de pintura	1	42	2%	98%
Área de producto final	1	43	2%	100%
	43		100%	

Nota. En la tabla se muestra la tabulación de los problemas de cada área dentro de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

En la tabla 15, permite identificar y jerarquizar los principales problemas que afectan el proceso productivo de la empresa Patricio Cepeda Cía. Ltda. La frecuencia absoluta muestra cuantas veces fue mencionado el problema mientras que el porcentaje acumulado permite visualizar el problema relativo sobre el total de observaciones (n=43). Las áreas con problemas más recurrentes son: área de armado 20 (47%), le sigue el área de forrado con 15 (35%), lo cual evidencia que el problema principal se centra en el área de armado. Esto refuerza la hipótesis de que la ineficiencia productiva está directamente relacionada con la organización de recursos y flujos de trabajo.

Gráfico 7.

Diagrama de Pareto.



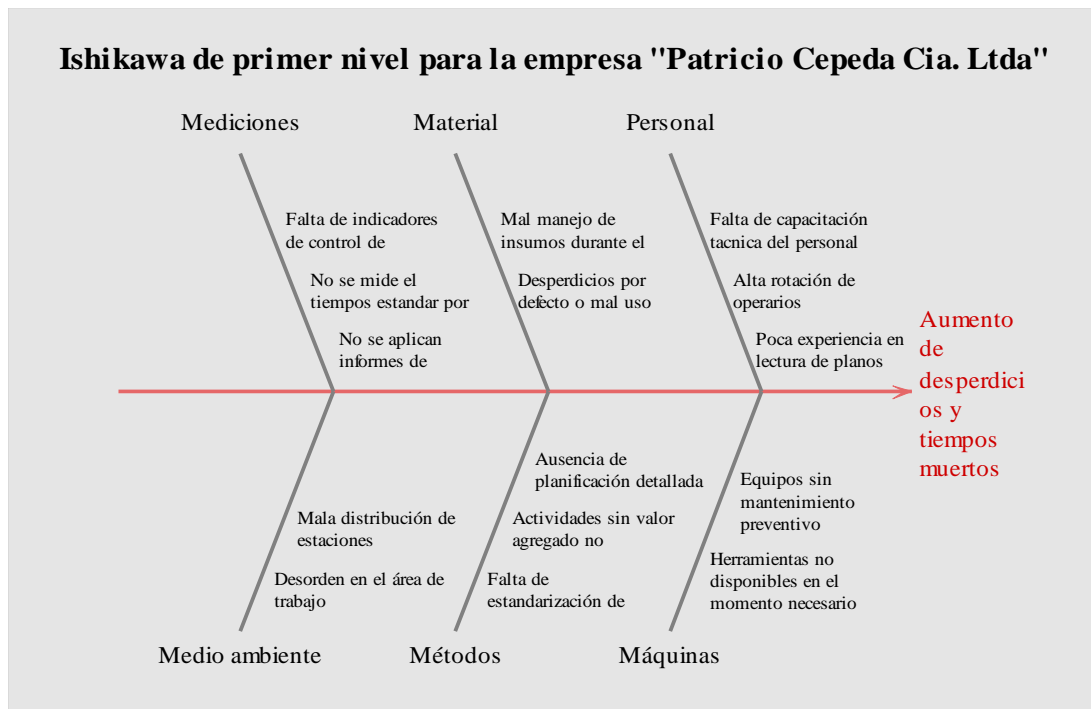
Nota. Se presenta el diagrama de Pareto en donde se muestra que el problema principal se ubica en el área de armado.

En el gráfico 7 diagrama el principal problema se centra en el área de armado, lo cual indica que la causa principal del retraso productivos se centra en dicha área. La curva de acumulación

evidencia que al abordar este problema prioritario la empresa podría eliminar más de la mitad de los obstáculos que afectan su rendimiento operativo y logrando una significativa intervención focalizada.

Figura 10.

Ishikawa de primer nivel.



Nota. En la figura se muestra la causa raíz del problema existente dentro del área de armado, el cual fue el aumento de demoras y tiempos muertos.

En la figura 10 muestra que los retrasos en el proceso tienen causas distribuidas en múltiples áreas. Las categorías más comprometidas son **i. Personal**: falencias en la capacitación. **ii. Métodos**: la falta de instrucciones claras. **iii. Máquinas**: el mantenimiento deficiente y el uso de equipos obsoletos aumentan las interrupciones. Otras categorías como material, medio ambiente y mediciones también contribuyen, especialmente al generar reprocesos y pérdida de control sobre la calidad.

3.4 Descripción del proceso productivo.

A continuación, se detalla el proceso productivo del proceso de armado en base al mapa de procesos del área de armado mostrado anteriormente.

Preparación del material.

El proceso inicia con el corte de los perfiles metálicos, basándose en los diseños del plano. Luego se procede a realizar el ensamblaje y soldadura de componentes clave para la estructura, como son las patas de soporte, las cuales brindan estabilidad a toda la estructura. Cabe recalcar que el proceso únicamente inicia cuando se recibe la orden de producción.

Preparación de la estructura para la colocación de la plataforma.

El proceso inicia con la recepción e inspección del chasis en el área de armado, seguido de esta actividad inicia el desmontaje y protección de las partes más importantes del chasis, la protección de este se realiza mediante el uso de moquetas, a continuación, se nivela el chasis para la posterior colocación de las patas de soporte, las cuales son perforadas, alineadas y fijadas con pernos al chasis. Posteriormente se sueldan los puntales y se verifica que la estructura este correctamente nivelada para permitir el montaje del suple.

Construcción y colocación de la plataforma.

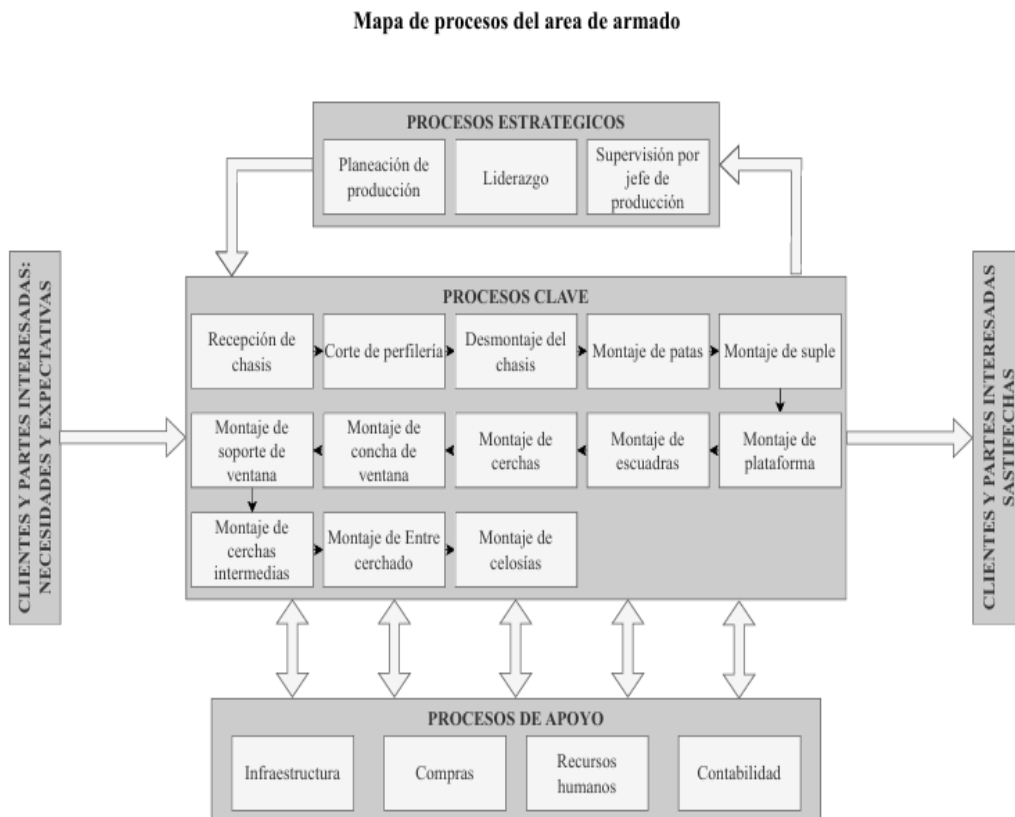
El proceso continúa con el empalme de los tubos longitudinales, los cuales conforman la base de la plataforma. Una vez ensamblada, se la traslada la plataforma hacia el área de armado, donde se la coloca sobre el chasis, a continuación, se colocan los suples los cuales ayudan a nivelar la plataforma y que esté completamente recta, para que se procedan a colocar los tubos de escuadra, a los cuales se les realiza pequeños puntos de suelda tanto con la plataforma como con los soportes.

Construcción de laterales y techo.

El proceso final del área de armado comienza con el traslado de los tubos de laterales, celosías y cerchas entre otros tubos, en esta área se ensamblan y se realizan puntos de suelda, colocando primeramente las cerchas delanteras y traseras, seguido de las conchas de ventana, por último, comienza la actividad de en cerchado, en donde se colocan las cerchas, alfas y zetas, por último, se colocan las celosías que van en los laterales de la estructura. La última actividad que se lleva a cabo es la suelda general, en donde se proceden a soldar todos los tubos que forman parte de la estructura inicial del bus.

Figura 11.

Mapa de procesos del área de armado.



Nota. La figura muestra el mapa de procesos del área de armado, en donde se muestran todos sus procesos.


3.5 Check list de verificación documental y de procesos.

El presente instrumento utilizado ayuda a verificar si la empresa cuenta con documentos clave para la gestión organizacional y operativa, como lo son el organigrama, mapa de procesos y en lo que respecta al área de armado, diagramas de flujo, recorrido entre otros. La presencia o ausencia de estos documentos es fundamental para poder realizar una correcta estandarización y eficiencia de los procesos, lo cual ayuda a identificar problemas y oportunidades de mejoras.

En la tabla 16 se presentan elementos claves de gestión y documentación que son necesarios en toda empresa manufacturera para disponer de un control eficiente de sus procesos.

Tabla 16.

Check list de verificación documental.

Fecha:	16-feb-25	CHECK LIST DE VERIFICACIÓN DOCUMENTAL Y DE PROCESOS	
Elaborado por:	Perero Muñoz Julio Ariel - Tuston Guano Sandy Magdalena		
REQUERIMIENTOS		SI	NO
La empresa dispone de mapa de procesos.		X	
La empresa cuenta con misión.		X	
La empresa dispone de visión.		X	
La empresa dispone de un organigrama estructurado.		X	
RESPECTO AL ÁREA DE ARMADO		SI	NO
Cuentan con diagramas de flujo.			X
Disponen de diagramas de operaciones.			X
Disponen de diagramas de recorrido.			X
Cuentan con un estudio de tiempo.		X	
Disponen de un layout de planta.		X	
Cuentan con el uso de herramientas Lean.			X

Nota. En el siguiente check list se observa que la empresa no cuenta con diagramas de procesos.

Adaptado de *Lean Manufacturing: paso a paso.* (p.147), Socconini (2019), Marge Books.

De manera específica, la lista de verificación se centró en el análisis en el área de armado, debido a que en este proceso es donde más problemas han sido detectados, como se visualiza en el check list diagnóstico que se muestra en el anexo A y evidenciándose los problemas más específicos en el diagrama de Ishikawa 6M. Para este diagnóstico se evaluó si el área contaba con diagramas de flujo, de operaciones, de recorrido y si aplicaban herramientas Lean. Las respuestas obtenidas muestran el desconocimiento de los tiempos reales de producción, lo cual imposibilita el control de desperdicios, tiempos muertos y cuellos de botellas.

Por otro lado, en lo que respecta al manejo de un estudio de tiempos, la empresa indicó que únicamente cuentan con registros generales, sin segmentación de las actividades ni la identificación de las demoras existentes dentro de las actividades, por lo que se hace necesario realizar un estudio de tiempos del área de armado.

Las soluciones que se pueden llevar a cabo dentro del área de armado son primeramente un registro de tiempos y de procesos, posteriormente la verificación de normalidad de los datos, seguido de la elaboración de los diagramas de flujo, operaciones y recorrido para poder conocer las demoras, los tiempos muertos actuales de la empresa, como tercer punto y para mejorar la eficiencia se implementarán las herramientas Lean como son VSM, 5S y Kanban, las cuales se centraran en diagnosticar, ordenar y clasificar las tareas importantes, logrando mejoras significativas en el proceso, como cuarto punto se realizará un estudio de tiempos para lograr estandarizar los procesos y como último paso se volverán a realizar los diagramas de flujo, recorrido y operaciones donde se evidenciarán las mejoras propuestas, eso seguido de una simulación mediante FlexSim en donde hubo un antes y un después evidenciando mejoras en el proceso.

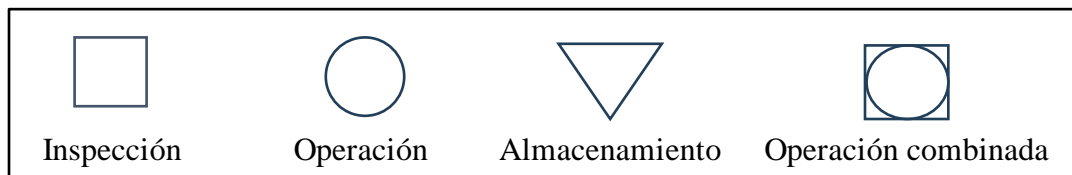
Diagrama de operaciones actual.

El diagrama de operaciones es una herramienta gráfica utilizada en la ingeniería de métodos y en la optimización de procesos productivos, su objetivo es representar las operaciones e inspecciones existentes dentro de un proceso que se lleva a cabo con la finalidad de obtener un producto (Niebel & Freivalds, 2009).

Simbologías.

Figura 12.

Simbología diagrama de operaciones.

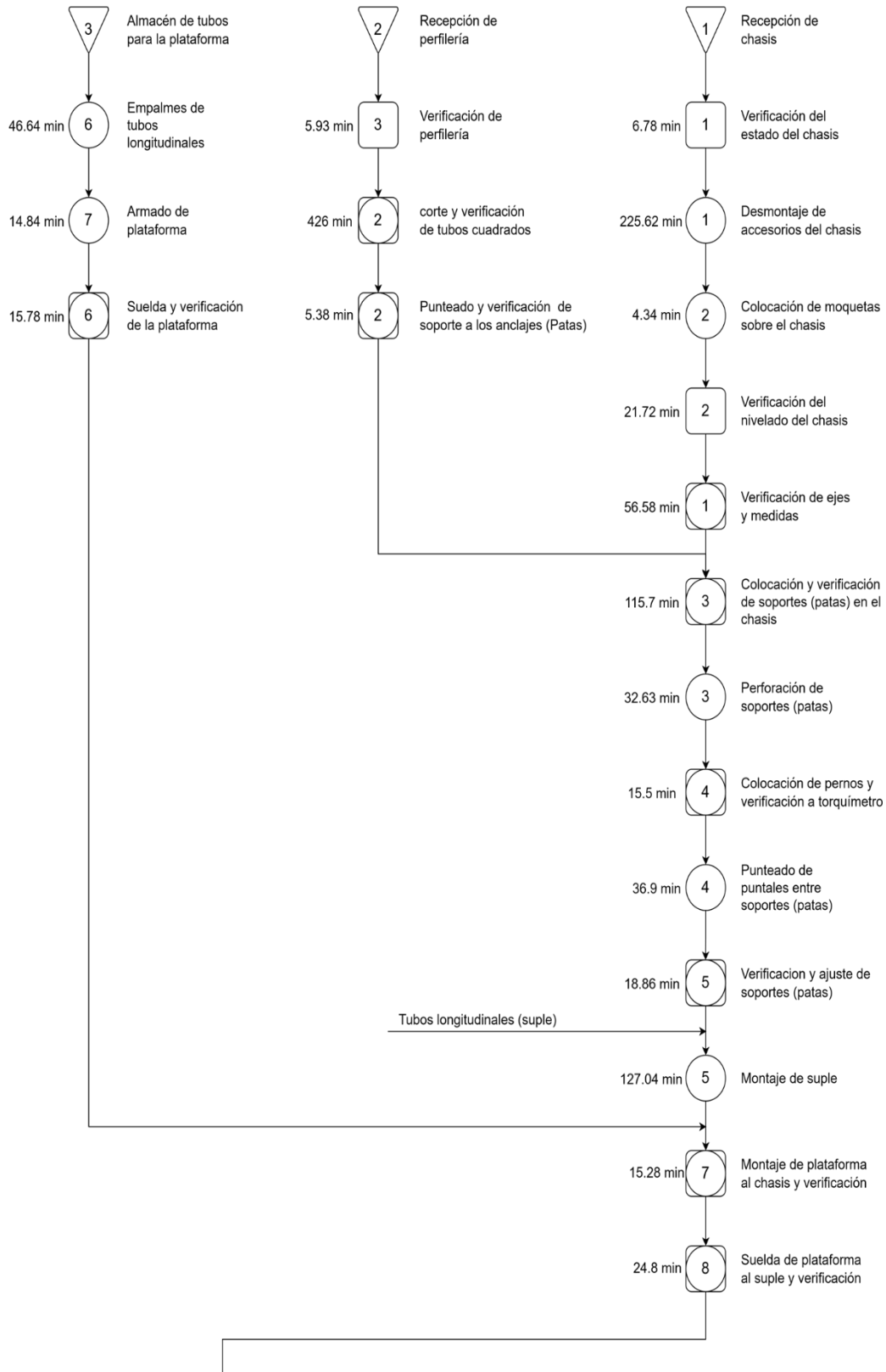


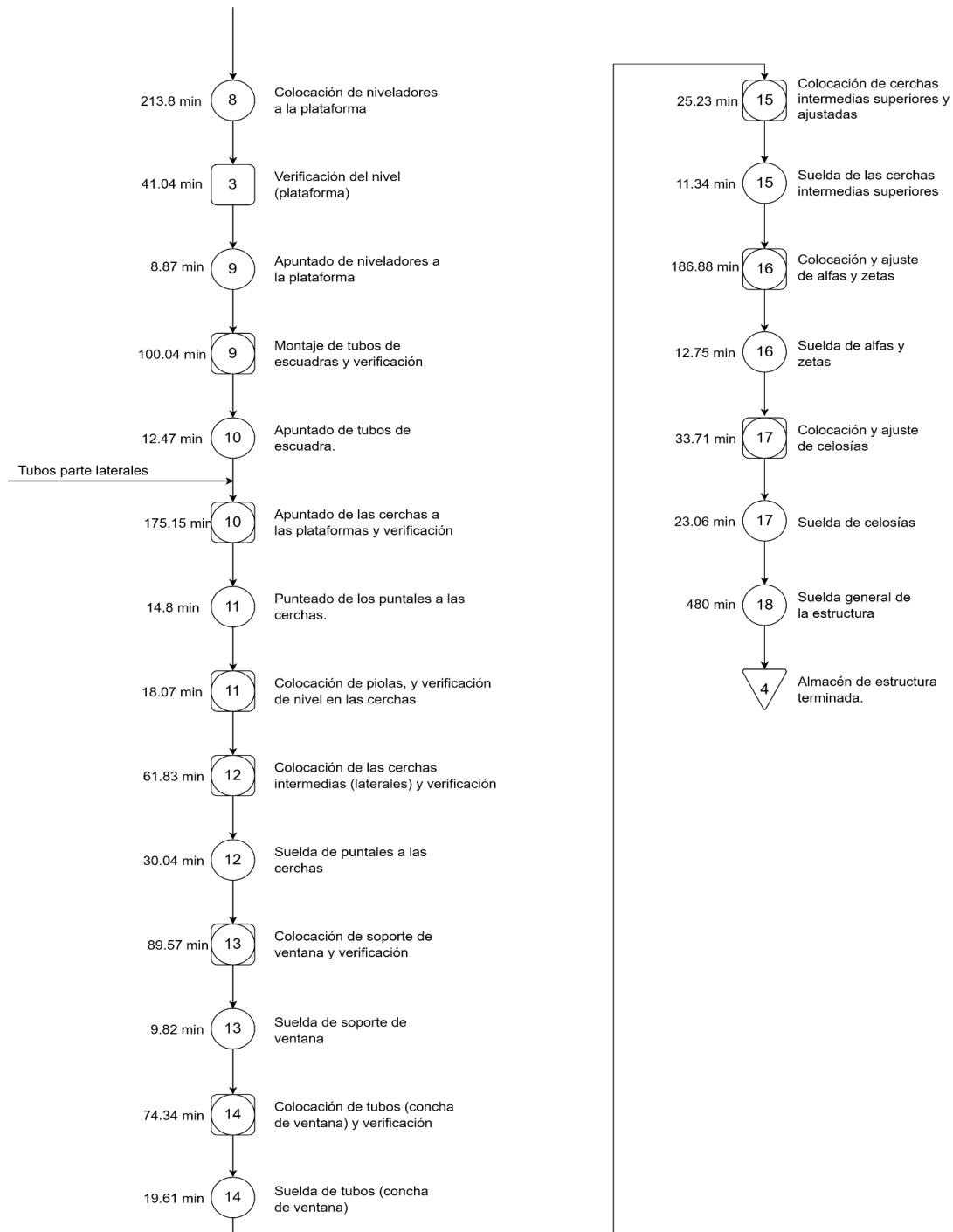
Nota. En la figura se muestra la simbología utilizada para el desarrollo del diagrama de operaciones. Adaptado de *Ingeniería de métodos: estándares y diseño del trabajo*, (p.28), (Socconini, 2019), Mc Graw Hill.

El diagrama realizado para la empresa Patricio Cepeda Cía. Ltda., permite apreciar cada una de las actividades que se desarrollan en el área de armado, permitiendo conocer a profundidad las operaciones. A continuación, se muestra el diagrama de operaciones realizado en base a los registros de actividades y tiempos.

Gráfico 8.

Diagrama de operaciones actual.





Nota. En el gráfico de operaciones, se detallan todas las actividades que se realizan dentro del área de armado.

En el gráfico 8, se presentan todas las actividades existentes dentro del área de armado, en el cual también se visualizan tiempos de cada una de las actividades existentes, de esta manera se pueden identificar actividades repetidas o sin valor.

Diagrama de flujo actual.

El diagrama de flujo es una representación gráfica de todas las actividades que forman parte de un proceso, además se detallan los tiempos de cada proceso o transporte y de igual manera las distancias recorridas. Siendo de fácil comprensión, facilitando que los operarios entiendan cada uno de los procesos (Niebel & Freivalds, 2009).

A continuación, se resumen las actividades extraído de los diagramas de procesos:

Gráfico 9.

Diagrama de flujo actual.

MODELO	RESUMEN	ACTIVIDADES	TIEMPO	
HINO AK - PC 360	○	OPERACIÓN	0	0
	□	INSPECCIÓN	1	5
	⇒	TRANSPORTE	2	29,6
RESPONSABLE	⊙	OPERACIÓN COMB.	2	415,2
ARCOS HÉCTOR	▽	ALMACENAMIENTO	2	11,4
	D	DEMORA	1	19,3
TIEMPO			480,45	
DISTANCIA			41	

Nota. En el diagrama presentado se visualiza el resumen de trabajo de la preparación del material.

En el grafico 9 se presenta el resumen de actividades, destacando el tiempo total de 480.45 minutos y una distancia de 41 metros, no obstante, se aprecia una demora de 19.32 minutos del tiempo total causadas por la falta de comprensión del plano de la estructura.

Gráfico 10.

Diagrama de flujo actual 2.

MODELO	RESUMEN	ACTIVIDADES	TIEMPO	
HINO AK - PC 360	○	OPERACIÓN	5	420,7
	□	INSPECCIÓN	2	28,3
	⇒	TRANSPORTE	2	1,2
RESPONSABLE	⊙	OPERACIÓN COMB.	4	203,5
OCAÑA GENARO	▽	ALMACENAMIENTO	2	5,4
	D	DEMORA	5	104,1
TIEMPO			763,14	
DISTANCIA			190	

Nota. En la gráfica se visualizan todas las actividades que se realizan en el proceso de preparación del material, para el área de armado.

En el gráfico 10 se observa que el tiempo de duración de este proceso es de 763.14 minutos, en donde 104.06 minutos pertenecen a demoras causadas por no contar con las herramientas o utensilios dentro del área de armado.

Gráfico 11.

Diagrama de flujo actual 3.

MODELO	RESUMEN	ACTIVIDADES	TIEMPO	
HINO AK - PC 360	○	OPERACIÓN	5	291,6
	□	INSPECCIÓN	1	40,6
	⇒	TRANSPORTE	2	16,7
RESPONSABLE	⊙	OPERACIÓN COMB.	4	148,9
OCAÑA GENARO	▽	ALMACENAMIENTO	2	
	D	DEMORA	1	14,2
TIEMPO			511,99	
DISTANCIA			42	

Nota. En el siguiente gráfico se representan actividades que se realizan para la construcción de la plataforma y suple.

En el gráfico 11 se resalta que esta actividad tiene un tiempo de proceso de 511 minutos y el operario a cargo recorre una distancia total de 42 metros, además de existir una demora de 14.2 minutos por falta de herramientas en el área de trabajo.

Gráfico 12.

Diagrama de flujo actual 4.

MODELO	RESUMEN	ACTIVIDADES	TIEMPO	
HINO AK - PC 360	○	OPERACIÓN	8	598,8
	□	INSPECCIÓN	0	
	⇒	TRANSPORTE	1	10,1
RESPONSABLE	⊙	OPERACIÓN COMB.	8	662,0
OCAÑA GENARO	▽	ALMACENAMIENTO	2	
	D	DEMORA	5	211,6
TIEMPO			1482,39	
DISTANCIA			36	

Nota. En el gráfico se muestra el proceso de armado general de estructuras como lo son las cerchas.

En el gráfico 12, se muestran las demoras existentes cuyo tiempo es de 211 minutos, estas demoras se deben a elementos o herramientas fuera del lugar de trabajo.

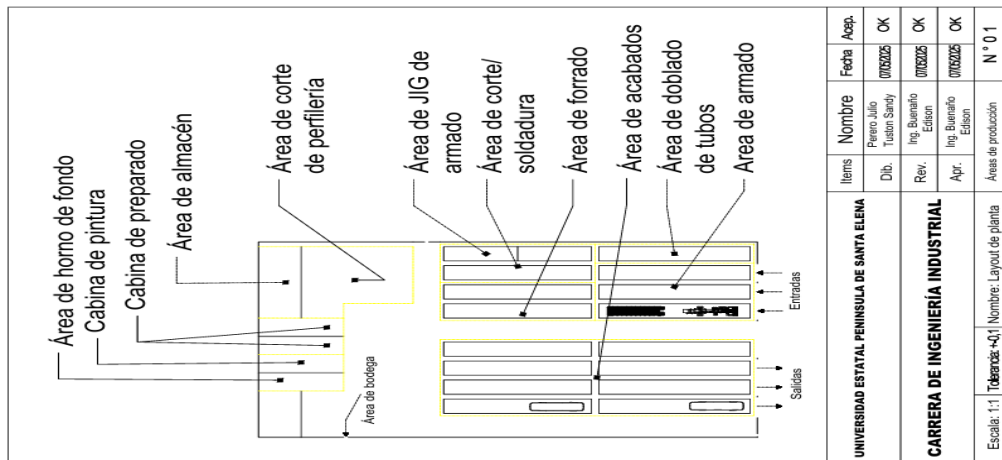
Estas gráficas detallan los diagramas de flujo del proceso de armado, en donde se pueden visualizar demoras y operaciones sin valor que pueden ser eliminadas, lo cual permitirá una reducción de tiempo en el área de armado.

Diagrama de recorrido actual.

El diagrama de recorrido es una herramienta útil que permite visualizar el recorrido de un proceso dentro del área de trabajo, en donde se identifican movimientos y desplazamientos, el objetivo de esta es analizar la eficiencia, la distancia recorrida y la disposición del plano de planta.

Figura 13.

Layout de la planta.

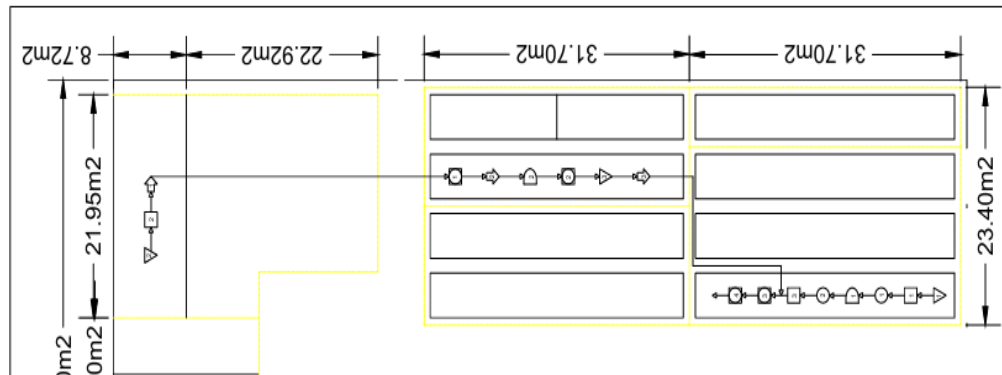


Nota. En el layout presentado se visualizan todas las áreas existentes dentro de la carrocería.

En la figura 13, se visualizan las áreas existentes dentro de la planta y sus delimitaciones, al igual que las dimensiones de la planta, permitiendo conocer las áreas para una propuesta que ayude a aumentar la eficiencia de los procesos dentro del área de armado.

Gráfico 13.

Diagrama de recorrido actual día 1

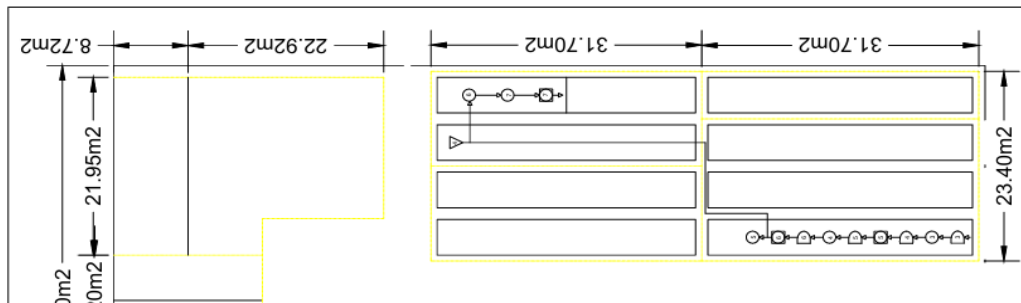


Nota. El diagrama de recorrido se presentan las actividades que se realizan actualmente en la empresa.

En el gráfico 13, se visualizan las diferentes actividades que se llevan a cabo y las distancias recorridas por los operarios encargados del área.

Gráfico 14.

Diagrama de recorrido actual día 2.

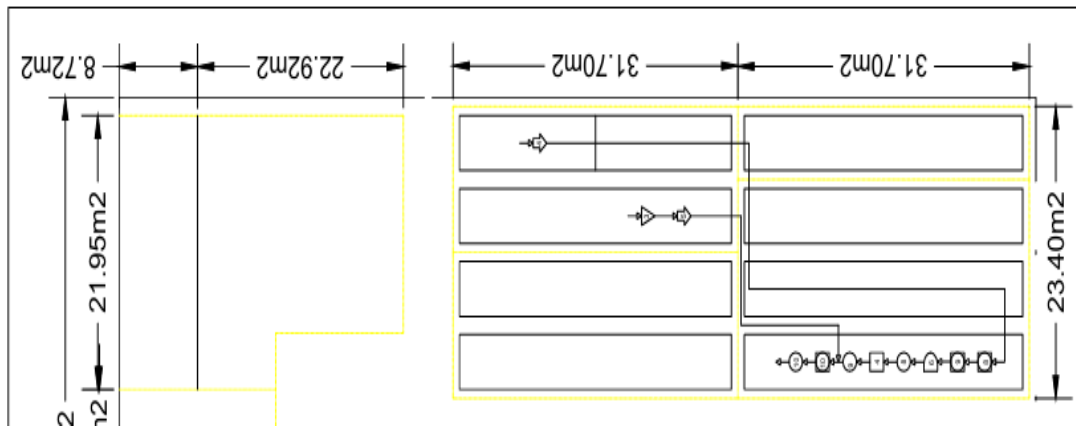


Nota. En el diagrama presentado se muestran las actividades y el recorrido realizado en el segundo día de elaboración de la estructura.

En el gráfico 14 se muestran las actividades desarrolladas dentro del segundo día de producción, en donde se detallan que los procesos se realizaron en dos áreas diferentes, iniciando en el área de cortes y terminando en el área de armado.

Gráfico 15.

Diagrama de recorrido día 3.

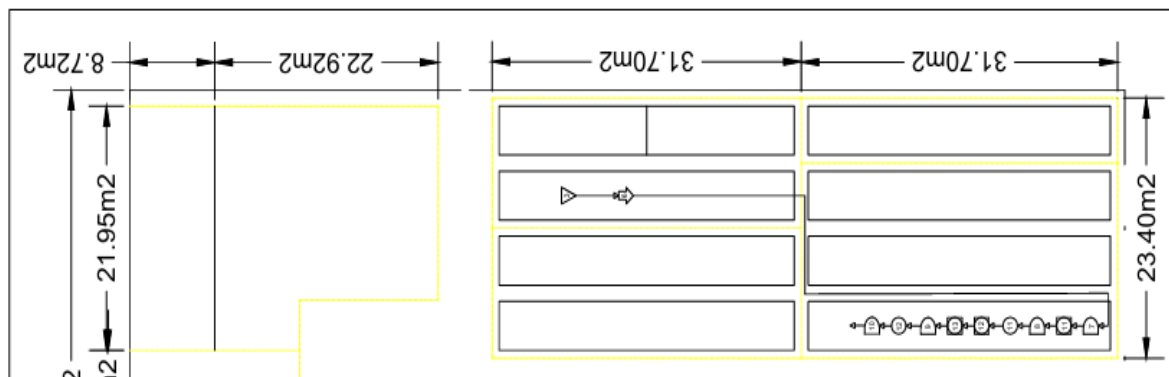


Nota. El grafico que se muestra hace referencia al recorrido y las actividades realizadas el tercer día de labores.

En el gráfico 15 se muestra que el proceso se llevó a cabo en dos áreas diferentes, como lo son el área de armado y el área de corte, ya que en esta última se arma la plataforma y esta es trasladada con ayuda de un grupo de operarios hacia el área de armado para proceder con su ensamblaje.

Gráfico 16.

Diagrama de recorrido día 4.

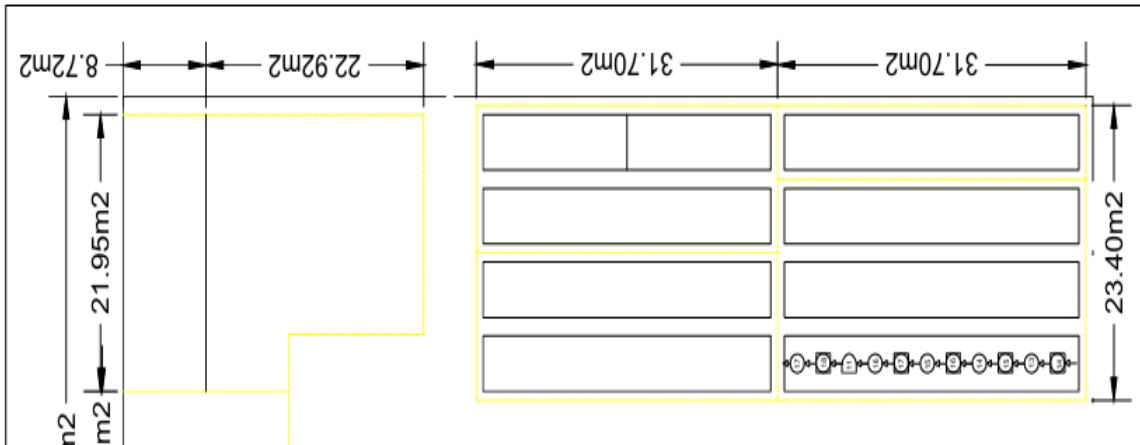


Nota. El grafico muestra las actividades que se realizaron únicamente en el área de armado.

En el gráfico 16 se muestran las actividades realizadas, se observa que en el área de corte se realizó el desplazamiento de cerchas y celosías para seguir con el proceso de armado.

Gráfico 17.

Diagrama de recorrido día 5.

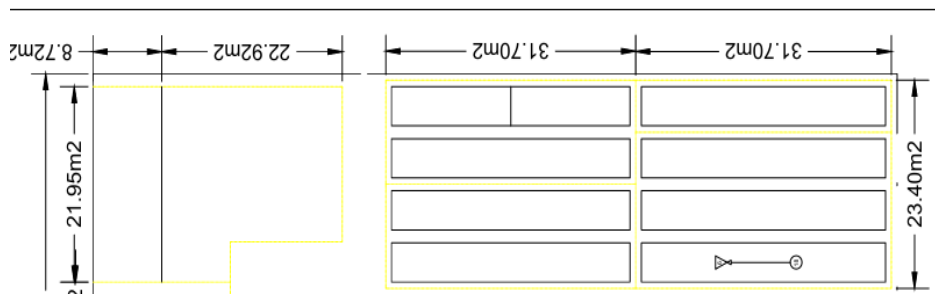


Nota. En el siguiente gráfico se representan las actividades que se realizan en el 5 día de producción.

El en gráfico 17, se visualizan las actividades que se llevan a cabo en el quinto día de producción, en el cual se arma la estructura superior, laterales, frontales y traseras.

Gráfico 18.

Diagrama de recorrido día 6.



Nota. El diagrama muestra la única actividad que se desarrolla en el último día de producción.

En el gráfico 18, se muestra la última actividad que se realiza en el área de armado, la cual consiste en la soldadura general de la estructura, esta es realizada por un único operario.

Los diagramas de recorrido se realizaron de manera diaria para facilitar la interpretación clara de las operaciones que se realizan en el área de armado. Esta decisión se justifica por la gran cantidad de procesos que se realizan en ese mismo espacio, lo cual dificulta su visualización en un solo diagrama. Por lo que, al separar por día, permite obtener un análisis más profundo de las actividades, flujos de materiales y de operarios, lo cual ayudó con la alineación a los principios Lean, ayudando a identificar recorridos innecesarios y a mejorar la distribución del área.

3.6 Propuesta de mejora.

La presente propuesta de mejora está sustentada en los hallazgos obtenidos a partir del análisis realizado mediante las herramientas de diagnóstico, diagramas de operaciones, checklist entre otros. Estos instrumentos facilitaron la identificación de ineficiencias significativas, como lo son la elevada presencia de tiempos muertos y demoras en el área de armado. Esta problemática evidencia la falta de estandarización, organización y control del proceso productivo.

Como medida correctiva, se implementarán herramientas Lean manufacturing, comenzando por el uso del value stream mapping (VSM), con el propósito de identificar el área donde existen más desperdicios, esta herramienta se complementa con el diagrama de Pareto, con el cual se detectarán las causas que afectan el desempeño productivo.

Adicional a eso se propone la implementación de la metodología 5S, la cual está orientada a mejorar las condiciones del área mediante la clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Asimismo, se considera el uso del sistema Kanban, este como mecanismo de control visual y control de tareas, permitiendo organizar de manera eficiente las actividades del área de armado.

Finalmente se plantea la realización de un estudio de tiempos, el cual permitirá estandarizar tiempos de producción, los cuales serán necesarios para medir el desempeño, la eficiencia y la productividad del proceso.

Value Stream Mapping (VSM).

El takt time es el encargado de marcar el ritmo de producción adecuado y es importante saber si los procesos se acogen a la demanda existente, de tal manera que permita elaborar una propuesta y controlar el flujo de producción para cumplir con la demanda del mercado.

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo takt, en donde se visualiza la demanda, tiempo de producción y sus días laborales.

Datos:

Horas trabajadas: 8.5 horas = 510 minutos

Días laborables por mes: 22

Demanda Anual: 43 Buses

Ecuación 4 .

Takt time.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ de\ producción}{Demanda}$$

Nota. En la ecuación presentada se muestra los valores que dio como resultado el ritmo de producción de la empresa. Adaptado de *Lean Manufacturing: paso a paso* (p.174) Socconini, (2019), Marge Books.

En la ecuación 4 se muestran las variables necesarias para calcular el takt time del proceso general de la empresa, este tiempo permitió observar en que área se encuentra el problema.

Tabla 17.*Cálculo del tiempo takt.*

TAKT TIME			
VARIABLE	OPERACIÓN	RESULTADO	MEDIDA
Jornada laboral		9	Horas
Tiempo de almuerzo		0,5	Horas
Número de turnos		1	Diario
Días Lab. Por mes		22	días por mes
Demanda anual (2024)		43,00	buses por año
	9 horas – 0.5 horas	8,5	Horas
Tiempo disponible	8.5 horas * 60 min	510	Min por día
	$510 \frac{\text{min}}{\text{día}} * 22 \frac{\text{día}}{\text{mes}}$	11220	Min por mes
Demanda mensual	$\frac{43 \frac{\text{bus}}{\text{año}}}{12 \frac{\text{mes}}{\text{año}}}$	3,58	Buses por mes
Tiempo tack (seg)	$11220 \frac{\text{min}}{\text{mes}} * 3.58 \frac{\text{bus}}{\text{mes}}$	3131,16	min por bus

Nota. En la tabla se muestra el tiempo promedio necesario para la elaboración de un bus.

En la tabla 17, se muestra el cálculo del ritmo de producción, el cual fue de 3131,16 minutos necesarios para la elaboración de un bus, incluyendo todos los procesos.

A continuación, se detallan los tiempos de ciclo de cada uno de los procesos.

Tabla 18.*Tiempo de ciclo.*

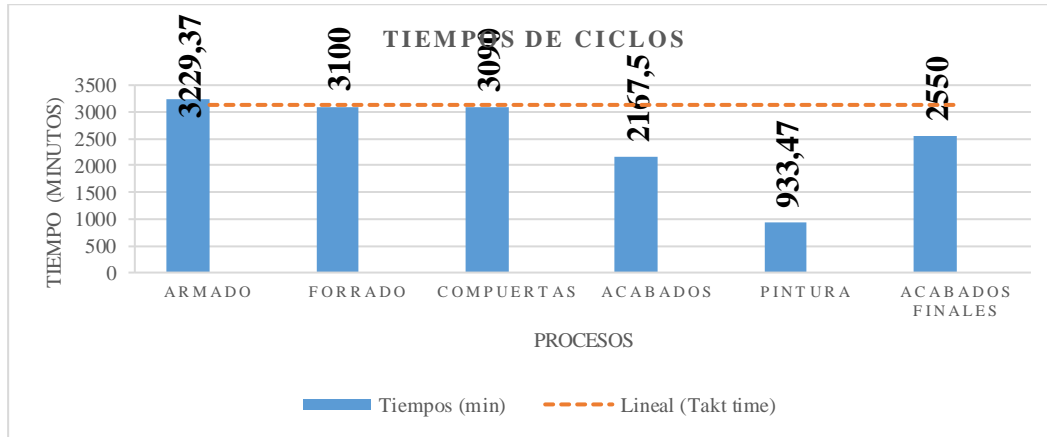
Procesos	Tiempos (min)
Armado	3229,37
Forrado	3100
Compuertas	3090
Acabados	2167,5
Pintura	933,47
Acabados finales	2550

Nota. En la tabla se muestran los tiempos de ciclos de cada una de las áreas de la empresa Patricio Cepeda Cía. Ltda.

En la tabla 18 se visualizan todos los tiempos de ciclo de cada uno de los procesos necesarios para la elaboración de la carrocería de un solo bus.

Gráfico 19

Tiempos de ciclo de las diferentes áreas.



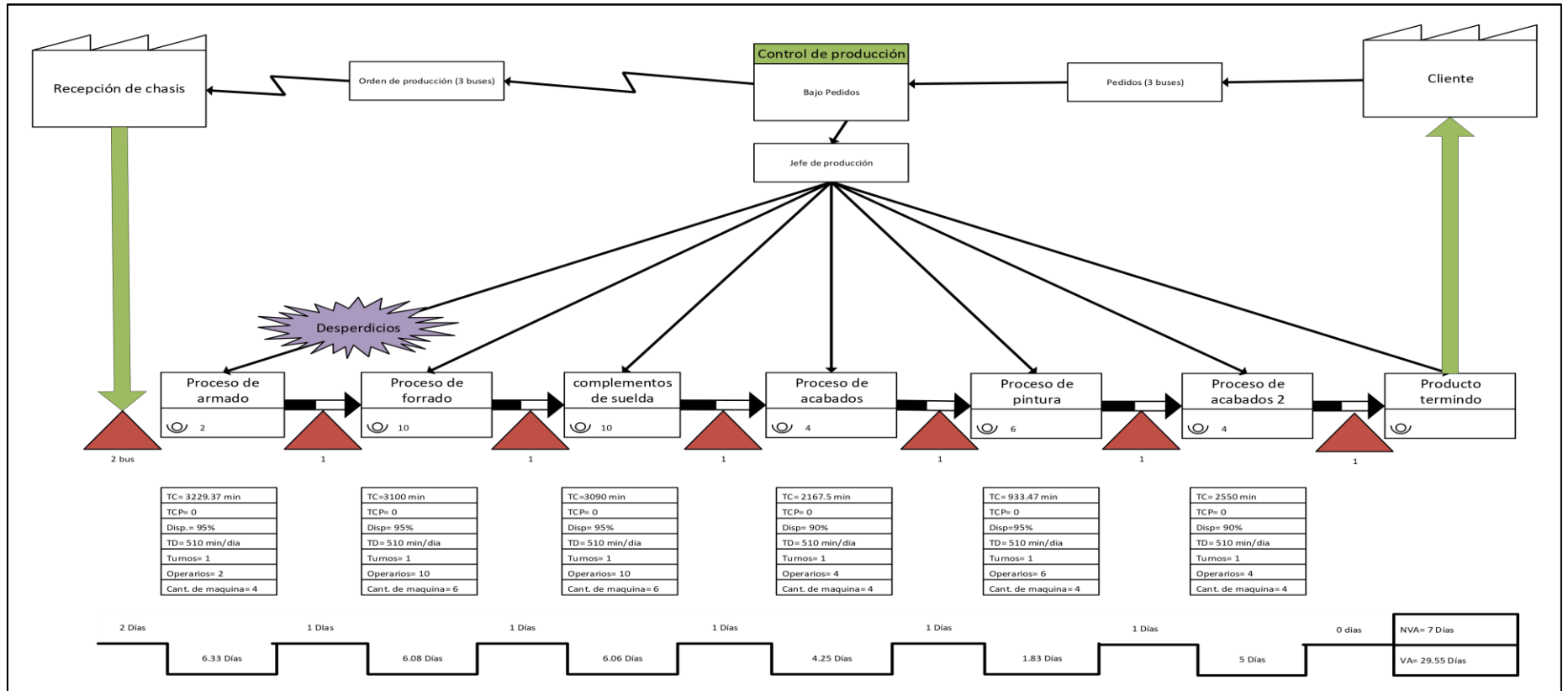
Nota. En el gráfico se detalla que el área de armado es aquel que sobre pasa la línea de takt time, es decir está por encima del ritmo de producción con respecto a los otros procesos.

En el gráfico 19 se identifica el ritmo de producción de las diferentes áreas existentes dentro de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda. Esta gráfica indica que el área de armado es donde existe un mayor tiempo de ciclo. Por lo que es necesaria una intervención inmediata para poder resolver los problemas y de esta manera se logrará obtener un ritmo de producción constante.

El mapa de valor (VSM) es una herramienta gráfica que permite conocer el flujo desde los proveedores hasta la salida del producto final (Kihel et al., 2022). A continuación, se presenta el mapa de valor actual de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

Gráfico 20.

VSM actual.



Nota. En el gráfico se detallan todos los procesos existentes dentro de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

En el gráfico 20 podemos visualizar todos los procesos existentes y se identifican desperdicios dentro del área de armado, ya que como anteriormente se mencionó está área es la responsable de los retrasos en los demás procesos, causando que el proceso general demore 29.55 días.

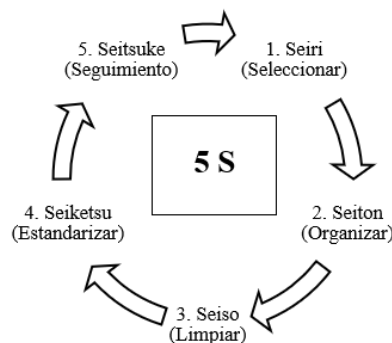
Las 5S.

Las 5S es una metodología de origen japonesa que ayuda a obtener mejoras en la productividad y está enfocada en la mejora continua, basándose en la creación de puestos de trabajo ordenados, limpios y eficientes. Esta herramienta es muy importante dentro de la filosofía Lean manufacturing, debido a que ayuda a eliminar desperdicios y tiempos muertos, optimizando el trabajo dentro del área donde se aplique (Socconini, 2019).

A continuación, se muestran los cinco pasos a seguir para poder implementar esta herramienta Lean:

Figura 14.

Las 5S.



Nota. En la figura se representa la herramienta Lean de las 5S. Adaptado de *Lean Manufacturing: paso a paso.* (p.131), Socconini (2019), Marge Books.

Evaluación inicial.

En el área de armado se evidencia la falta de orden y limpieza, debido a que los operarios del área no cuentan con las herramientas necesarias al momento de necesitarlas, por lo que deben trasladarse a otras estaciones de trabajo causando demoras en el proceso productivo, asimismo se observan materiales en el piso dificultando el movimiento y generando riesgos laborales para los trabajadores.

Figura 15.

Evidencia 5S.



Nota. En la imagen se puede visualizar el desorden existente en el área de armado.

Para un análisis más efectivo se llevó a cabo una evaluación basada en el instrumento que se visualiza en el anexo **B**, obtenido mediante la observación directa en el área de estudio.

Tabla 19.

El resultado del check list basado en las 5S.

CATEGORÍAS	PORCENTAJES
Seiri (Seleccionar)	38%
Seiton (Organizar)	44%
Seiso (Limpiar)	38%
Seiketsu (Estandarizar)	25%
Sitzuke (Seguimiento)	42%
TOTAL	37%

Nota. En la tabla se visualizan el porcentaje de existencia de cada una de las 5S.

Como se visualizan se tiene un 37% de aplicación de las 5S en el área de armado, lo cual no es nada bueno. Debido a que esto retrasa la producción y genera pérdidas de tiempo.

Tabla 20.

Indicadores de revisión 5S.

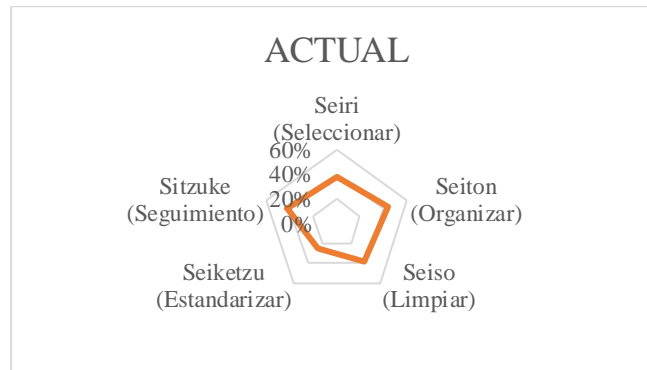
Indicadores		
0 - 45%	45% - 55%	55% - 100%
Malo	Regular	Bueno

Nota. En la tabla se detallan los indicadores de la revisión de las 5S.

En la tabla 20 se visualiza que existe una mala gestión de las herramientas 5S dentro del área de armado, ya que se visualiza que el porcentaje total de la sumatoria de las 5S es de un 37% .

Gráfico 21.

Gráfico radar evaluación inicial 5S.



Nota. El gráfico actual permite visualizar el grado actual de cumplimiento de las 5S, dentro del área de estudio.

En el gráfico 21 se evidencia un bajo nivel de cumplimiento en todos los principios, lo que indica falta de estandarización y de seguimiento, tanto a operario como al proceso productivo.

Propuesta para implementación de las 5S.

Ante los resultados obtenidos anteriormente en la evaluación inicial, se evidencia la necesidad de implementar las herramientas 5S, debido a que se observaron falencias con respecto al orden y limpieza en el área productiva, ya que pueden afectar a todo el sistema productivo.

Seiri (seleccionar).

Para el primer punto de la implementación de las 5S en el área de armado, se realizó una tabla, en donde se podrán clasificar los elementos, las herramientas entre otros objetos, como necesarios, obsoletos o dañados. Lo cual sirvió de gran ayuda y garantiza el orden dentro del área de armado de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

La tabla presentada ayuda en la clasificación de las herramientas u objetos existentes dentro del área de armado, permitiendo descartar aquellos que no se utilizan o a identificar aquellas herramientas que por una razón u otra están dentro del área, pero no cumplen alguna función o se encuentran dañadas, por otro lado, aquellas herramientas que se encuentren dañadas, se deberá analizar su utilidad y la necesidad de estas dentro del área para descartarlas o repararlas.

Tabla 21.

Tabla 5S - Seiri (seleccionar).

ÁREA	Área de armado		SEIRI (SELECCIONAR)	
RESPONSABLES:	Perero Muñoz Julio Ariel - Tuston Guano Sandy Magdalena			
CONDICIÓN DEL OBJETO, HERRAMIENTA O MATERIAL	PREGUNTA	RESPUESTA	DESTINO	
NO SE UTILIZA	¿ES ÚTIL PARA OTRA ÁREA?	SÍ	TRASFERIDO	
		NO	DESCARTADO	
OBSOLETO			DESCARTADO	
DAÑADO	¿ES NECESARIO DENTRO DEL ÁREA?	SÍ	REPARAR	
		NO	DESCARTAR	

Nota. En la tabla se muestran los criterios para poder clasificar los objetos o herramientas que pertenecen al área de armado.

Una vez hallados las herramientas, materiales u otros objetos innecesarios dentro del área se les colocara una tarjeta roja como se muestra en la figura 17, explicando el motivo:

Figura 16.

Tarjeta roja.

TARJETA ROJA	
Fecha:	
Descripción:	
Responsable:	
Fecha:	
Descripción:	
CLASIFICACIÓN	
Utensilios o herramientas	
Equipos de control	
Equipos industriales	
Materias primas	
Producto en proceso	
Repuestos	
Otro (especifique)	
JUSTIFICACIÓN	
Peligroso o inseguro	
Con fallas	
Descompuesto	
Residuo	
Innecesario	
Sin prioridad	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable:	
Fecha de decisión:	
Destino final:	

Nota. En la figura se representa la clasificación y justificación para las herramientas obsoletas o dañadas. Adaptado de *Lean Manufacturing: paso a paso.* (p.137), Socconini (2019), Marge Books.

Seiton (organizar).

En esta etapa de implementación se hace necesaria la elaboración de una tabla donde se sitúen los objetos o herramientas necesarios dentro del área de estudio, en esta tabla se especificarán sus ubicaciones y frecuencia de uso.

Tabla 22.

Criterios de uso.

Criterios de uso	Descripción de criterios	Ubicación
Muy frecuente.	Objetos que se utilizan diariamente dentro del área.	Colocar dentro del área.
Frecuente.	Objetos utilizados ocasionalmente.	Colocar cerca del área.
Poco frecuente.	Objetos utilizados únicamente para una actividad.	Colocar fuera del área.

Nota. En la tabla se indican los criterios según el uso de las herramientas utilizadas dentro del área de armado.

Tabla 23.

5S - Seiton (organizar).

SEITON (ORGANIZAR)			
Responsable:		Área:	Armado
Tipo	Herramienta	Uso	Ubicación
Medición	Cinta métrica.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
	Escuadra metálica.	Poco frecuente.	Colocar fuera del área.
	Piola para nivelar.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
	Calibrador vernier.	Poco frecuente.	Colocar fuera del área.
Sujeción	Prensas tipo C.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
	Tornillos de banco.	Poco frecuente.	Colocar fuera del área.
	Niveladores.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
Corte	Tronzadora.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
	Moladora.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
Unión	Taladro manual.	Poco frecuente.	Colocar fuera del área.
	Pistola de impacto.	Poco frecuente.	Colocar fuera del área.
	Equipo de soldadura MIG/TIG.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
	Electrodos.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
Acabados	Pulidora.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
	Discos de desbaste.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
Marcado	Marcador permanente.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área.
	Punzón.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
Limpieza	Cepillo metálico.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
	Moquetas.	Frecuente.	Colocar fuera del área.
	Bandejas para herramientas.	Frecuente.	Colocar cerca del área.
Protección	EPPS.	Muy frecuente.	Colocar dentro del área

Nota. En la tabla muestra las herramientas que se utilizan en el área de armado y su localización. Adaptado de *Lean Manufacturing: paso a paso.* (p.137), Socconini (2019), Marge Books.

Como se visualiza en la tabla 23, las herramientas y utensilios utilizados en el área de armado fueron clasificados de acorde a su frecuencia de uso, por lo que se ubicaron en diferentes lugares conforme a su uso, ubicando los elementos de uso muy frecuente en zonas dentro del área permitiendo un acceso inmediato y sin demoras.

Seison (limpiar).

Esta tercera etapa se centra en la limpieza profunda del área de trabajo, cuyo objetivo es mantener el área ordenada, identificar y eliminar fuentes de suciedad y desorden, los cuales podrían generar accidentes o fallos dentro del área productiva.

- I. Para mantener el lugar limpio y ordenado se seguirá un control basado en la tarjeta de limpieza, en esta se detalla el operario a cargo, la frecuencia y observaciones.
- II. El control de limpieza se realizará diariamente dos veces al día, al iniciar la jornada y al finalizar la misma, ambos controles serán realizados por el operario a cargo.

Tabla 24.

Tarjeta de control de limpieza.

SEISON (LIMPIEZA)					
CRONOGRAMA DE LIMPIEZA					
Área:		Armado			
Fecha de limpieza	Responsable	Turno	Frecuencia	Observaciones	Firma
01/mm/aa	Operario 1	MATUTINO	Cada 4 días		
		VESPERTINO			
02/mm/aa	Operario 2	MATUTINO	Cada 4 días		
		VESPERTINO			
03/mm/aa	Operario 3	MATUTINO	Cada 4 días		
		VESPERTINO			
04/mm/aa	Operario 4	MATUTINO	Cada 4 días		
		VESPERTINO			

Nota. En la tabla se visualiza un cronograma de cumplimiento de limpieza y como están distribuidos los turnos entre los operarios del área de estudio.


En caso de encontrarse anomalías, como desorden o suciedad en el área, será notificado y anotado en las observaciones, para su prevención y corrección.

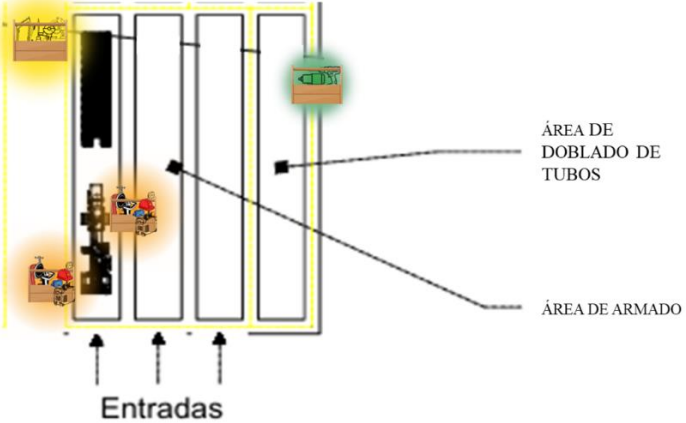
Seiketzu (estandarizar).

La cuarta S, Seiketzu, tiene como objetivo dar continuidad a las mejoras obtenidas mediante la implementación de las tres etapas anteriores: clasificar, ordenar y limpiar. Particularmente en el área de armado es importante establecer estándares operativos para la ubicación de las herramientas, tiempos de búsqueda de estas, entre otros aspectos, por lo que, para la implementación de la cuarta S, se llevó a cabo la ubicación estratégica de las herramientas y utensilios necesarios dentro del área de armado, siendo ubicados según la tabla 25, además este layout se representó mediante la estandarización de colores.

Tabla 25.

Mapa de colores.

SEIKETZU (ESTANDARIZACIÓN)			
Estandarización por colores			
Anaranjado	Importante	Muy frecuente	
Amarillo	Medio	Frecuente	
Verde	No importante	Poco Frecuente	



El diagrama muestra un layout de un área de armado con tres entradas marcadas con flechas y el texto "Entradas". Hay una zona de herramientas iluminada en amarillo (Medio) y una zona de herramientas iluminada en verde (No importante). Se indican "ÁREA DE DOBLADO DE TUBOS" y "ÁREA DE ARMADO" con líneas de conexión.

Nota. En la tabla se muestra un mapa por colores indicando donde se ubican las herramientas utilizadas con mayor frecuencia.

Para lograr estandarizar los procesos y reducir demoras dentro del área de armado se procedió a colocar las herramientas, en sus respectivos lugares, según la importancia y frecuencia de uso de estas, logrando que los operarios no tengan la necesidad de ir a otras áreas a por ellas.

Seitzuke (seguimiento).

Para asegurar la sostenibilidad de las mejoras propuestas en el área de armado, es fundamental realizar un seguimiento continuo y progresivo. Este debe ser riguroso, continuo y que ayude a verificar si se cumple con la correcta implementación de esta herramienta. A medida que los operarios se vayan familiarizando con estas prácticas y se conviertan en su rutina diaria, la frecuencia del seguimiento se podrá ir reduciendo eventualmente.

Tabla 26.

Fases de la implementación del seguimiento de las 5S.


FASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO		
Primera fase	3 días a la semana	Los primeros 15 días
Segunda fase	2 días a la semana	Al mes de su implementación
Tercera fase	1 día a la semana	Al segundo mes de su implementación

Nota. En la tabla se detalla el tiempo en el que se realizará el seguimiento a la implementación de las 5S.

En la tabla 26, se indica la frecuencia en la que se realizó el seguimiento de la implementación de las 5S, el seguimiento se elaboró mediante una lista de verificación en la cual se identificará si se cumplen o no cada una de las 5S, en esta lista se añadirá el responsable y la fecha de realización de esta, mediante este instrumento se visualiza el avance de la implementación de esta herramienta.

Tabla 27.

Check list de seguimiento.

SEITZUKE (SEGUIMIENTO)				
RESPONSABLE:				
FECHA:	ÁREA:	ARMADO		
PREGUNTAS		Cumple	Parcialmente	No cumple
SEIRI				
¿Son eliminados los materiales innecesarios dentro del área?				
¿Están separados los elementos útiles de los que no lo son?				
¿Se ha reducido el desorden existente en el área?				
¿Se encuentran únicamente los elementos necesarios en el área?				
¿Se sigue el criterio establecido para clasificar las herramientas?				
SEITON				
¿Las herramientas de uso MUY FRECUENTE están ubicadas cerca del puesto de trabajo?				
¿Están identificadas las áreas donde se ubican las herramientas?				
¿Se utilizan señales de colores según la importancia de las herramientas?				
¿Las herramientas de uso MUY POCO FRECUENTE están almacenadas correctamente?				
¿Las herramientas están organizadas para facilitar su acceso?				
SEISON				
¿Se realiza la limpieza diaria del área?				
¿Existen responsabilidades definidas?				
¿El área está libre de suciedad?				
¿Las herramientas se encuentran limpias?				
¿Se eliminaron las fuentes de suciedad?				
SEIKETZU				
¿Existen normas para mantener el orden y la limpieza en el área?				
¿Se cuenta con procesos visuales?				
¿Todos los operarios conocen las 5S?				
¿Las 5S forman parte de la rutina diaria de los operarios?				
¿Se supervisa la aplicación de las 5S?				
SEITZUKE				
¿Los operarios cumplen con las 5S sin necesidad de supervisión?				
¿Se fomenta la cultura de mejora continua?				
¿Existen reconocimientos hacia los operarios por cumplir las 5S?				
¿Se aplica alguna multa por el incumplimiento de las normas?				
¿Los líderes supervisan con su ejemplo el cumplimiento de las 5S?				

Nota. En la lista de verificación se muestran los parámetros para determinar si se cumplen cada una de las 5S.

Mediante la tabla 27, se pueden controlar y dar seguimiento a la implementación de las 5S, de tal manera que se podrán tomar medidas correctivas con tiempo, logrando que las 5S se implementen de manera adecuada

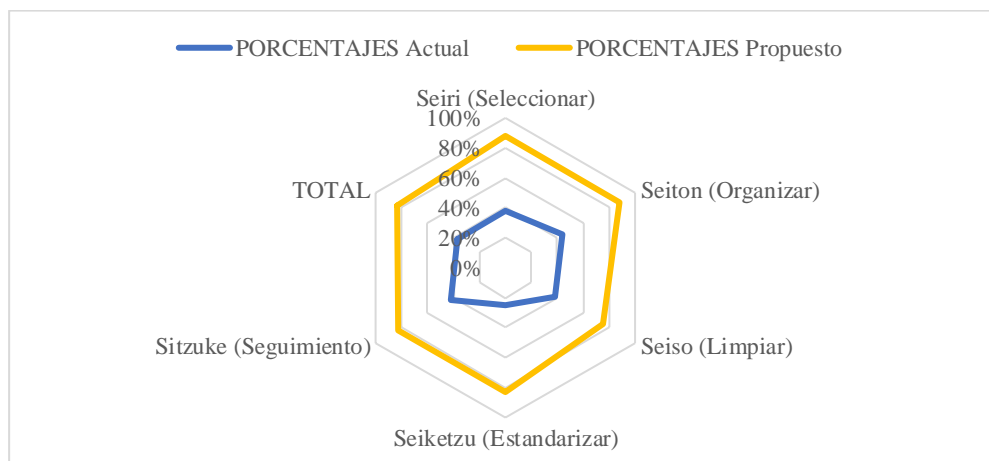
Evaluación final.

La evaluación final se llevó a cabo en referencia a las tarjetas de control diseñadas para cada una de las 5S, estas funcionaron como instrumentos de seguimiento y control, donde se establecieron lineamientos orientado a la mejora continua de las condiciones del área de armado. La aplicación de estas permitió verificar el cumplimiento de los criterios relacionados con las 5S.

Se elaboró un diagrama de red mostrando las mejoras luego de la implementación de las 5S, en la gráfico de a continuación se muestran los resultados en comparación con los anteriores.

Gráfico 22.

Evaluación final 5S.



Nota. En el gráfico de red se muestra la mejora existente a través de la implementación de las 5S.

En el gráfico 22, se aprecian las mejoras obtenidas a partir de la implementación de las 5S, de tal manera que se aprecian las mejoras evidentes, visualizándose una gran diferencia con respecto al diagrama inicial.

Se concluye que la implementación de las 5S es muy importante para el área de armado, ya que al organizar el lugar de trabajo se consiguen disminuir las demoras causadas por ir a buscar herramientas a otras áreas, por lo que al ser eliminadas mejoran la eficiencia y la productividad.

Kanban.

Es una herramienta Lean que permite tener un mayor control de los procesos mediante tarjetas, estas mismas controlan los inventarios de los productos a necesitar, en el caso del siguiente estudio, la metodología Kanban se aplicó a las piezas necesarias para armar la estructura del producto, siguiendo un orden y las especificaciones de cada tubo.

Estas tarjetas se segmentaron según el nombre de cada uno de los tubos necesarios para la estructura, en cada una se especifica nombre, material, el número de piezas y las medidas de cada uno de estos tubos, a continuación, se presenta la tarjeta principal para el área de armado:

Tabla 28.

Tarjeta Kanban del área de armado.

Kanban				
Partes de la estructura de armado	N°	Ancho	Alto	largo
Anclajes (patas)	17	0.05	0.05	1.11
travesaños(suple)	2	0.05	0.05	11.15
Escuadra 1	8	0.05	0.05	0.96
Escuadra 2	16	0.05	0.05	0.15
Plataforma x	17	0.05	0.05	2.5
Plataforma y	4	0.05	0.05	11.18
Cerchas	8	0.05	0.05	6.5
Cerchas intermedias superiores	6	0.05	0.05	3.1
Soporte de ventana	12	0.05	0.05	1.54
	2	0.05	0.05	0.335
Concha de ventana	12	0.05	0.05	1.54
	2	0.05	0.05	0.335
Zetas y alfas	44	0.05	0.05	0.7
	4	0.05	0.05	0.335
Celosías 1	12	0.05	0.05	
Celosías 2	26	0.05	0.05	

Nota. En la tarjeta Kanban se muestran todo lo necesario para la elaboración de una estructura, tanto medidas de alto y ancho como de largo.

En la tabla 28 se presenta la tarjeta Kanban principal, perteneciente a la operación de armado, en ella se detallan todos los materiales necesarios para ser llevada a cabo todo el proceso general.

A continuación, se presentan las tarjetas Kanban realizadas para cada proceso de corte de material para el área de armado.

Figura 17.

Tarjeta Kanban para anclajes.

Tarjeta Kanban	
Codigo:	
Nombre de la pieza:	Anclajes (patas)
N° de piezas a producir:	17
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones	
Ancho	0.05
Alto	0.05
Largo	1.11

Nota. Se muestra la primera tarjeta Kanban que se realizó para los anclajes.

La tarjeta Kanban representa las especificaciones con las que se deben realizar los anclajes, el tipo de material y el lugar donde estas irán almacenados.

Figura 18.

Tarjeta Kanban para travesaños.

Tarjeta Kanban	
Codigo:	
Nombre de la pieza:	travesaños(suple)
N° de piezas a producir:	2
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones	
Ancho	0.05
Alto	0.05
Largo	11.15

Nota. La segunda tarjeta Kanban se realizó para la elaboración de los travesaños.

En la figura 18, se visualiza la tarjeta Kanban destinada a los travesaños en ella se describen la cantidad que se deben producir de ellos.

Figura 19.

Tarjeta Kanban para escuadras.

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	Escuadra 1	Nombre de la pieza:	Escuadra 2
Nº de piezas a producir:	8	Nº de piezas a producir:	16
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:		Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	0.05
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo	0.96	Largo	0.15

Nota. Las tarjetas Kanban son en relación con la elaboración de los tubos de escuadra.

La figura 19 hace referencia la tarjeta Kanban para la elaboración de las escuadras, las cuales irán soldadas a los soportes.

Figura 20.

Tarjeta Kanban para plataforma.

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	Plataforma x	Nombre de la pieza:	Plataforma y
Nº de piezas a producir:	17	Nº de piezas a producir:	4
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte	Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	0.05
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo	2.5	Largo	11.18

Nota. Se presentan las tarjetas Kanban pertenecientes a la elaboración de la plataforma.

Se visualizan las siguientes tarjetas las cuales son para la elaboración de la plataforma, en ambas se menciona la cantidad que se necesita de material para cada una y sus medidas.

Figura 21.*Tarjetas Kanban para cerchas.*

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	Cerchas	Nombre de la pieza:	Cerchas intermedias superiores
N° de piezas a producir:	8	N° de piezas a producir:	6
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte	Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	0.05
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo	6.5	Largo	3.1

Nota. Las tarjetas Kanban se crearon para la elaboración de las cerchas.

La figura 21 muestran las tarjetas Kanban para cerchas, en ellas se detallan las cantidades, el tipo de material a utilizar en cada una de ellas y el número de piezas a producir.

Figura 22.*Tarjetas Kanban para soportes de ventana.*

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	Soporte de ventana	Nombre de la pieza:	Soporte de ventana
N° de piezas a producir:	12	N° de piezas a producir:	2
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte	Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	0.05
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo	1.54	Largo	0.335

Nota. Las tarjetas Kanban muestran las medidas y cantidades necesarias para la elaboración de los soportes para ventanas.

Las tarjetas Kanban realizadas están hechas para conocer las medidas, materiales y su proceso por el cual pasaran para convertirse en soportes de ventana.

Figura 23.

Tarjetas Kanban para conchas de ventana.

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	Concha de ventana	Nombre de la pieza:	Concha de ventana
N° de piezas a producir:	14	N° de piezas a producir:	14
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte	Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	0.05
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo	1.54	Largo	0.335

Nota. Las tarjetas Kanban muestran los requerimientos necesarios para la elaboración de conchas de ventana.

En la figura 23 se muestran las tarjetas Kanban para la elaboración de conchas de ventana, especificando las medidas, tipos de material a utilizar y el área en el que estas piezas estarán almacenadas.

Figura 24.

Tarjetas Kanban para zetas y alfas.

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	zetas y alfas	Nombre de la pieza:	Zetas y alfas
N° de piezas a producir:	44	N° de piezas a producir:	4
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte	Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	0.05
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo	0.7	Largo	0.335

Nota. Las tarjetas Kanban para la elaboración de zetas y alfas muestran los requerimientos para ser construidas.

A continuación, se muestra la figura 24 en donde se detalla cómo y con qué materiales se van a realizar las alfas y zetas y la cantidad que se necesitaran de cada una de ellas, para poder continuar con el proceso de armado.

Figura 25.

Tarjetas Kanban para celosías.

Tarjeta Kanban		Tarjeta Kanban	
Codigo:		Codigo:	
Nombre de la pieza:	Celosias 1	Nombre de la pieza:	Celosias 2
N° de piezas a producir:	12	N° de piezas a producir:	26
Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado	Material	Tubo cuadrado de acero galvanizado
Proceso:	Corte	Proceso:	Corte
Area de almacen:	Area de corte	Area de almacen:	Area de corte
Dimensiones		Dimensiones	
Ancho	0.05	Ancho	
Alto	0.05	Alto	0.05
Largo		Largo	

Nota. Se presentan las tarjetas Kanban para la elaboración de las celosías.

En la figura 25, se muestran las tarjetas Kanban elaboradas para la construcción de las celosías, las cuales se realizarán mediante el corte de tubos cuadrados de acero galvanizado, de igual manera se indican las medidas de cada una de ellas.

Al realizarse las tarjetas Kanban de cada una de las partes necesarias para la elaboración de la estructura ayudó a la optimización del proceso en general, debido a que, al organizar el proceso inicial y seguir todas las especificaciones se logran tener menos errores, por lo tanto, una disminución importante de desperdicios de material y optimizando tiempos.

Estudio de tiempo.

El estudio de tiempos es una herramienta muy útil en el campo de la ingeniería industrial ya que permite determinar el tiempo estándar que necesitará un operario calificado para realizar una actividad o un proceso completo (Yang et al., 2026). Para este estudio se calcularon tanto el tiempo normal como el estándar, este último será utilizado en la planificación de la producción.

El cálculo del tiempo estándar se realiza mediante el uso de las siguientes fórmulas:

Ecuación 5.

Fórmula del tiempo estándar.

$$T.STD = TN * (1 + Suplementos)$$

$$2920.03 \text{ minutos} = 2561.42 * (1 + 0.14)$$

Donde:

T.STD = tiempo estandar.

Tp = tiempo promedio.

F = factor de actuación del trabajador.

Nota. Se visualiza la ecuación para obtener el tiempo estándar. Adaptado de *Ingeniería industrial: métodos*, B. Niebel & Freivalds, (2009) (p.344), Niebel & Freivalds, (2009), Mc Graw Hill.

Donde el tiempo normal se estima de la siguiente manera:

Ecuación 6.

Fórmula del tiempo normal.

$$\text{Tiempo normal} = Tp * f$$

$$2561.42 \text{ minutos} = 2878.01 * 0.89$$

Donde:

Tp = tiempo promedio.

F = factor de actuación del trabajador.

Nota. Se visualiza la ecuación para obtener el tiempo normal. Adaptado de *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, (p.343), Niebel & Freivalds, (2009), Mc Graw Hill

Una vez obtenido el registro de tiempos, se procedió a llevar a cabo el estudio de tiempos, primeramente, se determinó la necesidad de utilizar la tabla de General Electric Company.

Tabla 29.*General Electric Company.*

Observaciones:	GENERAL ELECTRIC COMPANY	
	TIEMPO DEL CICLO	OBSERVACIONES PARA REALIZAR
Para poder determinar el número de ciclos a observar y registrar en nuestro estudio, tomaremos de referencia la tabla proporcionada por General Electric Company, donde indica el tiempo de ciclo y las observaciones a realizar. Por ende, se observarán 3 ciclos, debido a que el tiempo de ciclo del objeto de estudio es de más de 40 min.	0.1	200
	0.25	100
	0.5	60
	0.75	40
	1	30
	2	20
	2.00-5.00	15
	5.00-10.00	10
	10.00-20.00	8
	20.00-40.00	5
	40.00 ó más	3

Nota. Se visualiza la tabla de General Electric Company. Adaptado de *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, (p.340), Niebel & Freivalds, (2009), Mc Graw Hill

Para realizar un estudio correcto y que otorgue resultados válidos, la tabla indica que debemos basarnos en tres observaciones del proceso.

Además de utilizar la tabla de General Electric Company, el estudio de tiempos también incorpora datos basados en las condiciones de trabajo, fatigas, demoras entre otros aspectos. Para el análisis de estos valores se utilizó la tabla de suplementos por trabajo y la tabla de Westinghouse.

Una vez llevado a cabo el estudio de tiempos se obtuvo un **tiempo estándar de 5.73 días**, este valor representa a todas las actividades del área de armado. Mientras que **el tiempo ciclo fue de 4.66 días**, representativo del tiempo en que se tarda en producir una estructura como se indica en el **anexo C**. Los valores obtenidos se consideran correctos ya que en ellos se reflejan todos los factores a tener en cuenta para un correcto estudio de tiempo.

Para el estudio que se está desarrollando el tiempo estándar es muy importante, debido a que gracias a este se podrá estandarizar el proceso y desarrollar límites de entrega dentro del área, lo cual beneficiaría a todo el proceso en general.

3.7 Diagramas de procesos propuestos.

En el área de armado una vez realizadas las propuestas y eliminadas actividades sin valor y desperdicios generados dentro del área, se llevó a cabo la elaboración de los diagramas de recorrido, procesos y de flujo estos propuestos y en conformidad con los resultados obtenidos anteriormente en este estudio.

Diagrama de flujo propuesto.

Gráfico 23.

Diagrama de flujo propuesto.




UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA INGENIERIA INDUSTRIAL		CARROCERIAS Patricio ICIEPIEDA							
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS									
ESTUDIO Nº									
EMPRESA		MODELO	RESUMEN	ACTUAL	PROPUESTO				
CARROCERIAS PATRICIO CEPEDA CIA. LTDA.		HINO AK - PC 360	○ OPERACION	0	0				
ÁREA DE ESTUDIO			□ INSPECCION	1	1				
ÁREA DE ARMADO DE ESTRUCTURAS			⇒ TRANSPORTE	2	2				
Preparación del material para la estructura de la carrocería		RESPONSABLE	⊗ OPERACION COMB	2	2				
		ARCOS HÉCTOR	▽ ALMACENAMIENTO	2	2				
MÉTODO			D DEMORA	1	0				
ELABORADO POR: PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL - TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA		PROPUESTO	TIEMPO		480.45	478.621			
		18-feb-25	DISTANCIA		41	41			
		19-feb-25	SIMBOLOS						
DESCRIPCION DE LOSELEMENTOS O ACTIVIDAD	DISTANCIA(MTS)	T.O (min)	○	□	⇒	⊗	▽	D	OBSERVACIONES
1 La perfilera es recibida en bodegas		10							
2 Verificación de las dimensiones de los perfiles		5.93							Un operario realiza la verificación de los espesores
3 Transporte de perfiles al área de corte	35	20.80							
4 Corte y verificación de todas las piezas del armado según el plano		426.02							Se realiza el corte y verificación de medidas de tubos para patas, escuadras, celosías, plataforma, cerchas y conchas de ventana
5 Transporte de tubo de soporte al área de suelda	6	9.14							Se trasladan las patas hacia el área de suelda
6 Suelda y verificación del tubo de soporte al anclaje (patas)		5.38							Se apuntan y verifican los tubos, según el plano
7 Los tubos de soporte de plataforma (patas) se almacenan en el área de corte		1.35							Se almacenan los tubos hasta finalizada la preparación del chasis
TOTALES	41	478.62	0	1	2	2	2	0	

Nota. Se presenta el diagrama de flujo con respecto a la primera actividad que se realiza.

En el gráfico 23, en comparación con el diagrama actual, una demora fue eliminada, lo cual acorto el tiempo de producción con respecto a la preparación del material, es decir, el corte, de todos los tubos para iniciar el armado y montado de soporte, el tiempo disminuyo 1.83 minutos

Gráfico 24.

Diagrama de flujo propuesto 2.




 		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA INGENIERIA INDUSTRIAL					
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS							
ESTUDIO N°							
EMPRESA		MODELO		RESUMEN		ACTUAL	PROPUESTO
CARROCERÍAS PATRICIO CEPEDA CÍA. LTDA.		HINO AK - PC 360		○	OPERACIÓN	2	2
ÁREA DE ESTUDIO		ACTIVIDAD		□	INSPECCIÓN	0	0
ÁREA DE ARMADO DE ESTRUCTURAS		Construcción y colocación de piso		⇒	TRANSPORTE	0	0
MÉTODO		RESPONSABLE		⊙	OPERACIÓN COMB.	1	1
ACTUAL		OCAÑA GENARO		▽	ALMACENAMIENTO	2	2
PROPUESTO		x		D	DEMORA	0	0
ELABORADO POR: PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL - TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA		FECHA INICIAL		TIEMPO		76.0	77.3
		21-feb-25		DISTANCIA		0	0
		FECHA FINAL		SIMBOLOS			
		21-feb-25		○	□	⇒	⊙
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS O ACTIVIDAD		DISTANCIA (MTS)	T.O (min)	▽	D	OBSEVACIONES	
1	Los tubos para la construcción de la plataforma son almacenados en el área de corte						
2	Empalme de tubos longitudinales a la plataforma		46.644				Se procede a apuntar los tubos longitudinales
3	Armado de plataforma		14.844				Se procede a colocar los tubos restantes para el armado completo de la plataforma
4	Suelda de partes de la plataforma		15.783				Se procede a apuntar y verificar las partes de la plataforma para mayor estabilidad
5	Se almacena la estructura avanzada en el área de armado						
TOTALES		0	77.27	2	0	0	1
						2	0

Nota. Se presenta el diagrama de flujo perteneciente a la construcción y colocación del piso.

En el diagrama de flujo presentado se visualiza la inexistencia de demoras y transportes y se obtuvo un tiempo de 77.3 minutos, que es tiempo que se demoró en realizar las actividades. Igualmente se visualiza que, al no existir transportes, los deslizamientos desaparecen, lo cual ayuda a que el proceso sea continuo y con pocas distracciones, que generen tiempos muertos.

Gráfico 25.

Diagrama de flujo propuesto 3.

 		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA INGENIERIA INDUSTRIAL								
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS										
ESTUDIO N°										
EMPRESA			MODELO		RESUMEN		ACTUAL	PROPUESTO		
CARROCERÍAS PATRICIO CEPEDA CÍA. LTDA.			HINO AK - PC 360		○	OPERACIÓN	16	16		
					□	INSPECCIÓN	3	3		
ÁREA DE ESTUDIO		ACTIVIDAD	OCAÑA GENARO		⇒	TRANSPORTE	5	5		
ÁREA DE ARMADO DE ESTRUCTURAS		Armado de estructura			⊗	OPERACIÓN COMB.	15	15		
MÉTODO		ACTUAL	x	▽	ALMACENAMIENTO	4	2			
ELABORADO POR: PERERO MUÑOZ JULIO ARIEL - TUSTON GUANO SANDY MAGDALENA		TIEMPO		D	DEMORA	11	0			
		PROPUESTO		DISTANCIA		2681.53	2379.02			
		FECHA INICIAL		20-fe-b-25		DISTANCIA		268	119	
FECHA FINAL		25-fe-b-25		SIMBOLOS			OBSERVACIONES			
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS O ACTIVIDAD		DISTANCIA (Mts)	T.O (min)	○	□	⇒		⊗	▽	D
1	Recepción de chasis y almacenamiento en el área de armado		5.35					⊕		Se recibe y almacena el chasis para el respectivo desmontaje de sus partes
2	Inspección del chasis por el Jefe de producción		6.79		⊕					
3	Desmontaje de accesorios del chasis		225.62	⊕						
4	Colocación de moquetas de protección al chasis		4.34	⊕						Se protegen las partes más importantes del chasis
5	Nivelación de chasis		21.73		⊕					El chasis es nivelado por medio de Cuerdas
6	Transporte de soporte de plataforma (patas)	40	0.51			⇒				Se traslada los tubos de soporte al área de armado
7	Se determinan los ejes y medias del chasis para colocación de soportes (patas)		56.58				⊕			Se determinan y verifican mediante el uso de planos
8	Colocación de los tubos de soporte de plataforma (patas) sobre el chasis		115.70				⊕			Se sujetan los tubos con prensas, sin apuntar al chasis también se verifica su correcta colocación (según plano)
9	Perforación de soportes de plataforma (Patas) al chasis		32.63	⊕						Se realiza la perforación con diferentes brocas en el siguiente orden: 3/16plg; 3/8plg; 1/2plg.
10	Colocación y torquedo de pernos, entre soporte de platafo		15.51				⊕			Uso y verificación con el torquímetro

11	Suelda de puntales en diagonal u horizontal entre los soportes		36.97					
12	Alineamiento de soportes (patas) para el montaje del suple		18.86					Se nivela y verifica
13	Transporte de Travesaños horizontales (suple)	40	0.70					
14	Montaje de Travesaño horizontales (suple)		127.41					
15	Transporte de la plataforma hacia el área de armado	12	8.571					El transporte de la plataforma se realiza con varias personas de entre 8- 10
16	Montaje de la plataforma al chasis		15.28					Se coloca y verifica la plataforma, una vez esta colocada sobre el chasis
17	Suelda de plataforma al suple		24.8					Se procede a apuntar y verificar
18	Colocación de niveladores en la parte baja de la plataforma		213.806					Tubos de 100x50 usados para nivelar
19	Nivelación de plataforma por medio de cuerda de nivel		41.036					
20	Suelda de plataforma a los niveladores		8.875					Únicamente se realizan pequeños puntos de suelda, para más adelante poder retirarlos
21	Transporte de tubo (escuadras) hacia el área de armado	15	8.716					Se transportan tubos de escuadra
22	Montaje de tubos (escuadra) en la plataforma		100.046					Se realiza el montaje y verificación de los tubos de escuadra
23	Punteado de tubos (escuadra) en la plataforma		12.467					
24	Transporte de tubos de laterales hacia el área de armado	12	10.49					Celosías, cerchas y soportes de ventana
25	Apuntado y verificación de cercha a la plataforma		175.15					Se verifican y apuntan en la plataforma

26	Punteado de puntales a las cerchas		14.80							Se procede a realizar puntos de suelda de puntales a cerchas delanteras y trasera
27	Colocación de cuerda y verificación de nivel de cerchas		18.07							Se nivelan las cerchas para la previa colocación de cercas intermedias según el plano
28	Colocación y verificación de cerchas intermedias (laterales) en plataforma		61.83							Se procede a l montaje, verificación según el plano y apuntado
29	Punteado de puntales a las cerchas		30.04							Se realizan puntos de suelda, para luego poder quitar los puntales
30	Colocación y verificación de soporte de ventana en los laterales		89.58							Se colocan y verifican según el plano
31	Punteado de soporte de ventana en laterales		9.82							Se realizan pequeños puntos de suelda entre el tubo y la cercha
32	Colocación y verificación de los tubos (concha de ventana) en los laterales		74.34							Se colocan y verifican según el plano
33	Punteado de tubos (concha de ventana) en laterales		19.61							Se realizan pequeños puntos de suelda entre el tubo y la cercha
34	Colocación y verificación de cerchas intermedias superiores en concha de ventana		25.23							Se colocan y verifican según el plano
35	Punteado de cerchas intermedias superiores en concha de ve		11.35							Se realizan pequeños puntos de suelda entre el tubo y la cercha
36	Colocación y verificación de alfas y zetas (encerchamiento)		186.89							Se colocan y verifican según el plano
37	Punteado de alfas y zetas (encerchamiento)		12.76							Se realizan pequeños puntos de suelda
38	Colocación y verificación de celosías en plataforma		33.72							Se colocan y ajustan
39	Punteado de celosías		23.07							Se realizan pequeños puntos de suelda
40	Suelda general de la estructura		480.0							La estructura terminada es sometida a una suelda general
41	La estructura terminada es almacenada en el área de armado									
TOTALES			119	2379.02	16	3	5	15	2	0

Nota. En el gráfico se muestra el diagrama de flujo general.

Como podemos observar en los diagramas de flujo propuestos, hubo una gran disminución de tiempos en lo que respecta a demoras dentro del proceso, se eliminaron 5.82 horas en demoras, causadas por el traslado de materiales, correcciones (desperdicio de material), por la búsqueda y traslado de herramientas.

Estas demoras fueron eliminadas, gracias a las herramientas Lean:

- 5S apoyo a la mejora del proceso, ayudando con disminución de las demoras causadas por el traslado y búsqueda de materiales y herramientas, con la colaboración de las 5S se logró reubicar las herramientas, materiales que antes se localizaban en otras áreas y eliminando aquellas que no eran necesarias dentro de la estación de trabajo. Mediante la organización con respecto al orden y la limpieza del área, se logró mantener un espacio limpio y libre de peligros para los operarios encargados del área de armado.
- Kanban, gracias a las tarjetas creadas para los materiales necesarios para la construcción de la estructura, se logró eliminar los desperdicios y también tiempos, los cuales antes se utilizaban para el retrabajo de piezas fueron eliminados, optimizando la producción y aumentando la productividad del área.

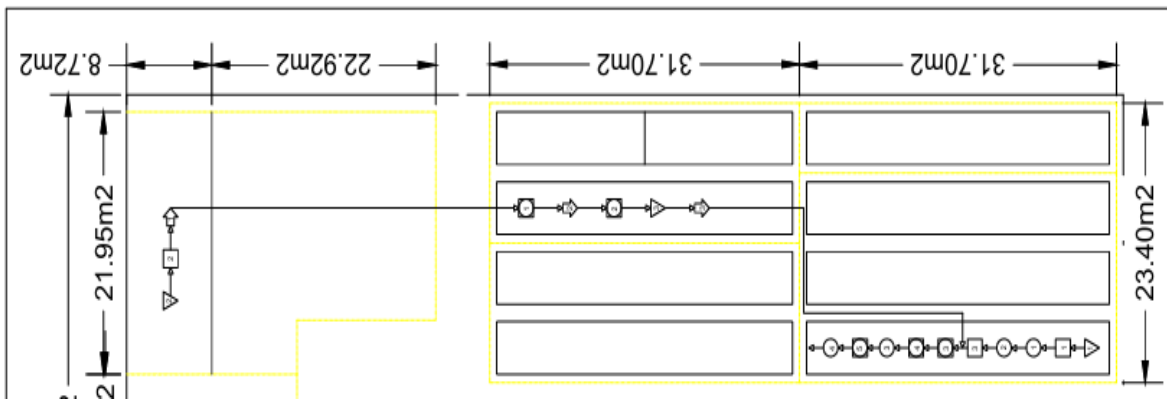
Diagrama de recorrido propuesto.

Los diagramas de recorrido propuestos se elaboraron en base a la eliminación de las demoras y actividades sin valor dentro del área de armado, también gracias a la reubicación de algunos materiales y herramientas, permitiendo que el proceso productivo se realice sin demoras, retrabajos y disminuyendo significativamente las áreas a recorrer por los operarios en búsqueda de elementos necesarios para la actividad que se vaya a realizar.

Al optimizar el área se consigue un sistema de producción mucho más eficiente y productivo, así como se indican más adelante en los indicadores, las mejoras propuestas fueron de gran ayuda, tanto para operarios como para el proceso productivo, creando un espacio de producción más seguro y eficiente.

Gráfico 26.

Diagrama de recorrido propuesto día 1.

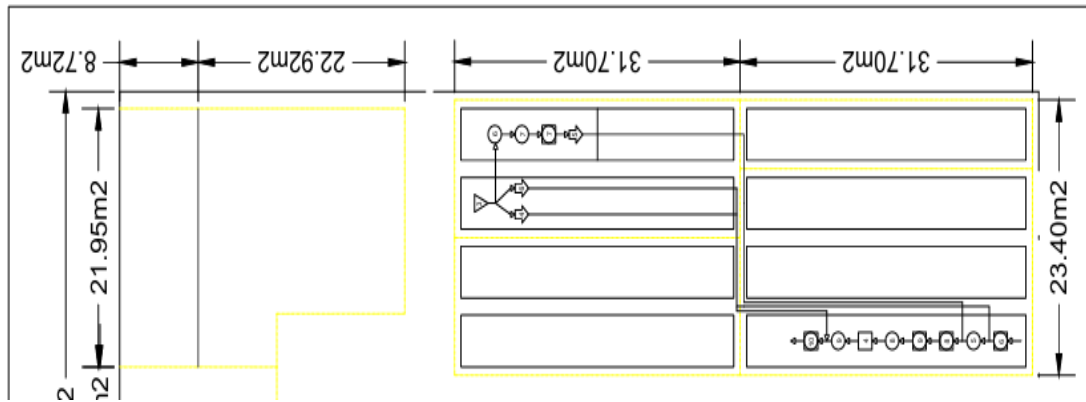


Nota. En el gráfico se presenta el diagrama de recorrido del día 1.

Como se visualiza en el gráfico anterior las actividades que se realizaban en el área de perfilería, antes de la llegada del chasis, ahora se realizan a la par con la verificación y preparación del chasis. Esto disminuye tiempos de producción y se logra mantener el ritmo de producción.

Gráfico 27.

Diagrama de recorrido propuesto día 2.

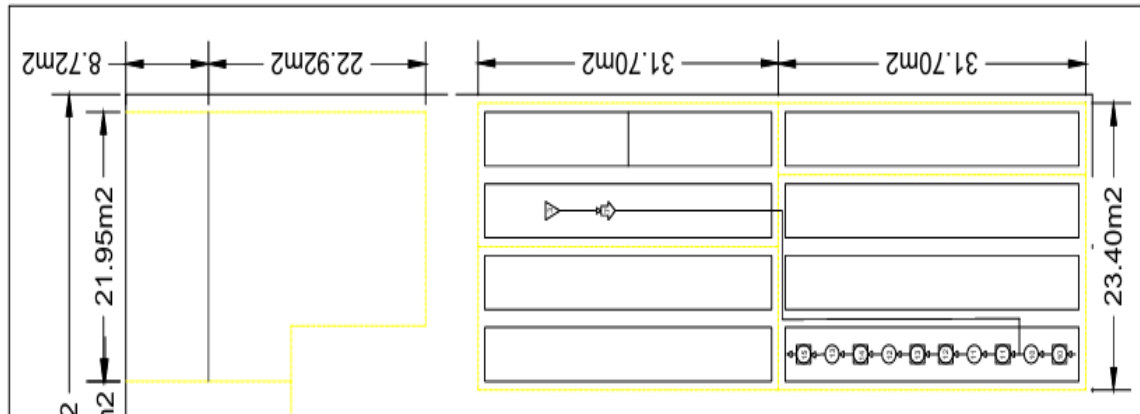


Nota. En el grafico se muestra el diagrama en referencia al segundo día de producción.

Como observamos en el gráfico 27, se realizan a la par actividades en el chasis y actividades en el área de corte, ambas simultáneamente.

Gráfico 28.

Diagrama de recorrido propuesto día 3.

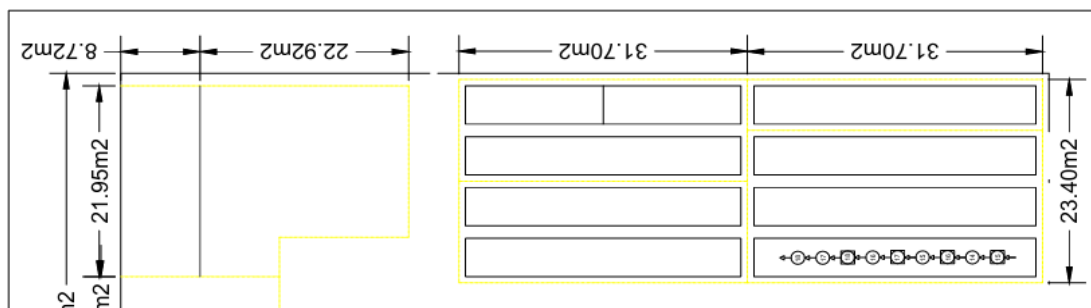


Nota. El diagrama muestra el tercer día de producción.

En el gráfico 28, se visualizan las operaciones que se realizan en el área de armado, el transporte de las demás piezas para el ensamblado, como lo son las cerchas, celosías y soportes de ventana.

Gráfico 29.

Diagrama de recorrido propuesto día 4.



Nota. En el diagrama de flujo se visualizan las operaciones realizadas previo a la suelta general.

Como se observa en el diagrama, en este día únicamente se realizan ensambles a la estructura, para dejar todo terminado y listo para la suelta general.

Tabla 30.

Tiempo de ciclo (sin desperdicios en el área e armado).

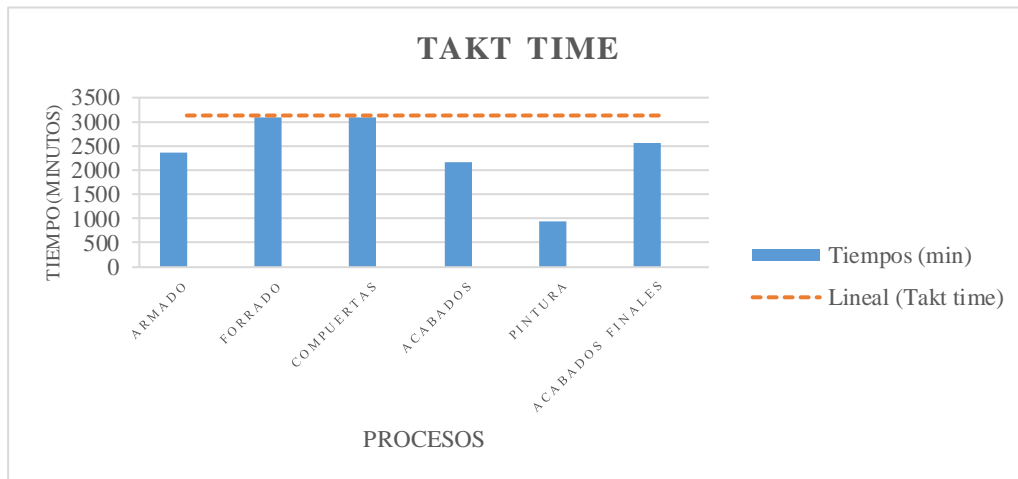
Procesos	Tiempos (min)
Armado	2375,5
Forado	3100
Compuertas	3090
Acabados	2167,5
Pintura	933,47
Acabados finales	2550

Nota. En la tabla se visualizan los tiempos de ciclo de todos los procesos.

En la tabla 30, se presentan los tiempos de ciclo de todos los procesos que intervienen en la elaboración de una carrocería, cabe resaltar que el tiempo disminuyó en el área de armado a raíz de la propuesta implementación de las herramientas lean como kanban y 5S.

Gráfico 31.

Tiempo de ciclo.



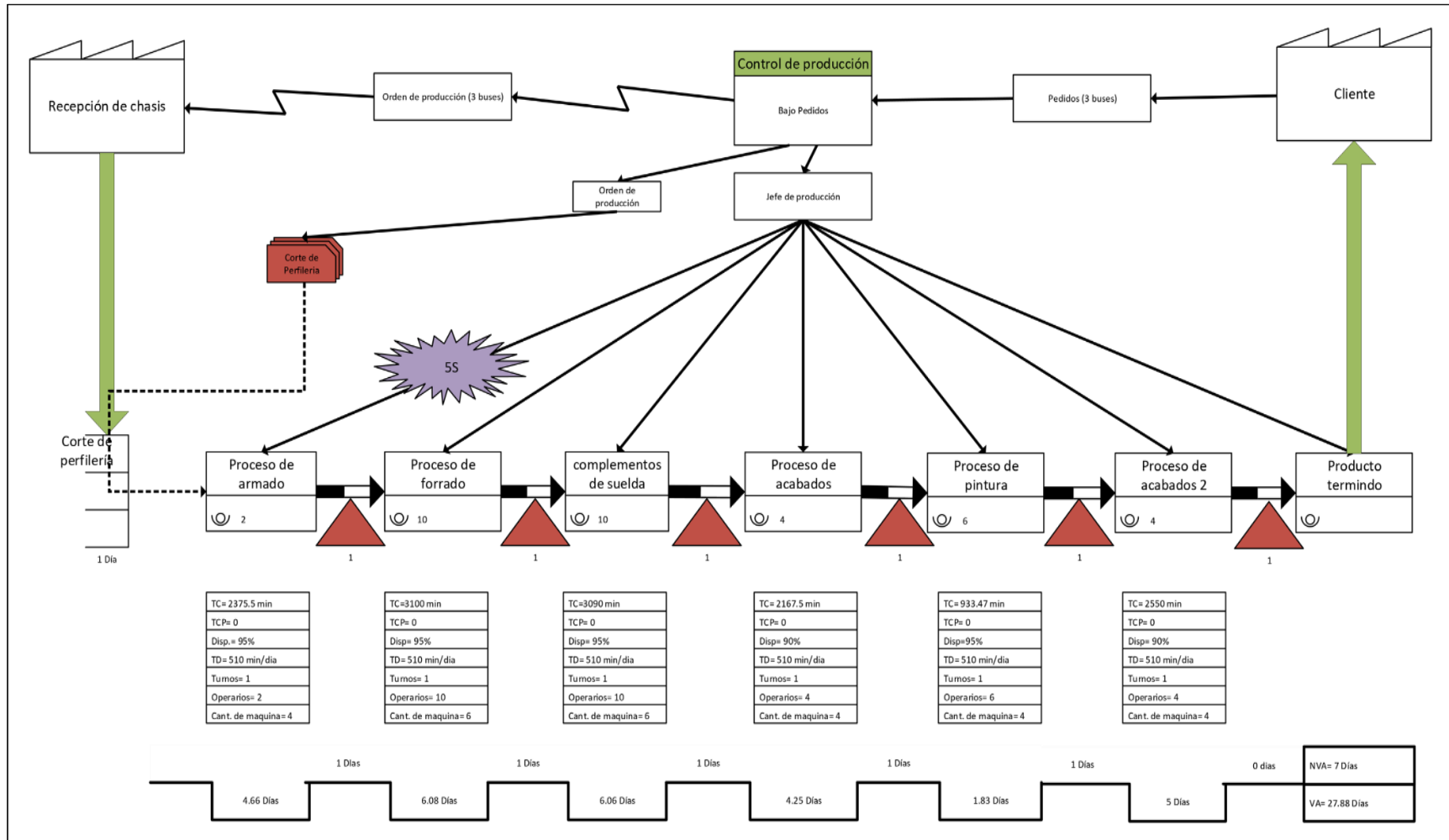
Nota. En la gráfica presentada se visualizan los procesos dentro del ritmo de producción.

Como se observa en el gráfico 31 y en comparación al takt time actual, los tiempos se encuentran dentro del ritmo de producción.

Para representar la mejora alcanzada dentro de la carrocería, se representa en el diagrama VSM, en donde se visualizan las herramientas implementadas para la mejora y los tiempos de producción, los cuales disminuyeron considerablemente.

Gráfico 32.

VSM propuesto.



Nota. Se visualiza el diagrama de VSM propuesto, donde se incluyen las mejoras y herramientas.

En el gráfico 32, se representan las mejoras obtenidas en el proceso general, en el área de armado se obtuvo una disminución del tiempo de ciclo de 3229.37 minutos a 2375.5 minutos, lo cual influyo positivamente en el proceso general, el cual disminuyo de 29 a 27 días.

3.9 Indicadores.

Los indicadores son herramientas de análisis cuantitativo que ayudan a determinar el grado de impacto con relación al objeto de estudio, estos pueden ser para medir la productividad, la eficiencia y desperdicios. También evalúan que tanto ha mejorado nuestro proceso según las herramientas implementadas (Luozzo et al., 2023).

Indicadores de productividad.

Los indicadores de productividad son aquellos que miden la relación entre las entradas (output) y las salidas (input) (Herrera, 2020)

Datos:

Tiempo actual: 6.33 días/estructura.

Tiempo sin desperdicios: 4.66 días/estructura.

Días laborables en un mes: 22 días.

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

$$Productividad actual = \frac{22 \text{ días}}{6.33 \text{ días/estructura}} = 3.47 \frac{Estructuras}{mes}$$

$$Productividad sin desperdicios = \frac{22 \text{ días}}{4.66 \text{ días/estructura}} = 4.72 \frac{Estructuras}{mes}$$

Productividad en función al costo de mano de obra.

Costo mano de obra: \$487 Mensual *2 operarios = \$974 Mensual

$$PMF = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Costo M.O. mensual}}$$

$$PMF_{\text{actual}} = \frac{3.47 \text{ Estructuras/mes}}{\$ 974} = 0.00356 \text{ Estructuras por dolar}$$

$$PMF_{\text{propuesto}} = \frac{4.72 \text{ Estructuras/mes}}{\$ 974} = 0.00484 \text{ Estructuras por dolar}$$

Análisis.

Como se visualiza que con las propuestas realizadas aumentó el número de estructuras realizadas conforme al precio de la mano de obra, este valor aumento de 0.0036 estructuras por cada dólar invertido en mano de obra a 0.0048 estructuras, lo cual resalta la eficacia alcanzada en el área de amado.

$$\% \text{ de productividad} = \frac{0.00484 - 0.00356}{0.00356} * 100 = 35.96\%$$

Al calcular el índice de productividad tanto actual como propuesto se observa un aumento de la productividad cuando esta se lleva a cabo sin desperdicios, es decir el estudio realizado aumenta la productividad a un 35.9% dentro del área de armado.

Indicadores de desperdicio.

Este tipo de indicador pertenece a la filosofía lean manufacturing, la cual indica sobre la necesidad de eliminar desperdicios y actividades que no generen valor al proceso, el indicador de desperdicio ayuda a obtener el total de desperdicios existentes dentro del área de trabajo (Vicharra & Pacheco, 2022).

Tasa de desperdicios.

Datos:

Tiempo actual (real): 6.33 días.

Tiempo sin desperdicios (Ideal): 4.66 días.

$$Tasa\ de\ desperdicios\ (\%) = \left(\frac{T_{Real} - T_{Ideal}}{T_{Real}} \right) * 100$$

$$Tasa\ de\ desperdicios\ (\%) = \left(\frac{6.33\ días - 4.66\ días}{6.33\ días} \right) * 100 = 26.44\%$$

La tasa de desperdicios existente era del 26.44%, lo cual es un valor significativo y que no puede pasar desapercibido, a lo que la implementación de las herramientas Lean ayudan a que este sea eliminado.

Indicadores de eficiencia.

Los indicadores de eficiencia ayudan a ver qué tan eficiente es el trabajo que se realiza dentro del área, gracias a él podemos saber si se está trabajando bien o si existen inconvenientes que pueden resolverse (Herrera, 2020).

Eficiencia

$$Eficiencia = \left(\frac{T_{Ideal}}{T_{Real}} \right) * 100$$

$$Eficiencia = \left(\frac{4.66}{6.33} \right) * 100 = 73.56\%$$

La tasa de eficiencia dentro del área de armado luego de la implementación de las herramientas lean manufacturing es del 73.56%.

Indicadores de la capacidad.

Los indicadores de capacidad son aquellos que permiten conocer que tanto puede producir nuestra área o empresa y que tanto de la capacidad está siendo ocupada, gracias a esta se podrán observar las mejoras realizadas gracias a las herramientas Lean (Luozzo et al., 2023).

Utilización de capacidad.

Datos:

Tiempo disponible: 22 días.

Tiempo requerido: 4.66 días.

Producción mensual: 4 estructuras/mes.

Tiempo total de utilización del mes.

$$4 \text{ estructuras} * 4.66 \text{ días} = 18.64 \text{ días}$$

$$\text{Utilizacion de capacidad} = \left(\frac{18.64 \text{ días}}{22 \text{ días}} \right) * 100 = 84.7\%$$

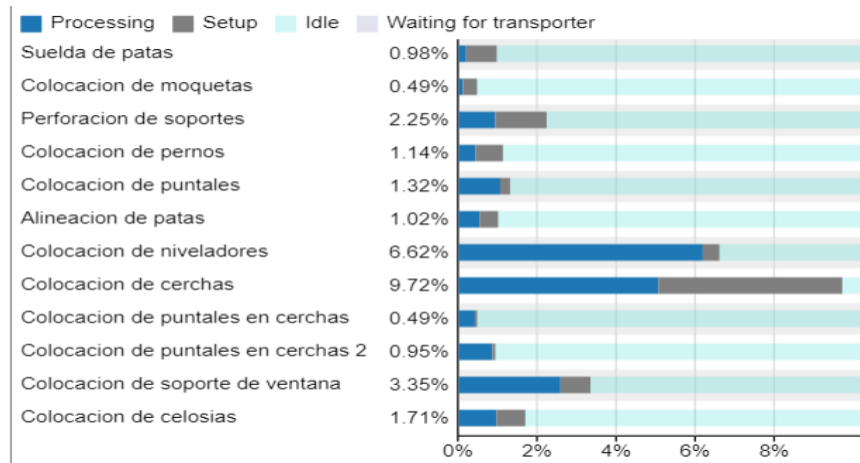
Mediante el uso del indicador de capacidad se obtuvo que un 84.7% está siendo utilizada la capacidad dentro del área de armado.

3.10 Simulación en software.

Para verificar el estado de la planta conforme a las mejoras propuestas a partir de la implementación de herramientas Lean. Se llevo a cabo la elaboración de una simulación actual y propuesta para resaltar las mejoras, en el software FlexSim que se muestra en el anexo **D**.

Gráfico 33.

Tiempos improductivos.



Nota. Se visualizan los tiempos improductivos dentro del área de armado. Realizado en el software FlexSim.

Se observa que las actividades con mayor tiempo improductivos son las de colocación de cerchas, de niveladores y soportes de ventana, esto se debe a la espera por transporte, lo cual refleja la falta de sincronización en el transporte de piezas.

Gráfico 34.

Tiempo de ciclo.

Tiempos de ciclo

Object	AvgStaytime	MinStaytime	MaxStaytime
Verificacion de perfileria	5.90	5.90	5.90
Corte de perfileria	420.03	419.96	420.05
Suelda de patas	25.03	25.03	25.03
verificacion de chasis	6.76	6.76	6.76
Desmontaje de chasis	222.44	222.44	222.44
Colocacion de moquetas	16.59	16.59	16.59
Nivelacion de chasis	21.48	21.48	21.48
Verificacion de medidas	56.24	56.24	56.24
Colocacion de soportes	114.10	114.10	114.10
Perforacion de soportes	76.43	76.43	76.43
Colocacion de pernos	38.78	38.78	38.78
Colocacion de puntales	44.92	44.92	44.92
Alineacion de patas	34.73	34.73	34.73
Montaje de suple	125.65	125.65	125.65
Empalmes de tubos	46.00	46.00	46.00
Armado de plataforma	14.65	14.65	14.65
Suelda de plataforma	15.62	15.62	15.62
Montaje de plataforma	15.09	15.09	15.09
Suelda de plataforma al chasis	24.51	24.51	24.51
Colocacion de niveladores	225.03	225.03	225.03
Nivelacion de plataforma	40.48	40.48	40.48
Suelda de niveladores	8.82	8.82	8.82
Montaje de escuadras	98.68	98.68	98.68
Punteado de escuadras	12.36	12.36	12.36
Colocacion de cerchas	330.68	330.68	330.68
Colocacion de puntales en cerchas	16.61	16.61	16.61
Colocacion de cuerdas	17.87	17.87	17.87
Colocacion de cerchas intermedias	61.01	61.01	61.01
Colocacion de puntales en cerchas 2	32.29	32.29	32.29
Colocacion de soporte de ventana	114.07	114.07	114.07
Punteado de soporte de ventana	9.68	9.68	9.68
Colocacion de concha de ventana	73.31	73.31	73.31
Punteado de concha de ventana	14.29	14.29	14.29
Colocacion de cerchas intermedias sup	24.94	24.94	24.94
Punteado de cerchas intermedias sup1	11.25	11.25	11.25
Colocacion de alfas y zetas	184.27	184.27	184.27
Punteado de alfas y zetas1	12.64	12.64	12.64
Colocacion de celosias	58.07	58.07	58.07
Punteado de celosias1	22.80	22.80	22.80
Suelda general	480.07	480.07	480.07

Nota. Se presentan todos los tiempos de ciclo de todas las actividades pertenecientes al área de armado. Realizado en el software FlexSim.

El gráfico 34 muestra el tiempo de ciclo de todos los procesos que conforman el área de armado, gracias a la información proporcionada se pueden visualizar tanto las actividades con un mayor o menor tiempo de duración. Estos ayudan a detectar aquellas actividades candidatas a optimizarse o dividirse para equilibrar la producción.

Gráfico 35.

Unidades procesadas.

Object	Throughput
Verificacion de perfileria	4
Corte de perfileria	4
Suelda de patas	4
verificacion de chasis	4
Desmontaje de chasis	3
Colocacion de moquetas	3
Nivelacion de chasis	3
Verificacion de medidas	3
Colocacion de soportes	3
Perforacion de soportes	3
Colocacion de pernos	3
Colocacion de puntales	3
Alineacion de patas	3
Montaje de suple	3
Empalmes de tubos	4
Armado de plataforma	4
Suelda de plataforma	4
Montaje de plataforma	3
Suelda de plataforma al chasis	3
Colocacion de niveladores	3
Nivelacion de plataforma	3
Suelda de niveladores	3
Montaje de escuadras	3
Punteado de escuadras	3
Colocacion de cerchas	3
Colocacion de puntales en cerchas	3
Colocacion de cuerdas	3
Colocacion de cerchas intermedias	3
Colocacion de puntales en cerchas 2	3
Colocacion de soporte de ventana	3
Punteado de soporte de ventana	3
Colocacion de concha de ventana	3
Punteado de concha de ventana	3
Colocacion de cerchas intermedias sup	3
Punteado de cerchas intermedias sup1	3
Colocacion de alfas y zetas	3
Punteado de alfas y zetas1	3
Colocacion de celosias	3
Punteado de celosias1	3
Suelda general	3

Nota. El gráfico muestra el número de unidades procesadas. Realizado en el software FlexSim.

Se visualiza que en algunas actividades se obtiene un throughput = 4, mientras que en otras es de 3, esto indica que se limita la producción por posibles cuellos de botella y también puede ser causado por la desincronización de algunos procesos en el área productiva.

Gráfico 36.

Unidades producidas mensualmente.

Unidades mensuales

Object	Throughput
Almacenamiento final	3

Nota. En el gráfico se representa las unidades producidas mensualmente, de acorde al tiempo de sus actividades. Realizado en el software FlexSim.

En el gráfico 36 se visualiza que el número de unidades producidas mensualmente es 3 unidades, representando el flujo actual de trabajo.

En conclusión, estos diagramas ayudan a percibir los cuellos de botella existentes en el proceso, los elevados tiempos de inactividad y la clara oportunidad de mejora existente, la cual se realizará con la implementación de las herramientas Lean.

FlexSim propuesto.

En base a los problemas detectados anteriormente, se procedió a realizar una propuesta en base a las herramientas lean: 5S y Kanban, posteriormente se realizó una simulación indicando las mejoras, obteniendo los siguientes resultados:

Gráfico 37 .

Tiempos de ciclo.

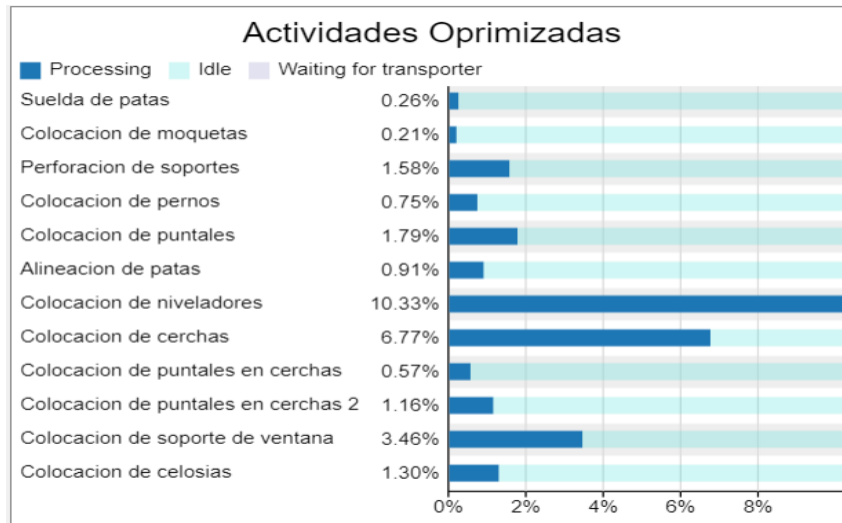
Object	Avg Staytime	Min Staytime	Max Staytime
Verificacion de perfileria	5.90	5.90	5.90
Corte de perfileria	420.03	419.96	420.05
Suelda de patas	5.30	5.30	5.30
verificacion de chasis	6.76	6.76	6.76
Desmontaje de chasis	222.44	222.44	222.44
Colocacion de moquetas	4.35	4.35	4.35
Nivelacion de chasis	21.48	21.48	21.48
Verificacion de medidas	56.24	56.24	56.24
Colocacion de soportes	114.10	114.10	114.10
Perforacion de soportes	32.23	32.23	32.23
Colocacion de pernos	15.35	15.35	15.35
Colocacion de puntales	36.50	36.50	36.50
Alineacion de patas	18.66	18.66	18.66
Montaje de supe	125.65	125.65	125.65
Empalmes de tubos	46.00	46.00	46.00
Armado de plataforma	14.65	14.65	14.65
Suelda de plataforma	15.62	15.62	15.62
Montaje de plataforma	15.09	15.09	15.09
Suelda de plataforma al chasis	24.51	24.51	24.51
Colocacion de niveladores	210.80	210.80	210.80
Nivelacion de plataforma	40.48	40.48	40.48
Suelda de niveladores	8.82	8.82	8.82
Montaje de escuadras	98.68	98.68	98.68
Punteado de escuadras	12.36	12.36	12.36
Colocacion de cerchas	172.70	172.70	172.70
Colocacion de puntales en cerchas	14.65	14.65	14.65
Colocacion de cuerdas	17.87	17.87	17.87
Colocacion de cerchas intermedias	61.01	61.01	61.01
Colocacion de puntales en cerchas 2	29.67	29.67	29.67
Colocacion de soporte de ventana	88.36	88.36	88.36
Punteado de soporte de ventana	9.68	9.68	9.68
Colocacion de concha de ventana	73.31	73.31	73.31
Punteado de concha de ventana	14.29	14.29	14.29
Colocacion de cerchas intermedias sup	24.94	24.94	24.94
Punteado de cerchas intermedias sup1	11.25	11.25	11.25
Colocacion de alfas y zetas	184.27	184.27	184.27
Punteado de alfas y zetas1	12.64	12.64	12.64
Colocacion de celosias	33.30	33.30	33.30
Punteado de celosias1	22.80	22.80	22.80
Suelda general	480.07	480.07	480.07

Nota. En el gráfico se presentan los tiempos de ciclo. Realizado en el software FlexSim.

En el gráfico se visualiza que se obtuvo una considerable disminución del tiempo de ciclo de las actividades, cuyo tiempo era excesivo.

Gráfico 38.

Actividades optimizadas.



Nota. Se visualizan las actividades que fueron optimizadas. Realizado en el software FlexSim.

En el gráfico 38 se pueden observar que los procesos optimizados fueron varios, estos mismo son de suma importancia para el proceso en general. Por lo que se percibe que las herramientas lean aportaron positivamente en la optimización del área de armado.

Gráfico 39

Unidades procesadas.

Unidades Procesadas	
Object	Throughput
Verificacion de perfileria	5
Corte de perfileria	5
Suelda de patas	5
verificacion de chasis	5
Desmontaje de chasis	5
Colocacion de moquetas	5
Nivelacion de chasis	5
Verificacion de medidas	5
Colocacion de soportes	5
Perforacion de soportes	5
Colocacion de pernos	5
Colocacion de puntales	5
Alineacion de patas	5
Montaje de suple	5
Empalmes de tubos	5
Armado de plataforma	5
Suelda de plataforma	5
Montaje de plataforma	5
Suelda de plataforma al chasis	5
Colocacion de niveladores	5
Nivelacion de plataforma	4
Suelda de niveladores	4
Montaje de escuadras	4
Punteado de escuadras	4
Colocacion de cerchas	4
Colocacion de puntales en cerchas	4
Colocacion de cuerdas	4
Colocacion de cerchas intermedias	4
Colocacion de puntales en cerchas 2	4
Colocacion de soporte de ventana	4
Punteado de soporte de ventana	4
Colocacion de concha de ventana	4
Punteado de concha de ventana	4
Colocacion de cerchas intermedias sup	4
Punteado de cerchas intermedias sup1	4
Colocacion de alfas y zetas	4
Punteado de alfas y zetas1	4
Colocacion de celosias	4
Punteado de celosias1	4
Suelda general	4

Nota. En el gráfico se representan las unidades producidas por actividad. Realizado en el software FlexSim.

En el gráfico 39, se visualiza que las unidades producidas aumentaron con respecto a la simulación anterior, esto quiere decir que la implementación de las herramientas lean lograron optimizar el área.

Gráfico 40

Unidades producidas mensualmente.

Unidades mensuales	
Object	Throughput
Almacenamiento final	4

Nota. En el gráfico se visualizan el número de unidades producidas en un mes. Realizado en el software FlexSim.

En el gráfico 40, se muestran las unidades que se producirán luego de la implementación de la propuesta de mejora, está en comparación a la simulación actual resulta mucho más productiva, produciendo 4 estructuras mensualmente.

Conclusión general.

El software FlexSim, permite apreciar donde se desarrollan cuellos de botella y los posibles motivos que lo causan, a partir de esta deducción se implementaron herramientas como 5S y Kanban, las cuales ayudaron a reducir el tiempo de ciclo y por ende aumento la productividad, ya que anteriormente se producía 3 estructuras mensuales, luego de esta propuesta el número se elevó a 4 estructuras mensuales.

3.11 Instructivo.

Para lograr las mejoras propuestas anteriormente con el uso de las herramientas de manufactura esbelta, es necesario establecer políticas y normas orientadas al área de estudio. Las políticas dentro del área de armado servirán como una guía para los operarios a cargo, quienes

conocerán de esta forma los estándares a cumplir dentro del área. Por otro lado, al contar con normas visibles que se muestran en el anexo E y bien definidas ayudará a mantener el espacio de trabajo organizado, lo cual es de suma importancia para la elaboración correcta de las actividades, permitiendo a los operarios contar con normas claras que les permitirá tener siempre presentes las pautas de trabajo, asimismo se realizó un diseño realizado en el software SolidWorks como se muestra en el anexo F, del área para establecer un orden lógico y técnico del proceso de armado.

A continuación, se detallan las políticas realizadas para el área de armado:

Políticas del área de armado.

- I. Primero seguridad.** Todas las actividades que conforman el proceso de armado deben realizarse siguiendo las normas de seguridad.
- II. Cero retrabajos.** Las piezas que se realicen dentro del área deben cumplir con las medidas y especificaciones despuestas desde el inicio del proceso.
- III. Eficiencia y productividad.** Se deben eliminar desperdicios y minimizar tiempos muertos mediante la mejora continua.
- IV. Orden dentro del área.** Aplicación diaria de la metodología 5S.
- V. Capacitaciones.** Los operarios deben contar con capacitaciones en uso de herramientas, lecturas de planos y medición.
- VI. Responsabilidad.** Cada operario del área de armado es responsable del cumplimiento de los estándares definidos y de su puesto de trabajo.

Las políticas del área de armado son importantes para poder establecer estándares claros en la ejecución de las actividades. También permite organizar el proceso de manera eficiente, reduciendo tiempos improductivos, demoras y desperdicios. Al definir los procedimientos

cotidianos dentro del área, se mejora la coordinación con los operarios, lo cual garantizará la calidad de producto y contribuirá a tener un espacio de trabajo organizado.

Estos instructivos son fundamentales para el área de armado, estos estarán implicados en el inicio del proceso, en donde se crean estándares a partir de estos instrumentos. Por otro lado, para la implementación total de las herramientas lean, se realizaron instructivos tanto para las 5S como se muestra en el anexo **H**, como para las tarjetas kanban que se evidencia en el anexo **I**, los cuales servirán de mucha ayuda a los operarios a la hora de poner en práctica estas metodologías, indicándoles por donde iniciar y como realizar el trabajo en base a lo dispuesto en los instructivos. De igual manera adicional a los instructivos es necesaria la realización de capacitaciones, para estas se llevó a cabo un cronograma en donde se detallan los temas, fases y quienes impartirán esta herramienta.

El cronograma realizado para la implementación de las herramientas Lean, se organizó para 6 meses, en donde algunas actividades se realizan durante un mes una hora todas las semanas, es decir, al final del mes el equipo del área de armado recibirá 4 capacitaciones. Las actividades serán llevadas a cabo por parte de los mismos miembros del área de armado y también por capacitadores externos que serán contratados por la empresa, así mismo se crea el equipo Lean el cual está conformado por el jefe de planta, el jefe de producción y el encargado del área de armado.

Figura 26.

Cronograma de capacitaciones.

Cronograma de propuesta en el área: Armado		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Objetivo principal
Actividad	Responsable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Planificación y preparación	Jefe de producción	■	■	■	■																					Preparar un plan para el desarrollo de las actividades
Capacitación al personal sobre Lean Manufacturing, 5S y Kanban	Capacitador externo	■				■				■				■				■				■				Sensibilizar al personal sobre la mejora continua
Diagnóstico inicial del área de armado (auditoría 5S + análisis de	Equipo Lean + Técnico	■	■	■	■																					Identificar desperdicios y puntos críticos
Implementación de la primera S: Clasificación (Seiri)	Operarios + Supervisión					■	■	■	■																	Eliminar lo innecesario del área de trabajo
Segunda S: Ordenar (Seiton)	Operarios									■	■	■	■													Establecer ubicación óptima de herramientas y piezas
Tercera S: Limpieza (Seiso)	Todo el equipo													■	■	■	■									Mantener un entorno limpio y seguro
Cuarta S: Estandarización (Seiketsu)	Supervisión + QA																	■	■	■	■					Crear estándares visuales y listas de verificación
Quinta S: Disciplina (Shitsuke)	Todo el personal																					■	■	■	■	Fomentar hábitos y cultura de orden
Diseño del sistema Kanban (tarjetas, tableros, puntos de reposición)	Ingeniero de procesos	■	■																							Preparar herramientas visuales y flujos de
Implementación del sistema Kanban piloto	Equipo de armado					■	■																			Controlar inventarios de partes y evitar
Evaluación, ajustes y auditoría de resultados (VSM comparativo)	Dirección + Lean Team																								■	Verificar mejoras en tiempos, orden y

Nota. El cronograma de capacitaciones dirigido hacia el equipo encargado del área de armado.

De igual manera es importante resaltar que para llevarse a cabo tanto la implementación de la metodología lean, como de las capacitaciones al personal es necesario realizar un presupuesto, en el cual se detallen los gastos y el costo total de la propuesta.

El presupuesto calculado para la implementación correcta de esta propuesta se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 31.

Presupuesto.

Presupuesto para la implementación del cronograma			
Horas - hombre	\$8/h, se dedican 3 personas 20 horas	\$	480,00
Asesoría externa	Consultoría	\$	600,00
Materiales	Formularios, hojas de registro	\$	100,00
Herramientas o Software	Licencias	\$	150,00
Seguimiento	Auditorías internas	\$	250,00
TOTAL		\$	1.580,00
Presupuesto para la implementación de 5 S			
Diagnóstico y planificación	Evaluación inicial	\$	100,00
Señalética	Letreros, adhesivos	\$	100,00
Herramientas de orden y limpieza	Escobas, cajas, etiquetas	\$	150,00
Capacitaciones	Charlas, material visual	\$	200,00
Seguimiento	Check list	\$	60,00
TOTAL		\$	610,00
Presupuesto para la implementación de KANBAN			
Tarjetas	Impresas en cartulina	\$	100,00
Porta Tarjetas	2 tableros Kanban	\$	30,00
Impresiones		\$	50,00
Capacitación	Charlas	\$	150,00
Seguimiento	Check list	\$	150,00
TOTAL		\$	480,00
Costo de la implementación		\$	2.670,00

Nota. En la siguiente tabla se detalla el costo de la implementación de la propuesta.

En la tabla 32, se muestra el presupuesto necesario para llevar a cabo la propuesta, se observa que el costo de capacitaciones, en general tanto Kanban, 5S y la implementación del cronograma será de \$2,670.00, mientras que el precio de implementación, en lo que respecta a 5S,

es de \$610.00 , mientras que para la implementación de las tarjetas Kanban, en donde se necesitaran tableros para la colocación de las tarjetas será de \$480.00, cabe resaltar que al ser una propuesta, esta se llevará a cabo en caso de que la alta gerencia lo disponga.

3.12 Antes y después de las Lean manufacturing.

Lean manufacturing es una filosofía que se centra en la eliminación de los desperdicios y actividades sin valor, con el fin de mejorar el sistema productivo. En esta investigación se aplicaron las herramientas VSM, kanban y 5S, aplicados al área de armado de la empresa Patricio Cepeda Cía. Ltda. Estas herramientas en conjunto con los indicadores permitieron obtener valores de productividad, eficiencia y capacidad, permitiendo comparar el antes y después de la implementación de la propuesta, obteniendo los siguientes resultados:

Gráfico 41

Productividad.

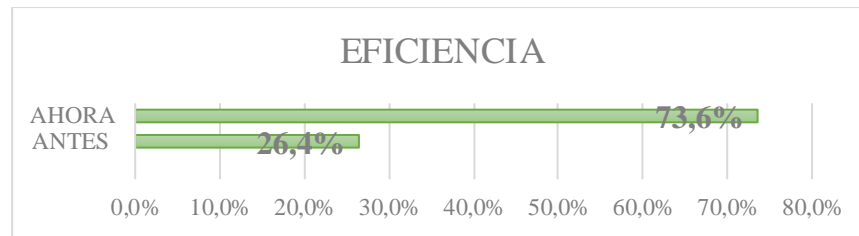


Nota. El grafico representa la productividad en referencia a los días de producción.

Como se observa en el gráfico 41, antes de la implementación de las herramientas Lean el tiempo de producción del área de armado era de 6.33 días, mientras que una vez la propuesta se llevó a cabo se logró disminuir a 4.66 días, lo que indica una considerable disminución en el tiempo de trabajo.

Gráfico 42.

Eficiencia.



Nota. En el gráfico se representa la eficiencia alcanzada.

En el gráfico se visualiza que la eficiencia en el área de armado, después de la implementación de las herramientas Lean es de 73.6%, es decir tuvo un aumento del 47.1%, por lo que se evidencia que la propuesta realizada mejoró los procesos del área de armado.

Los resultados evidenciados demuestran la efectividad de las herramientas de la manufactura esbelta, logrando la optimización de los tiempos de proceso mediante la reducción de desperdicios dentro del área de armado, donde se eliminaron demoras considerables que retrasaban el flujo de trabajo. En el antes de las lean se encontró un área con poco orden, fallos en corte de material, falta de herramientas y maquinas en la estación de trabajo que causaban retrasos y demoras considerables. Por otra parte, después de la implementación se evidencio que las 5s y kanban fueron efectivas para la eliminación de dichos factores que causaban efectos negativos dentro del área de trabajo.

3.13 Impacto potencial del sistema de producción esbelto.

El impacto del uso de herramientas lean manufacturing radica en la eliminación de desperdicios dentro del área de estudio, al igual que la eliminación de 5 horas de demoras, por lo que se obtuvo una mejora significativa en la reducción de tiempos de proceso pasando de 6.33 horas primeramente a 4.66 horas, una vez implementadas las herramientas lean manufacturing. Lo

cual es algo muy importante dentro de la industria carrocera, ya que como todo tipo de empresa manufacturera busca ser competitiva y ofrecer productos de mejor calidad y en el menor tiempo posible para poder satisfacer a sus clientes. Por lo que la puesta en marcha de esta propuesta haría que la empresa carrocera Patricio Cepeda Cía. Ltda. disminuya su tiempo de producción total de 29 días a 27 días, acortando su tiempo de producción significativamente y abriéndose paso para la aplicación de herramientas lean manufacturing en otras áreas de su proceso productivo garantizando que habrá una disminución significativa del tiempo y desperdicio dentro de la producción general.

3.14 Marco de discusión.

Actualmente el dinamismo y la alta competitividad en el sector manufacturero, hace que las empresas enfrenten desafíos para optimizar sus procesos productivos, con el fin de satisfacer la demandad existente. En este sentido la presente investigación propone la evaluación del impacto de la implementación de las herramientas lean manufacturing en la optimización del proceso de armado en la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda. Tomando como objeto de estudio el modelo Hino AK, el cual es el producto más comercializado a nivel nacional.

Los resultados hallados luego de la implementación de estas herramientas fueron contundentes, es decir se lograron mejoras visibles como: la disminución significativa del tiempo de producción en el área de estudio, reduciéndolo de un promedio de 6.33 horas a 4.66 horas. Esta optimización se complementó con un aumento de 41.7% en la eficiencia operativa, confirmado a si, que la eliminación de desperdicios, de tiempos muertos, la estandarización de procesos y la gestión de orden y limpieza en el área inciden directamente en el rendimiento del área de armado de la Carrocería Patricio Cepeda Cía. Ltda.

Estos resultados coinciden con diversas investigaciones internacionales que han validado el positivo impacto de las herramientas lean manufacturing en la productividad y la eficiencia de las empresas manufactureras. Autores como Socconini (2019), en su libro destaca la importancia de la identificación y la eliminación de actividades que no agregan valor al proceso, debido a que esto ayuda a que los flujos de trabajo sean más ágiles.

Así mismo la aplicación de la herramienta VSM, ayudo a detectar tiempos improductivos, mientras que la implementación de las tarjetas kanban ayudó a la eliminación de desperdicios, causados por el corte erróneo de piezas. Por su parte, la metodología 5S fomentó una cultura de orden, limpieza y disciplina visual, siendo soportes fundamentales para las metodologías aplicadas.

CONCLUSIONES

A través de una revisión sistemática de la literatura, utilizando método PRISMA se obtuvo inicialmente un total de 17141 artículos relacionados al tema de estudio, los cuales se redujeron a 50 a partir criterios de exclusión. Además, el análisis bibliométrico realizado en el software Bibliometrix permitió identificar las herramientas Lean más utilizadas en relación con el tema de estudio, siendo estas VSM, Kanban y las 5S. Además, se evidenció una correlación positiva entre las variables de estudio, con el uso del coeficiente de Spearman, el cual fue de 0.670, lo que respalda y justifica la elección de las herramientas empleadas en esta investigación.

Con la aplicación de una encuesta estructurada y un chek list de diagnóstico se logró conocer falencias y problemas existentes dentro del área de estudio, en donde se identificó la inexistencia de diagramas de operaciones. Por lo que se procedió a la creación de diagramas para identificar demoras y tiempos improductivos. Las demoras identificadas fueron de 5.82 horas, mientras que la encuesta estructurada arrojó otros problemas existentes en el área, como la falta de orden y limpieza y las demoras causadas por retrabajos, a lo cual las herramientas Lean ayudaron a la optimización del área de armado, pasando de 6.33 días de trabajo a 4.66 días.

A partir de los resultados arrojados por los instrumentos de diagnóstico, se evidenció que en el área de armado existía un porcentaje elevado de desperdicios (26.44%) y demoras. Por lo que se procedió a diseñar una propuesta basada en el uso de herramientas Lean: VSM, 5S y Kanban para eliminar desperdicios por retrabajos. Luego de aplicar estas herramientas la aumentó productividad a un 35.4% y la eficiencia un 41.7%, con la eliminación de las demoras y de tiempos improductivos dentro del área de estudio se logró reducir el proceso general de la elaboración de la carrocería de 29 días a 27.

RECOMENDACIONES

Se recomienda profundizar en estudios que analicen de forma crítica la aplicación y efectividad de las herramientas Lean más representativas identificadas en la literatura (VSM, Kanban y 5S), considerando su implementación en diferentes contextos productivos. Asimismo, se sugiere ampliar futuras revisiones sistemáticas incorporando criterios de inclusión más específicos y bases de datos complementarias, con el fin de obtener una visión más completa y actualizada sobre las tendencias y vacíos existentes en el uso de metodologías Lean.

Como complemento al enfoque cuantitativo lo ideal sería incorporar más herramientas de diagnóstico como son entrevistas o grupos focales con operarios. De esta manera se tendrá una mejor visión de las causas raíz de los problemas que se detecten. Además, es recomendable evaluar el impacto de la implementación de herramientas Lean en indicadores operativos, a fin de validar su efectividad en distintos periodos y condiciones operativas dentro del área de armado.

En cuanto a los procesos se recomienda la creación de un plan de seguimiento de las herramientas Lean empleadas, esto se puede realizar mediante auditorías internas y revisiones mensuales o semanales de indicadores. También es importante incluir actividades de formación continua que traten sobre aspectos técnicos y culturales del cambio para reforzar el compromiso con los principios de Lean manufacturing. Por último, se sugiere la expansión de la metodología 5S a otras áreas de la empresa, para fomentar la cultura organizacional enfocada a la excelencia operativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., & Rendani, M. (2021). Implementation of Lean Six Sigma for production process optimization in a paper production company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 661–680. <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>
- Alanya, B. S., Dextre, K. E., Nuñez, V. H., Marcelo, G. E., Alvarez, J. C., & Hatakeyama, K. (2024). Application of lean manufacturing to improve processes and increase productivity in the textile industry of peru. *The South African Journal of Industrial Engineering*, 35(2), 140–153. <https://doi.org/10.7166/35-2-2932>
- Apaza, E., Cazorla, S., Condori, C., Arpasi, F. R., Tumi, I., Yana, W., Quispe, J. E., Apaza, E., Cazorla, S., Condori, C., Arpasi, F. R., Tumi, I., Yana, W., & Quispe Coaquira, J. E. (2022). La Correlación de Pearson o de Spearman en caracteres físicos y textiles de la fibra de alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 33(3). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V33I3.22908>
- Arias, J. L., & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(6). <https://www.researchgate.net/publication/352157132>
- Bastar, S. G. (2019). *Metodología de la investigación*. <https://dspace.itsjapon.edu.ec/jspui/handle/123456789/735>
- Cauas, D. (2015). *Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación*. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24762w/Definiciondelasvariables,enfoqueytipodeinvestigacion.pdf>
- Corzo, C., Flores, N., & Pérez, I. (2022). *El estado del arte, ¿Necesidad o necesidad?* <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7300714>
- Danylenko, V. (2021). The practice of optimizing the logistics processes of food supply chains. *Social Economics*, 61, 51–59. <https://doi.org/10.26565/2524-2547-2021-61-05>
- Dutta, S. S. (2024). Lean Manufacturing and Process Optimization : Enhancing Efficiency in Modern Production. *International Journal of Scientific Research in Computer Science*,

Engineering and Information Technology, 10(5), 265–273.
<https://doi.org/10.32628/CSEIT241051024>

Espinosa, C. G., Montenegro, J. E., Lindao, J. A., & Muyulema, J. C. (2024). Análisis bibliométrico sobre Sistemas de Producción Lean Circular. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(2), 5–14. <https://doi.org/10.33386/593DP.2024.2.2310>

Gallardo, A., & Alvarez, R. (2020). Analysis and proposal of improvement of the production process of a company of garments for women garments through the use of Lean Manufacturing tools and an RFID technology system[Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una empresa de confecciones de prendas femeninas mediante el uso de herramientas de Manufactura Esbelta y un sistema tecnológico RFID]. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, Online. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.121>

Ghelani, H. (2021). Advances in Lean Manufacturing: Improving Quality and Efficiency in Modern Production Systems. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, 9(06), 611–625. <https://doi.org/10.18535/IJSRM/V9I06.EC02>

Ghouat, M., Benhadou, M., Benhadou, B., & Haddout, A. (2022). Assessment of the Potential Impact of Industry 4.0 Technologies on the Levers of Lean Manufacturing in Manufacturing Industries in Morocco. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(7), 78–85. https://doi.org/10.46338/IJETAE0722_08

Hakawati, B., Al-Hamadneh, H., & Saleh, Y. (2024). Assessing the Levels of Awareness and Implementation Effectiveness of Lean Tools in Furniture Industry: A Case Study Approach. *An-Najah University Journal for Research - A (Natural Sciences)*, 38(1), 22–33. <https://doi.org/10.35552/ANUJR.A.38.1.2147>

Hernández, R., Feránadez, C., & Baptista, M. D. P. (2014). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación*, 91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008&info=resumen&idioma=SPA>

Hernández, W. S., & López, J. E. (2021). *Estandarización de procesos en la fabricación de la carrocería modelo hunter jr. utilizando las herramientas VSM, 5S y KANBAN para la mejora*

de la productividad en la Empresa Yaulema Jr.
<https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15858>

Herrera, B. C. (2020). *Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/12671>

Jiménez, W. F., & Zamora, R. A. (2020). Diagnóstico del sector automotriz del Ecuador. Caso fabricación de autobuses en la provincia de Tungurahua. *Revista Eniac Pesquisa, ISSN-e 2316-2341, Vol. 9, N°. 2, 2020, Págs. 212-226, 9(2), 212–226.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9513479&info=resumen&idioma=SPA>

Kerlinger, F. N. ., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del Coportamiento Humano: Métofos de Investigación en Ciencias Sociales. McGraw Hill, Interamericana., 1–20.* https://books.google.com/books/about/Investigaci%C3%B3n_del_comportamiento.html?hl=es&id=6Y3gOwAACAAJ

Kihel, Y. El, Kihel, A. El, & Embarki, S. (2022). Optimization of the Sustainable Distribution Supply Chain Using the Lean Value Stream Mapping 4.0 Tool: A Case Study of the Automotive Wiring Industry. *Processes, 10(9).* <https://doi.org/10.3390/PR10091671>

López, A. C. C., Marín, A. A. L., & Pérez, de las H. M. Á. (2024). Inquiry, modelling and computational thinking: A bibliometrical review using bibliometrix through biblioshiny. *Revista Eureka, 21(1).* https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2024.V21.I1.1102

Luna, J. P., Naccha, C. V., Rondón, L. R. H., & Boza, O. C. (2024). Design of a Fresh Cheese Processing Plant: Optimizing Operational Efficiency and Biosafety in the Post-COVID Era. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences, 22(2), 2562–2573.* <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.00187>

Luozzo, S. Di, Starnoni, F., & Schiraldi, M. M. (2023). On the relationship between human factor and overall equipment effectiveness (OEE): An analysis through the adoption of analytic hierarchy process and ISO 22400. *International Journal of Engineering Business Management, 15.* <https://doi.org/10.1177/18479790231188548/ASSET/827ACD98-C013->

4C5A-A3D2-0A02BEF0A0F6/ASSETS/IMAGES/LARGE/10.1177_18479790231188548-
FIG1.JPG


- Medina, M. del R., Verdejo, A. L., Medina, M. del R., & Verdejo, A. L. (2020). Validez y confiabilidad en la evaluación del aprendizaje mediante las metodologías activas. *ALTERIDAD.Revista de Educación*, 15(2), 270–284. <https://doi.org/10.17163/ALT.V15N2.2020.10>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. <https://doi.org/10.35622/INUDI.B.080>
- Mendoza, D. J., Vega, A. L., Pumarejo, J., & Zambrano, C. M. (2024). Metal-mechanic sector: a proposal for the design of method and time standards. *Aibi, Revista de Investigacion Administracion e Ingenierias*, 12(1), 99–108. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3529>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos Estándares y Diseño del Trabajo* (12^{va}). https://www.academia.edu/36652836/Ingenier%C3%ADa_Industrial_M%C3%A9todos_Est%C3%A1ndares_y_Dise%C3%B1o_del_Trabajo_Benjamin_W_Niebel_12_Edici%C3%B3n
- Oliveira, C., & Lima, T. M. (2023). Setup Time Reduction of an Automotive Parts Assembly Line Using Lean Tools and Quality Tools. *Eng*, 4(3), 2352–2362. <https://doi.org/10.3390/ENG4030134>
- Piątkowski, J., Łent-Trepczyńska, M., Krępa, A., & Ferdyn, M. (2024). The use of Selected Lean Management Tools for Analyzing Defects in Pistons for Internal Combustion Engines. *Archives of Foundry Engineering*, 24(2), 44–49. <https://doi.org/10.24425/AFE.2024.149270>
- Prístavka, M., Kotorová, M., & Savov, R. (2016). Quality control in production processes. *Acta Technologica Agriculturae*, 19(3), 77–83. <https://doi.org/10.1515/ata-2016-0016>
- Qulub, I. S., Herlambang, H., Amrina, U., & Ikatrinasari, Z. F. (2024). Enhancing process optimization through adaptive jig design in lean manufacturing: insights from Universitas

- Mercu Buana's laboratory. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 16(3), 224–237. <https://doi.org/10.22441/OE.2024.V16.I3.118>
- R. Studio Team. (2020). *Introducing RStudio Team - Posit*. <https://posit.co/blog/introducing-rstudio-team/>
- Rojas, T., Mula, J., & Sanchis, R. (2024). Quantitative modelling approaches for lean manufacturing under uncertainty. *International Journal of Production Research*, 62(16), 5989–6015. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2293138>
- Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2022). Metodología de la investigación. *ACVENISPROH Académico*. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/ACLIB0017>
- Santos, E. ;, Lima, T. M. ;, Gaspar, P. D., Santos, E., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2023). Optimization of the Production Management of an Upholstery Manufacturing Process Using Lean Tools: A Case Study. *Applied Sciences 2023, Vol. 13, Page 9974, 13(17)*, 9974. <https://doi.org/10.3390/APP13179974>
- Saraswati, D., Sari, E., & Sekarwardhani, G. (2023). Desarrollo de una estrategia competitiva Lean sostenible en una empresa de bombas de agua. *South African Journal of Industrial Engineering*, 35(1), 152–167. <https://doi.org/10.7166/35-1-2910>
- Schmidt, F. C., Korzenowski, A. L., Goecks, L. S., Gomes, I. B., & Benetti, V. G. (2023). A Production System for the auto parts industry with elements of Industry 4.0. *Production*, 33, e20220005. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220005>
- Socconini, L. (2019). Lean Manufacturing: paso a paso. Marge Books. *Marge*, 1, 34–40. https://www.google.com.pe/books/edition/Lean_Manufacturing_Paso_a_Paso/rjyeDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=mantenimiento+autonomo&pg=PA163&printsec=frontcover
- Son, P. V. H., & Van Tien, P. (2024). Apply EZStrobe to simulate the finishing work for reducing construction process waste. *Scientific Reports*, 14(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/S41598-023-50442-4;SUBJMETA=117,166,639,705,986;KWRD=CIVIL+ENGINEERING,COMPUTER+SCIENCE>

- Swarna, N. A., & Sayid, M. A. S. (2018). Productivity improvement of leather products industry in Bangladesh using lean tools: A case study. *Leather and Footwear Journal*, 18(3), 219–230. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.3.7>
- Vásquez, J. W. (2019). Diagnosis in industrial processes. *Visión Electrónica*, 11(2), 222–232. <https://doi.org/10.14483/22484728.14621>
- Vicharra, I. M. L., & Pacheco, J. M. A. (2022). Impacto de los indicadores de productividad en la gestión empresarial. *Universidad Continental*, 39(101), 567–581. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6791604>
- Yang, J., Zhou, S., & Wang, J. (2026). Hierarchical Control Of Energy Router Based On MPC And RealTime Optimization Methods For Distribution Networks. *Journal of Applied Science and Engineering*, 29(1), 211–220. [https://doi.org/10.6180/JASE.202601_29\(1\).0021](https://doi.org/10.6180/JASE.202601_29(1).0021)
- Yang, Q., Wang, X., & Wu, H. (2025). Study on lean production management of new energy vehicle body painting based on the dual perspectives of digital transformation and VSM. *PLOS ONE*, 20(2), e0318253. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0318253>
- Zala, S. H., Jadeja, N. N., Chothani, H. G., Vyas, H. G., Marsonia, D. J., & Mehta, N. D. (2024). Application of Lean Six Sigma Tools for Performance Improvement in an Automobile Sector SME. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 11(7), 1–12. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V11I7P101>


ANEXO

Anexo A: Check list diagnóstico.

FECHA:	15/02/2025	CHECK LIST (DIAGNÓSTICO)																	
COLABORADOR:	Ing. Jonh Duran																		
RESPONSABLES:	Perero Muñoz Julio Ariel - Tuston Guano Sandy Magdalena																		
PREGUNTAS	ÁREAS																		
	Armado			Forrado			Comp. Suelta			Acabados			Pintura			Producto final			
	SI	Parcial	NO	SI	Parcial	NO	SI	Parcial	NO	SI	Parcial	NO	SI	Parcial	NO	SI	Parcial	NO	
¿El área tiene instrucciones de trabajo estandarizadas?			X		X			X		X			X			X			
¿Se cumplen los tiempos estandar sin demoras?			X		X		X				X		X			X			
¿El personal conoce su rol claramente?			X			X	X			X			X			X			
¿Se generan desperdicios en el área?	X			X				X				X			X		X		
¿Las herramientas estan disponibles cuando se necesitan?			X			X		X		X			X			X			
¿Se mantiene el orden y la limpieza?			X			X	X				X			X		X			
¿Existen tiempos improductivos?	X			X					X			X			X			X	
¿Se generan retrabajos?	X			X					X			X			X			X	
¿La comunicación es efectiva y fluida entre áreas?			X			X		X		X			X			X			
¿Se implementan mejoras continuas para el desempeño del área?			X			X	X			X			X			X			

Nota. Lista de verificación (check list) para conocer el estado actual de la empresa.

Anexo B: Check list diagnóstico 5S.

ÁREA	Área de armado	CHECK LIST (5 S)		
RESPONSABLES:	Perero Muñoz Julio Ariel - Tuston Guano Sandy Magdalena			
PREGUNTAS		Cumple	Cumple parcialmente	No cumple
Seiri (Seleccionar)				
1	¿Se eliminan constantemente las herramientas o materiales innecesarios dentro del área?		X	
2	¿Están identificados los elementos útiles dentro del área?		X	
3	¿Se evita la acumulación de materiales no usados?			X
4	¿Los operarios distinguen los materiales útiles y no necesarios?			X
Seiton (Organizar)				
5	¿Las herramientas están organizadas?		X	
6	¿Los materiales se encuentran almacenados?		X	
7	¿Existen etiquetas que indiquen dónde deben ir los materiales?		X	
8	¿El tiempo de búsqueda de las herramientas es mínimo?			X
Seiso (Limpiar)				
9	¿El área de trabajo se mantiene limpia?		X	
10	¿Existen rutinas de limpieza dentro del área?		X	
11	¿Las herramientas se limpian con regularidad?			X
12	¿Están identificadas las fuentes de suciedad dentro del área?			X
Seiketsu (Estandarizar)				
13	¿Existe documentación que indique el orden y limpieza del área?			X
14	¿Los estándares establecidos son aplicados dentro del área de trabajo?			X
15	¿Existe señalización visual basada en las 5 S?			X
Sitsuke (Seguimiento)				
16	¿Existen lineamientos establecidos con respecto a las 5 S?		X	
17	¿Se fomenta la cultura de respeto en base a las normas de orden y limpieza?		X	
18	¿Se evalúa constantemente el cumplimiento de las normas de orden y limpieza?			X

Nota. Check list de diagnóstico de las 5

Anexo C: Estudio de tiempos.

PROCESO DE ARMADO DE CARROCERIA												
DEPARTAMENTO			AREA DE PRODUCCIÓN			ESTUDIO DE TIEMPO						
OPERACIÓN			PROCESO DE ARMADO			N° Estudio	1		N° Hoja	1		
OBSERVADO			PERERO MUÑOZ JULIO - TUSTON GUANO SANDY			OPERARIO						
FECHA			15/05/2025			OBSERVACIONES						
CICLOS			3									
ACTIVIDADES			47									
N°	ACTIVIDADES		CICLOS			F	SUMA	PROM	TN	SPLM	T STND	
			1	2	3							
Perfileria	1	Verificación de las dimensiones de los perfiles	V	89%	89%	89%	89%	17.54	5.85	5.204	14%	5.933
			To	5.84	5.83	5.87						
			Tn	5.20	5.19	5.227						
	2	Transporte de perfiles al área de corte	V	89%	89%	89%	89%	61.5061667	20.50	18.247	14%	20.801
			To	20.59	20.45	20.47						
			Tn	18.33	18.20	18.22						
	3	Corte de todas las piezas del armado	V	89%	89%	89%	89%	1259.61483	419.87	373.686	14%	426.002
			To	420.02	419.84	419.76						
			Tn	373.81	373.65	373.59						
	4	Transporte de tubo de soporte al área de suelda	V	89%	89%	89%	89%	27.0341667	9.01	8.020	14%	9.143
			To	9.00	8.92	9.11						
			Tn	8.01	7.94	8.10						
	5	Suelda del tubo de soporte al anclaje (patas)	V	89%	89%	89%	89%	15.90	5.30	4.718	14%	5.378
			To	5.19	5.56	5.16						
			Tn	4.62	4.95	4.59						
Chasis	6	Verificación de chasis	V	89%	89%	89%	89%	20.067	6.69	5.953	14%	6.787
			To	6.71	6.44	6.92						
			Tn	5.97	5.73	6.16						
	7	Desmontaje de accesorio del chasis	V	89%	89%	89%	89%	667.114167	222.37	197.911	14%	225.618
			To	222.36	222.01	222.75						
			Tn	197.90	197.59	198.24						
	8	Colocación de moquetas	V	89%	111%	111%	89%	12.8343333	4.28	3.808	14%	4.341
			To	4.26	4.11	4.47						
			Tn	3.79	4.56	4.97						
9	Nivelación de chasis	V	89%	89%	89%	89%	64.2446667	21.41	19.059	14%	21.728	
		To	21.59	21.16	21.49							
		Tn	19.22	18.83	19.13							
Patas	10	Transporte de soportes (patas)	V	89%	89%	89%	89%	1.51816667	0.51	0.450	14%	0.513
			To	0.52	0.58	0.42						
			Tn	0.46	0.51	0.38						
	11	Verificación de medidas y ejes	V	89%	89%	89%	89%	167.309833	55.77	49.635	14%	56.584
			To	55.81	55.45	56.06						
			Tn	49.67	49.35	49.89						
	12	Colocación de soportes (patas)	V	89%	89%	89%	89%	342.0895	114.03	101.487	14%	115.695
			To	114.07	114.41	113.61						
			Tn	101.52	101.82	101.11						
	13	Perforación de soportes (patas)	V	89%	89%	89%	89%	96.483	32.16	28.623	14%	32.631
			To	32.16	32.29	32.03						
			Tn	28.62	28.74	28.50						
	14	Colocación de pernos y ajuste por torquímetro	V	89%	89%	89%	89%	45.861	15.29	13.605	14%	15.510
			To	15.26	15.39	15.21						
			Tn	13.58	13.70	13.54						
15	Colocación de puntales a soportes (patas)	V	89%	89%	89%	89%	109.301833	36.43	32.426	14%	36.966	
		To	36.40	36.28	36.63							
		Tn	32.39	32.29	32.60							
Suple	16	Alineación de patas	V	89%	89%	89%	89%	55.7761667	18.59	16.547	14%	18.863
			To	18.41	18.59	18.77						
			Tn	16.38	16.55	16.71						
	17	Transporte de tubos longitudinales (suple)	V	89%	89%	89%	89%	2.068	0.69	0.614	14%	0.699
			To	0.67	0.66	0.74						
			Tn	0.59	0.59	0.66						
18	Montaje de suple	V	89%	89%	89%	89%	376.726167	125.58	111.762	14%	127.409	
		To	125.54	125.41	125.78							
		Tn	111.73	111.61	111.94							

Plataforma	19	Empalmes en tubos longitudinales	V	89%		89%								
			To	46.21	45.66	46.05								
			Tn	41.33	40.64	40.98	89%	137.919167	45.97	40.916	14%	46.644		
	20	Armado de plataforma	V	89%		89%								
			To	14.32	14.96	14.62								
			Tn	12.74	13.31	13.01	89%	43.8921667	14.63	13.021	14%	14.844		
	21	Suelta de plataforma	V	89%		89%								
			To	15.47	15.62	15.58								
			Tn	13.77	13.90	13.86	89%	46.6678333	15.56	13.845	14%	15.783		
	22	Transporte de plataforma al chasis	V	89%		89%								
To			8.36	8.78	8.20									
Tn			7.44	7.81	7.30	89%	25.343	8.45	7.518	14%	8.571			
23	Montaje de plataforma en el chasis	V	89%		89%									
		To	15.01	15.21	14.96									
		Tn	13.36	13.54	13.32	89%	45.1793333	15.06	13.403	14%	15.280			
24	Suelta de plataforma al suple (travesaños)	V	89%		89%									
		To	20.01	20.21	20.11									
		Tn	17.81	17.99	17.96	89%	73.3296667	24.44	21.754	14%	24.800			
25	Colocación de niveladores debajo de plataforma	V	89%		89%									
		To	210.37	210.06	211.76									
		Tn	187.23	186.95	188.47	89%	632.187667	210.73	187.549	14%	213.806			
26	Nivelación de plataforma	V	89%		89%									
		To	40.57	39.94	40.83									
		Tn	36.11	35.55	36.34	89%	121.337667	40.45	35.997	14%	41.036			
27	Suelta de niveladores a plataforma	V	89%		89%									
		To	8.52	8.78	8.94									
		Tn	7.58	7.82	7.96	89%	26.2423333	8.75	7.785	14%	8.875			
28	Transporte de tubos (escuadras) al área de armado	V	89%		89%									
		To	8.36	8.76	8.66									
		Tn	7.44	7.79	7.70	89%	25.7716667	8.59	7.646	14%	8.716			
29	Montaje de escuadra en plataforma	V	89%		89%									
		To	98.41	98.66	98.75									
		Tn	87.58	87.81	87.89	89%	295.820333	98.61	87.760	14%	100.046			
30	Punteado de escuadras a plataforma	V	89%		89%									
		To	12.18	12.38	12.30									
		Tn	10.84	11.02	10.95	89%	36.8615	12.29	10.936	14%	12.467			
31	Transporte de tubos (cerchas y laterales) al área de armado	V	89%		89%									
		To	10.05	10.58	10.39									
		Tn	8.95	9.42	9.25	89%	31.0303333	10.34	9.206	14%	10.494			
32	Colocación y apuntado de cerchas a plataforma	V	89%		89%									
		To	180.01	157.10	180.77									
		Tn	160.20	139.82	160.89	89%	517.881833	172.63	153.638	14%	175.148			
33	Colocación y apuntado de puntales a cerchas	V	89%		89%									
		To	14.56	14.81	14.37									
		Tn	12.96	13.18	12.79	89%	43.7481667	14.58	12.979	14%	14.796			
34	Colocación de cuerdas de nivel en cerchas	V	89%		89%									
		To	17.66	18.01	17.77									
		Tn	15.72	16.03	15.81	89%	53.4331667	17.81	15.852	14%	18.071			
35	Colocación y apuntado de cerchas intermedias	V	89%		89%									
		To	60.97	60.69	61.15									
		Tn	54.27	54.02	54.42	89%	182.817167	60.94	54.236	14%	61.829			
36	Colocación y apuntado de puntales a cerchas	V	89%		89%									
		To	29.54	29.45	29.82									
		Tn	26.29	26.21	26.54	89%	88.812	29.60	26.348	14%	30.036			
37	Colocación de soporte de ventana entre las cerchas	V	89%		89%									
		To	88.11	88.44	88.31									
		Tn	78.42	78.71	78.60	89%	264.856833	88.29	78.574	14%	89.575			
38	Punteado de soporte de ventana entre las cerchas	V	89%		89%									
		To	9.68	9.58	9.78									
		Tn	8.61	8.53	8.70	89%	29.0386667	9.68	8.615	14%	9.821			
39	Colocación de concha de ventana entre las cerchas	V	89%		89%									
		To	73.06	73.31	73.45									
		Tn	65.02	65.25	65.37	89%	219.816333	73.27	65.212	14%	74.342			
40	Punteado de concha de ventana entre las cerchas	V	89%		89%									
		To	19.61	19.97	3.09									
		Tn	17.45	17.78	2.75	89%	42.6721667	14.22	12.659	14%	14.432			
41	Colocación de cerchas intermedias superiores	V	89%		89%									
		To	24.69	25.02	24.89									
		Tn	21.98	22.27	22.16	89%	74.6118333	24.87	22.135	14%	25.234			
42	Punteado de cerchas intermedias superiores	V	89%		89%									
		To	10.08	13.11	10.36									
		Tn	8.98	11.67	9.22	89%	33.5486667	11.18	9.953	14%	11.346			
43	Colocación de alfas y zetas entre cerchas	V	89%		89%									
		To	184.30	183.54	184.74									
		Tn	164.0313017	163.353715	164.4215667	89%	552.591667	184.20	163.936	14%	186.887			
44	Punteado de alfas y zetas entre cerchas	V	89%		89%									
		To	12.53	12.38	12.82									
		Tn	11.14962333	11.01983167	11.40609167	89%	37.7253333	12.58	11.192	14%	12.759			
45	Colocación de celosías	V	89%		89%									
		To	33.17	33.05	33.48									
		Tn	29.51833333	29.41628	29.79453	89%	99.6956667	33.23	29.576	14%	33.717			
46	Punteado de celosías	V	89%		89%									
		To	22.79	22.03	23.39									
		Tn	20.28250667	19.60388167	20.81368833	89%	68.2023333	22.73	20.233	14%	23.066			
47	Suelda general de la estructura	V	89%		89%									
		To	480.00	480.00	480.00									
		Tn	427.2	427.2	427.2	89%	1440.00	480.00	427.200	14%	487.008			
TIEMPO ESTANDAR										2920.03 Minutos				
										48.67 Horas				
										5.73 Dias				

Nota. Estudio de tiempo para determinar el tiempo estándar.

Anexo D: FlexSim.

FlexSim 2024 Update 2 - flexsim actual_autosave.fsm

File Edit View Execute Statistics Debug Help

Reset Run Stop Fast Forward Skip Step Run Time: 10:00:00 15/6/2025 [10200.00] Run Speed: 17877

Library: Fixed Resources, Task Executors, Travel Networks, Conveyors, Warehousing

Dashboard: Tiempos de ciclo

Object	AvgStaytime	MinStaytime	M
Verificación de perfilaría	5.90	5.90	
Corte de perfilaría	420.03	419.96	
Suelda de patas	5.30	5.30	
verificación de chasis	6.76	6.76	
Desmontaje de chasis	222.44	222.44	
Colocacion de moquetas	4.35	4.35	
Nivelacion de chasis	21.48	21.48	
Verificación de medidas	56.24	56.24	
Colocacion de soportes	114.10	114.10	
Perforacion de soportes	32.23	32.23	
Colocacion de pernos	15.35	15.35	
Colocacion de puntales	36.50	36.50	
Alineacion de patas	18.66	18.66	
Montaje de suple	125.65	125.65	
Empalmes de tubos	46.00	46.00	
Armado de plataforma	14.66	14.66	
Suelda de plataforma	15.62	15.62	
Montaje de plataforma	15.09	15.09	
Suelda de plataforma al chasis	24.51	24.51	
Colocacion de niveladores	210.80	210.80	
Nivelacion de plataforma	40.48	40.48	
Suelda de niveladores	8.82	8.82	
Montaje de escuadras	98.68	98.68	
Punteado de escuadras	12.36	12.36	
Colocacion de cerchas	172.70	172.70	
Colocacion de puntales en cerchas	14.65	14.65	
Colocacion de cuerdas	17.87	17.87	
Colocacion de cerchas intermedias	61.01	61.01	
Colocacion de puntales en cerchas 2	29.67	29.67	
Colocacion de soporte de ventana	88.36	88.36	
Punteado de soporte de ventana	9.68	9.68	
Colocacion de concha de ventana	73.31	73.31	
Punteado de concha de ventana	14.29	14.29	
Colocacion de cerchas intermedias sup	24.94	24.94	
Punteado de cerchas intermedias sup1	11.25	11.25	
Colocacion de alfas y zetas	184.27	184.27	
Punteado de alfas y zetas1	12.64	12.64	
Colocacion de celosias	33.30	33.30	
Punteado de celosias1	22.80	22.80	
Suelda general	480.07	480.07	

Properties: Views, Search, View Settings, Working Mode, Perspective Projection, Show Connections Objects, Show Template Inheritance (T), Show Grid (TX Mode), Snap to Grid (nc Views), Snap to Background, Grid Z: 0.00, View Style, Capture View, Width: 1920, Height: 1080, Floors: Floor Z, 0.00 m, Follow Object, Rotate with Object

Mouse Position [15.85, 1.52, 0.00]

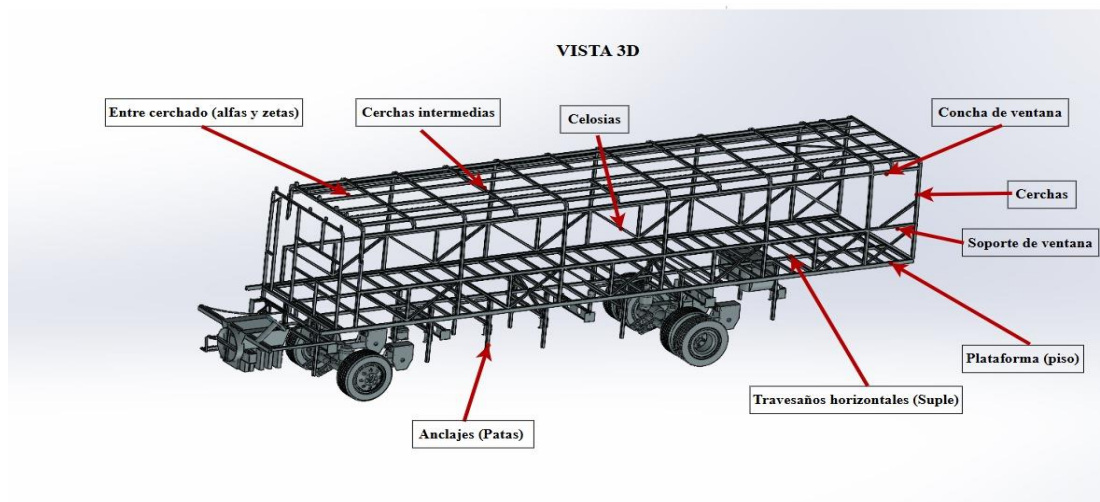
Nota. Simulación del flujo de trabajo en el software flexSim.

Anexo E: Normas del área de armado.

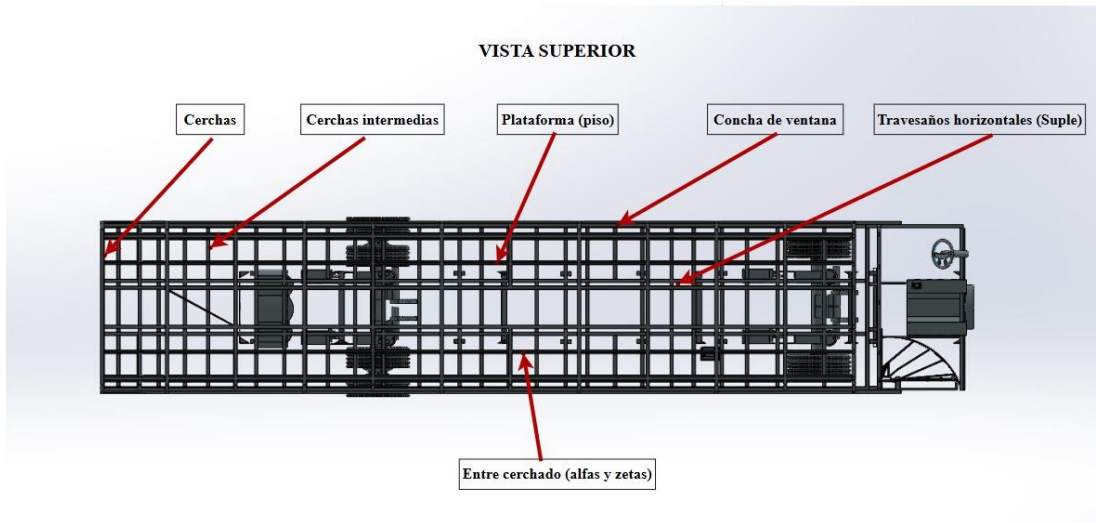


Nota. Normas de seguridad para realizar las actividades dentro de la empresa.

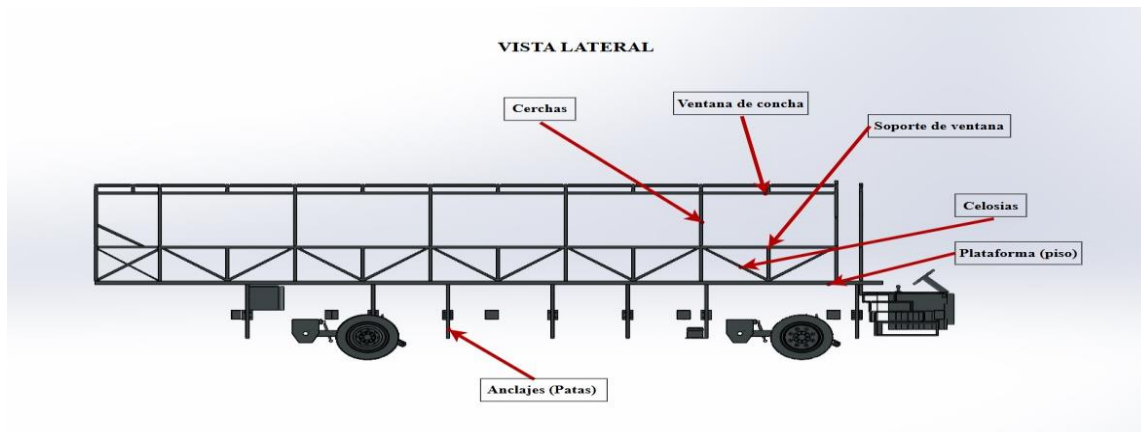
Anexo F: SolidWorks.



Nota. Partes de la estructura de la carrocería vista 3D.



Nota. Partes de la estructura de la carrocería vista superior.



Nota. Partes de la estructura de la carrocería vista lateral.

Anexo G: Toma tiempos en el área de armado.



Nota. Recolección de datos en la empresa.

Anexo H: Instructivo 5S.

INSTRUCTIVO PARA LA IMPLEMENTACION DE LAS 5 S.	
<p>I.Seiri. *Eliminar las herramientas o utensilios que sean innecesarios en el área de armado *Solo deberán mantener en el área de armado, aquellos implementos que sean necesarios.</p>	<p>IV.Seiketzu *Elaboración de mapas de colores para la ubicación de los implementos según su frecuencia de uso. *Manuales de operación al alcance de los operarios.</p>
<p>II.Seiton. *Los implementos del área deben estar etiquetados según la frecuencia de uso. *Las herramientas deben estar en los lugares marcados, según el mapa de color.</p>	
<p>III.Seiso. *Limpieza antes y después del turno. *Asignar encargados por día, estos deben pertenecer al área de armado.</p>	<p>V.Seitzuke. *Auditorias internas semanales para el cumplimiento de las 5 S</p>

Nota. Instructivo para el correcto uso de las 5S en el área de armado.

Anexo I: Instructivo tarjetas Kanban.

INSTRUCTIVO TARJETA KANBAN (FLUJO DE USO)
EMISIÓN DE LA TARJETA.
*La tarjeta Kanban es realizada por el jefe de producción. *Se realiza para la actividad que causa mayor desperdicio de tiempo y material.
COLOCACIÓN DE LAS TARJETAS
*Las tarjetas Kanban se colocan en el área de corte, en el tablero Kanban
RECEPCIÓN DE LA TARJETA KANBAN
*El operario a cargo verifica la tarjeta y procede a realizar las actividades según lo indica la tarjeta
FINAL
*Al terminar el proceso indicado en cada tarjeta, esta se señala como finalizada y se almacena a un lado del tablero Kanban

Nota. Instructivo para el correcto uso de las tarjetas kanban en el área de armado.