

Universidad de Costa Rica
Sede Interuniversitaria de Alajuela
Carrera de Ingeniería Industrial

Proyecto de graduación

Diseño de un sistema de planificación y control en los procesos que impactan la eficiencia operativa de la empresa Tecno Carrocerías

Eben-Ezer

Sustentantes

Leidy Barrantes Solano

María Paula Morera Rojas

Fabiana Velásquez Solís






Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Noviembre, 2022




Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Diseño de un sistema de planificación y control en los procesos que impactan la eficiencia operativa de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer

Tribunal Evaluador

Nombre	Firma	Fecha
Yendry Fernández Mora Representante de la dirección		<u>07-02-2023</u>
Marco Arias Vargas Director del Comité Asesor		<u>10-02-2023</u>
Alexánder Jenkins Hernández Asesor técnico		<u>08/02/2023</u>
Melissa Ramos González Profesional Contraparte		<u>07 Feb. 2023</u>
David Alfaro Víquez Profesor Lector		<u>07/ Feb/ 2023</u>

Sustentantes

Leidy Barrantes Solano		<u>09/Feb/2023</u>
María Paula Morera Rojas		<u>06/Feb/2023</u>
Fabiana Velásquez Solís		<u>06/Feb/2023</u>

Resumen gerencial

Este documento cuenta con el proyecto final de graduación realizado en la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer, el cual es un taller automotriz especializado en enderezado y pintura, ubicado en la provincia de Heredia con más de 19 años de experiencia en el mercado. Actualmente, cuenta con más de 45 colaboradores dentro de la organización.

Inicialmente, se realiza un análisis de los procesos de atención al cliente, valoración, reparación de vehículos, gestión de inventarios y gestión financiera, donde se identifican ineficiencias y la falta de control durante el desarrollo de las operaciones.

Seguidamente, en la etapa del diagnóstico, en donde se procede a analizar las posibles causas de las ineficiencias, en donde se identifica que el método de selección de los vehículos que ingresarán a reparación se realiza de forma empírica y esto no toma en cuenta en tiempo real: las ganancias, la capacidad y los repuestos disponibles.

Por consiguiente, parte de los hallazgos que fueron encontrados en este proceso, se inicia con la demanda constante, pues el local actual contiene 90 vehículos aproximadamente (70 vehículos en espera y 20 vehículos en reparación) y 30 vehículos en espera de iniciar la reparación, esto se logra observar gracias al desarrollo de una simulación en el *software* Arena y con las visitas realizadas al taller. Otro hallazgo identificado, son las ganancias mes a mes, hay meses que cuentan con pérdidas y que la empresa recurre a horas extra para la reparación de los vehículos, con el fin de cumplir con la demanda.

También, se identifica que la empresa no cuenta con el control necesario para tener una visualización de lo que sucede en cada proceso actualizado con el día a día. Esto se evidencia porque se cuentan con repuestos equivocados cuando llegan los pedidos o atrasos, pero no se conoce el número real en el momento de cuántos son o con qué frecuencia se da. En el área del almacén, se muestra que tener un solo encargado de lo que sucede con los repuestos no es lo adecuado, pues se cuentan con repuestos inconformes, repuestos no reclamados y espacio desperdiciado —que representa el 15 % del almacén— generando así que en un futuro se necesite utilizar otra área del taller como almacén por falta de espacio.

Posteriormente, en la etapa de diseño se procede a desarrollar una herramienta de secuenciación del ingreso de los vehículos a reparación que toma en cuenta la planeación y control del taller de la mano con la capacidad disponible, la demanda, las ganancias y la disponibilidad de repuestos, dando así una lista semanal de vehículos para que ingresen a reparar en ese orden. A fin de determinar estos factores, se estudia el comportamiento de la demanda durante los meses de estudio del 2021 al 2022 y la capacidad del taller tomando en cuenta el tiempo actual utilizado.

Además, para el almacén, se propone una redistribución que permite utilizar apropiadamente el 15 % del espacio desperdiciado anteriormente y libera otro para el ingreso de nuevos repuestos, también, mediante el método de 5S se propone una estandarización del proceso de almacenamiento de repuestos para tener más control del inventario y no dejar el manejo recargado sobre una persona únicamente, además de disminuir el recorrido donde ya se conocería la ubicación de los repuestos previo a su búsqueda.

Adicional, se construye un panel de control en Excel para proporcionarle al taller una herramienta que le permita tener visualización general de sus procesos mediante indicadores que logren mostrar gráficamente cómo se encuentran estos en tiempo real alimentado día a día por los datos del taller.

Asimismo, en la etapa de la validación del proyecto, se realiza la medición de los indicadores, la cual se hace con una brecha entre los resultados del 2021 con los del 2022 elaborada con el panel de control, cuyo resultado es un mayor margen operativo de 48,8 % en comparación con el margen actual de 35,5 %; después, se cuenta con el porcentaje de reparación que mejora en un 5 % versus el actual y es aún mayor a la meta establecida. Adicionalmente, los vehículos en cola, que serían en la propuesta de 107 comparados a los 128 que hay actualmente.

Después, para la validación financiera, se tiene un VAN de ¢8.098.666 y un TIR 322 %, lo cual demuestra que el proyecto es factible y favorable si el taller desea ponerlo en marcha, por último, se muestra la ejecución de la redistribución del almacén cuyos beneficios son un menor recorrido al encontrar los repuestos, fácil ubicación de los repuestos por estar estandarizada las familias, un mayor espacio porque el almacén está ordenado y un mejor control por la etiqueta.

Dado lo anterior, se demuestra cómo se cumple con el objetivo del proyecto, pues la empresa contaría con mayor eficiencia operativa gracias a que mediante las herramientas y redistribución del almacén habría mayores ganancias y disminución en la cola de los vehículos en espera, obteniendo así mayor satisfacción de los clientes.

Por último, en las recomendaciones, se sugiere un análisis a la planificación de la solicitud de repuestos a proveedores con el fin de aumentar la cantidad de vehículos disponibles para ingresar a reparación y un análisis a mayor profundidad sobre el manejo y control financiero de la empresa con el fin de identificar mejoras que busquen reducir los costos y reducir la deuda externa, adquirida por parte de la empresa.

Índice	
Introducción	10
Capítulo I. Propuesta de proyecto	11
1.1 Descripción de la empresa.....	11
1.2 Justificación del problema.....	11
1.3 Problema	13
1.4 Alcance.....	13
1.5 Beneficios asociados al proyecto	13
1.5.1 Beneficios para la organización	13
1.5.2 Beneficios para la sociedad	14
1.6 Objetivo general e indicadores de éxito	14
1.6.1 Objetivo General	14
1.6.2 Indicadores de éxito	14
1.7 Marco de referencia teórica.....	14
1.7.1 Sistema de planificación y control de operaciones.....	15
1.7.2 Control.....	17
1.7.3 Ciclo de conversión de efectivo y capital de trabajo	18
1.7.4 Mejora continua.....	19
1.7.5 Gestión de inventarios y almacenamiento	20
1.7.6 Eficiencia Operativa.....	20
1.7.7 Utilidad Operativa	21
1.8 Metodología general.....	22
1.9 Cronograma.....	24
Capítulo II Diagnóstico	25
2.1 Objetivo general	25
2.1.1 Objetivos específicos.....	25
2.2 Metodología de diagnóstico	25
2.3 Caracterización de procesos	26
2.3.1 Atención al cliente.....	27
2.3.2 Valoración	29
2.3.3 Gestión de inventarios y almacenamiento	31
2.3.4 Reparación del vehículo	35
2.3.5 Gestión financiera	37
2.4 Demanda	38
2.5 Capacidad	43
2.5.1 Cola de vehículos en reparación.....	43
2.5.2 Modelo y diseño de la simulación del estado actual	44
2.5.3 Capacidad Física	50
2.6 Análisis de cumplimiento de entrega	56
2.7 Análisis de repuestos no conformes y daños ocultos	58

2.8 Análisis financiero.....	59
2.8.1 Análisis de estados financieros.....	59
2.8.2 Utilidad operativa.....	62
Capítulo III Diseño.....	63
3.1 Objetivo general.....	63
3.1.1 Objetivos específicos.....	63
3.2 Metodología de diseño.....	63
3.3 Relación entre las propuestas de mejora.....	64
3.4 Oportunidades de mejora.....	65
3.4.1 Rediseño y gestión de repuestos.....	65
3.4.2 Herramienta de secuenciación.....	71
3.4.3 Panel de control.....	80
Capítulo IV Validación.....	85
4.1 Objetivo general.....	85
4.1.1 Objetivos específicos.....	85
4.2 Metodología de validación.....	85
4.3 Validación de oportunidades de mejora.....	86
4.3.1 Validación de la herramienta de secuenciación.....	86
4.3.2 Validación del panel de control.....	94
4.3.3 Validación de método 5S.....	97
4.3.4 Análisis financiero del proyecto.....	99
Conclusiones.....	100
Recomendaciones.....	101
Referencias bibliográficas.....	102
Abreviaturas y acrónimos.....	104
Anexos.....	105
Apéndices.....	108

Índice de tablas

Tabla 1. Metodología general Tecno Carrocerías Eben-Ezer.....	22
Tabla 2. Metodología general Tecno Carrocerías Eben-Ezer (continuación).....	23
Tabla 3. Metodología general Tecno Carrocerías Eben-Ezer (continuación).....	24
Tabla 4. Cronograma.....	24
Tabla 5. Metodología general de diagnóstico.....	25
Tabla 6. Metodología general de diagnóstico (Continuación).....	26
Tabla 7. SIPOC Atención al cliente.....	27
Tabla 8. Matiz de valor agregado combinaciones.....	28
Tabla 9. SIPOC Valoración.....	30
Tabla 10. SIPOC Gestión de inventarios y almacenamiento.....	31
Tabla 11. Análisis de repuestos No reclamados.....	33
Tabla 12. Análisis de disposición de espacio.....	34
Tabla 13. SIPOC Reparación del vehículo.....	36
Tabla 14. SIPOC Gestión financiera.....	37

Tabla 15. Ingresos y entregas vehiculares totales por aseguradora (agosto 2021 a junio 2022).	38
Tabla 16. Duración de vehículos en reparación	41
Tabla 17. Análisis de cola de vehículos en reparación generada por mes.....	43
Tabla 18. Tipo de choque y sus horas	46
Tabla 19. Recursos del sistema	46
Tabla 20. Estaciones del sistema.....	47
Tabla 21. Recursos del sistema	47
Tabla 22. Distribuciones de los tiempos de operación	48
Tabla 23. Distribuciones de los tiempos de operación (Continuación).....	49
Tabla 24. Reparación de vehículos dentro de simulación (corrida de 9.5 horas durante 4 meses)	49
Tabla 25. Seguimiento de entrada y salida de vehículos durante agosto-2021 a junio-2022.....	50
Tabla 26. Porcentaje de utilización de la reparación de vehículos realizados entre agosto 2021 y junio 2022.....	51
Tabla 27. Análisis de capacidad por línea rápida.....	52
Tabla 28. Análisis de capacidad por choque medio	52
Tabla 29. Análisis de capacidad por choque grande	53
Tabla 30. Análisis de capacidad promedio.....	53
Tabla 31. Análisis de escenarios de capacidad e ingreso de acuerdo con la mezcla de vehículos	54
Tabla 32. Análisis de escenarios de capacidad e ingreso de acuerdo con la mezcla de vehículos (Continuación).....	55
Tabla 33. Entrega rápida de vehículos	57
Tabla 34. Cantidad de repuestos no conformes.....	58
Tabla 35. Análisis punto de equilibrio contra ingresos por mes	60
Tabla 36. Análisis punto de equilibrio contra ingresos por mes (continuación)	61
Tabla 37. Ingresos por clasificación de choque	61
Tabla 38. Análisis cantidad de vehículos para alcanzar punto de equilibrio.....	62
Tabla 39. Metodología general de diseño	63
Tabla 40. Metodología general de diseño (continuación)	64
Tabla 41. Repuestos identificados.....	65
Tabla 42. Repuestos identificados (continuación)	66
Tabla 43. Plan de ejecución 5S	71
Tabla 44. Parámetros usados para herramienta	76
Tabla 45. Resumen de los resultados obtenidos.....	76
Tabla 46. Resultados herramienta comparación contra promedio estado actual.....	77
Tabla 47. Resultados herramienta comparación contra promedio estado actual.....	77
Tabla 48. Comparación de ingresos por tipo de choque	78
Tabla 49. Tabla de propuesta adicional.....	78
Tabla 50. Tabla de propuesta adicional (Continuación).....	79
Tabla 51. Plan de ejecución herramienta.....	79
Tabla 52. Plan de ejecución herramienta (continuación)	80
Tabla 53. Plan de ejecución panel de control	84
Tabla 54. Metodología general de validación	85
Tabla 55. Metodología general de validación (continuación)	86
Tabla 56. Resultados de la herramienta sobre la reparación de los vehículos.....	91
Tabla 57. Plan de capacitación.....	93
Tabla 58. Resultados encuestas de contraparte sobre la herramienta de secuenciación.....	94
Tabla 59. Análisis de brecha de los indicadores del panel de control	95
Tabla 60. Plan de capacitación.....	96
Tabla 61. Resultados encuestas de contraparte sobre el panel de control	97
Tabla 62. Antes de implementación de 5S	98
Tabla 63. Después de implementación de 5S.....	98
Tabla 64. Resultados del VAN y TIR del proyecto	99

Índice de figuras

Figura 1. Procesos sustantivos y de apoyo.....	26
Figura 2. Actividades que agrega y no agregan valor	28
Figura 3. Matriz de valor agregado de Atención al cliente	29
Figura 4. Matriz de valor agregado por actividad valoración	30
Figura 5. <i>Matriz de valor agregado de Gestión de inventario y almacenamiento</i>	32
Figura 6. Distribución de la bodega de almacenamiento en Tecno Carrocerías Eben Ezer	32
Figura 7. Distribución de Repuestos no Identificados	33
Figura 8. Distribución de repuestos No reclamados.....	34
Figura 9. <i>Matriz de valor agregado de Reparación del vehículo</i>	36
Figura 10. <i>Matriz de valor agregado por actividad de gestión financiera</i>	38
Figura 11. Ingresos vs. entregas totales de vehículos (agosto 2021 a junio 2022)	39
Figura 12. Ingresos vs. entregas Línea Rápida (agosto 2021 a junio 2022).....	40
Figura 13. Ingresos vs. entregas Choque Medio (agosto 2021 a junio 2022)	40
Figura 14. Ingresos vs. entregas Choque Grande (agosto 2021 a junio 2022).....	41
Figura 15. Ingresos vs. entregas Choque Medio con desfase (agosto 2021 a junio 2022).....	42
Figura 16. Ingresos vs. entregas Choque Grande con desfase (agosto 2021 a junio 2022)	42
Figura 17. Análisis de cola de vehículos en reparación	44
Figura 18. Diagrama de flujo de reparación de vehículos.....	45
Figura 19 Interfaz de simulación en Arena Simulation Software	48
Figura 20. Cantidad de vehículo en espera por estación	50
Figura 21. Cumplimiento de entrega.....	56
Figura 22. Cumplimiento de entrega de los vehículos	57
Figura 23. Ganancias netas 2021.....	59
Figura 24. Ganancias operativas vs. Gastos totales 2021.....	60
Figura 25. Relación entre las propuestas sobre el sistema de control y planificación	64
Figura 26. Estado actual almacén de repuestos	66
Figura 27. Propuesta de acomodo dentro del almacén de repuestos	67
Figura 28. Comparación segundo piso estado actual vs. propuesto	68
Figura 29. Etiqueta para repuestos en inventario	69
Figura 30. Diagrama casual de beneficios de ejecutar el método 5S	70
Figura 31. Algoritmo de secuenciación de vehículos (Norma ANSI).....	72
Figura 32 Menú principal de herramienta	73
Figura 33. Registro de vehículos de herramienta.....	74
Figura 34. Editar parámetros de herramienta	74
Figura 35. Lista priorizada de herramienta	75
Figura 36. Mapa estratégico	81
Figura 37. Matriz.....	82
Figura 38. Interfaz del panel de control	83
Figura 39. Diagrama casual de beneficios de ejecutar el panel de control.....	84
Figura 40. Disminución de cola de herramienta de secuenciación contra el método actual	87
Figura 41. Vehículos reparados de la herramienta de secuenciación contra el método actual....	87
Figura 42. Ganancias de la herramienta de secuenciación contra el método actual.....	88
Figura 43. Cola de espera herramienta de secuenciación escenario 1.....	89
Figura 44. Ganancia neta herramienta de secuenciación escenario 1	89

Figura 45. Cola de espera herramienta de secuenciación escenario 2.....	90
Figura 46. Ganancia neta herramienta de secuenciación escenario 2	91
Figura 47. Resultado de reparación de vehículos.....	92
Figura 48. Tiempo promedio de espera en cola en la etapa de enderezado	92
Figura 49. Cantidad de vehículos en cola de la etapa de enderezado.....	93
Figura 50. Análisis de brecha de los indicadores del panel de control.....	95

Introducción

La industria automotriz, específicamente en reparaciones, es de gran importancia tanto en el país como en el mundo, parte de sus funciones es dar un servicio que cumpla con la calidad que esperan los clientes, pues estos utilizan sus vehículos en su vida diaria para movilizarse de un lugar a otro, por eso se espera que la reparación de los automóviles sea la adecuada para cada caso.

En el caso del taller Tecno Carrocerías Eben-Ezer, este busca siempre satisfacer al cliente y generar las ganancias necesarias para tener un negocio rentable. De ahí nace la necesidad de mejorar en la planificación y control de los procesos que impactan la eficiencia operativa, para cumplir con las necesidades del cliente en el menor tiempo posible y mejorar la eficiencia operativa.

Este documento consta de cuatro capítulos, donde se muestra la elaboración de una planificación y un control para el taller enfocado en el proceso de reparación y demás procesos que influyen en la eficiencia operativa. En el primer capítulo, se presenta la propuesta del proyecto el cual contiene con una breve descripción de la empresa, la justificación del problema a tratar, el alcance y los beneficios con los que contaría la empresa y la sociedad a causa del proyecto. Después de estos se muestra el objetivo general junto con los indicadores de éxito, dando lugar al marco de referencia teórico que es el sustento del desarrollo del proyecto en general. Por último, la metodología general y el cronograma que representa el tiempo de realización del proyecto.

El segundo capítulo corresponde al diagnóstico del proyecto, aquí se realiza un análisis de los procesos sustantivos y de apoyo para conocer identificar las oportunidades de mejora. Siendo los procesos sustantivos los de atención al cliente, valoración, reparación de vehículos, gestión de inventarios y el proceso de apoyo es el de gestión financiera. A partir del estudio de estos procesos, se decide dar un enfoque en los procesos de reparación de vehículos y gestión de inventarios, pero se destaca la necesidad de mantener un control en todos los procesos, pues todos son necesarios para la reparación de los vehículos.

Para el tercer capítulo, se cuenta con el diseño del proyecto, su idea nace de las oportunidades identificadas en el diagnóstico, donde se desarrollan diversas soluciones. Iniciando con una secuenciación para la reparación de los vehículos que determinará el orden como se deben ingresar los vehículos a reparar con base en la disponibilidad de repuestos, por medio de una herramienta automatizada que permite al encargado ingresar los vehículos y obtener como resultado una lista. Seguido de esto se cuenta con una redistribución del almacén de repuestos el cual se apoya en el método de 5S para obtener los beneficios necesarios. Por último, un panel de control que permite tener un seguimiento de los procesos realizados en el taller por medio de una herramienta que muestre gráficos que faciliten su comprensión.

Finalmente, en el cuarto capítulo se encuentra la validación donde se demuestra la funcionalidad de las propuestas diseñadas. Se demuestra cómo hay mejora en las ganancias y en la eficiencia operativa si se pone en marcha el diseño propuesto. También se realiza la implementación de la redistribución del almacén y se observan los beneficios obtenidos, a través de entrevistas y con capacitaciones al personal y. Por último, la viabilidad económica del proyecto junto con las recomendaciones.

Capítulo I. Propuesta de proyecto

1.1 Descripción de la empresa

La empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer es un taller automotriz especializado en enderezado y pintura. Se encuentra en la provincia de Heredia y tiene más de 19 años de experiencia en el mercado. Actualmente, cuenta con más de 45 colaboradores dentro de la organización.

La compañía se enfoca principalmente en atender casos de accidentes de tránsito para la reparación del vehículo. De manera que el taller cuenta con la estrecha relación con cinco aseguradoras del país, las cuales son: Seguros Lafise, Quálitas, Assa Compañía de Seguros, MAPFRE y el Instituto Nacional de Seguros (INS). Estas aseguradoras cubren los daños materiales que sufre el vehículo, como los repuestos necesarios para la reparación, mano de obra y otros montos.

Por lo tanto, el servicio brindado por Tecno Carrocerías Eben-Ezer es la reparación del automóvil y se encarga de los trámites con la aseguradora de los gastos correspondientes al arreglo del vehículo.

1.2 Justificación del problema

El servicio brindado por Tecno Carrocerías Eben-Ezer inicia en el proceso sustantivo de valoración, donde se evalúa cómo se encuentra el estado del vehículo y sus daños para enviar una propuesta a la aseguradora del cliente y que esta sea aprobada. La aseguradora se encarga también de desglosar los gastos y decide si envía los repuestos o la empresa debe adquirirlos. Cuando los repuestos están disponibles, se comunica al cliente para realizar la documentación e inicia el proceso de reparación del vehículo, finalizando con el cobro.

Asimismo, los procesos de Tecno Carrocerías Eben-Ezer se definen por procesos sustantivos y de apoyo. Específicamente en los procesos sustantivos se encuentran: valoración del vehículo que abarca la definición de los repuestos a solicitar y la documentación con las aseguradoras, gestión de inventarios y almacenamiento que incluye el pedido, recibido, almacenado y preparado de los repuestos de los vehículos. Además del proceso de reparación del vehículo y el proceso de servicio al cliente donde se incluye todo lo relacionado a la atención del cliente respecto al vehículo. Por último, dentro de los procesos de apoyo se encuentra el de gestión financiera.

Se debe aclarar que existen dos tipos de clasificaciones de repuestos: los comunes, estos se solicitan dentro de territorio costarricense y duran de cinco a quince días en recibirse; y los repuestos especiales, los cuales deben ser solicitados al extranjero durando aproximadamente noventa días en recibirse.

La evaluación realizada por medio de entrevistas con la asesora de gerencia y el encargado del almacén, además del análisis de datos y visitas a la empresa, permite identificar las ineficiencias y falta de control durante el desarrollo de las operaciones y la forma como afectan la estabilidad de la empresa, específicamente su impacto en el flujo de efectivo. Estas se describen a continuación.

En primera instancia, el encargado del almacén indica la presencia de repuestos inconformes, es decir, repuestos que no cumplen con las especificaciones solicitadas o que presentan algún daño.

Actualmente, se presenta al menos un repuesto inconforme por vehículo, lo cual provoca un atraso en el ciclo de efectivo (CCE) de entre cinco a noventa días, pues la operación de reparación de vehículo no puede iniciar sin que los repuestos estén 100 % correctos y completos (Ramos y Montoya, comunicación personal, 07 de junio de 2021).

Asimismo, la asesora de gerencia menciona que “la existencia de repuestos inconformes dentro de la operación de reparación de vehículo o en la entrega del vehículo, es debido a que estos no fueron identificados en la actividad de recibo de pedido” (Ramos, comunicación personal, 10 de junio de 2021). Esto provoca atrasos dentro del proceso de reparación de vehículo, pues se debe solicitar un cambio del repuesto. Con base en lo mencionado por ella, se identifican al menos cuatro atrasos mensuales dentro de la operación de reparación del vehículo, y dos atrasos al mes para clientes externos por repuestos inconformes.

También, se presentan daños ocultos en el proceso de reparación del vehículo. En la etapa de armado, estos consisten en un repuesto dañado no identificado durante la valoración del vehículo, la cual tiene una frecuencia de acuerdo con la asesora de gerencia de entre 2 a 3 veces por mes. Como resultado, se presenta reproceso, donde se debe solicitar un nuevo permiso a la aseguradora y realizar el pedido de los repuestos faltantes. Dicho lo anterior, hay un atraso de quince días a noventa días dentro del ciclo de efectivo afectando de esta forma la fecha de entrega al cliente y el retorno del efectivo (Ramos, comunicación personal, 10 de junio de 2021).

En segunda instancia, de acuerdo con Welseh, Sánchez y Grados (2020):

Las políticas de inventario deben de incluir el establecimiento de normas para el inventario, como niveles máximos y mínimos, o tasas metas de rotación, la aplicación de técnicas y métodos que aseguren el cumplimiento de las normas planificadas para el inventario. La presupuestación exige que se establezcan políticas de inventario y permita informar sobre las variaciones, de un mes a otro. (p. 162)

Se observa que las ubicaciones, cantidades y decisiones de manejo del inventario es realizado de forma empírica por el encargado del almacén (Ramos y Montoya, comunicación personal, 30 de abril de 2021), lo cual, de acuerdo con Ballou (2004), propicia problemas como desaprovechamiento del espacio dentro del almacén, desconocimiento de las ubicaciones, cantidad y tiempo de almacenamiento del inventario, y dificultades para hallar los SKU al momento de realizar la consolidación del pedido.

Por consiguiente, al 7 de junio del 2021, el almacén posee un 10 % de repuestos estancados, es decir, repuestos con más de 1 año sin ser reclamados por clientes, los cuales presentan dificultades para regresarlos a su proveedor o venderlos en un precio rebajado. De acuerdo con las entrevistas realizadas a la asesora de gerencia y al encargado del almacén, cuando se realiza la entrega o se recibe el vehículo para repararlo, el proceso de atención al cliente puede atrasarse debido al mismo interesado porque no asiste a la fecha indicada o incluso no reclama los repuestos correspondientes, lo cual estanca el inventario dentro de la organización (Ramos y Montoya, comunicación personal, 07 de junio de 2021).

Es importante destacar que no se identifican mecanismos de control en los procesos de valoración del vehículo, gestión de inventarios y almacenamiento, reparación del vehículo y servicio al cliente que permitan prever o corregir situaciones que generan atrasos en la entrega al cliente. La empresa utiliza mecanismos de registros que no le proporciona información relevante, de manera

que se dificulta encontrar los problemas que pasan en sus procesos y la frecuencia con la que ocurre, además, no cuenta con un sistema de información en los procesos antes mencionados. Asimismo, carece de registros y un control respectivo de entregas tardías a sus clientes.

En el proceso de apoyo de gestión financiera, el 7 de junio del 2021, se identifica efectivo detenido dentro de almacén por la presencia de repuestos estancados, siendo este efectivo de ₡ 30 000 000 almacenados, incrementando el tiempo del CCE, lo cual disminuye la eficiencia y productividad de las operaciones, por lo tanto, se requiere la inversión de capital de trabajo para mantener las operaciones. De igual forma, la asesora de gerencia indica que presentan atrasos dentro de la operación de gestión financiera, debido a la presencia de ineficiencias que alargan el trámite del caso correspondiente al vehículo (Ramos y Montoya, comunicación personal, 07 de junio de 2021).

1.3 Problema

Los procesos sustantivos y el proceso de apoyo de gestión financiera de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer presentan ineficiencias y carecen de control, lo que genera pérdidas operativas, implicando una creciente necesidad de capital.

1.4 Alcance

El proyecto se desarrolla en la empresa de Tecno Carrocerías Eben-Ezer, en la instalación ubicada en Heredia, en sus procesos operativos de reparación de vehículos dados por accidentes de tránsito que influirán directamente en el ciclo de flujo de efectivo de la empresa.

De modo que se definen los procesos sustantivos y de apoyo a evaluar. En los primeros se encuentran: valoración, reparación del vehículo, atención al cliente, gestión de inventarios y almacenamiento; en los segundos, el proceso de apoyo siendo el de gestión financiera.

1.5 Beneficios asociados al proyecto

Los beneficios que se presentan son tanto para la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer como para la sociedad.

1.5.1 Beneficios para la organización

Al mejorar las ineficiencias en los procesos sustantivos y de apoyo de la empresa, se generará beneficios como en la reducción de reprocesos en la operación de reparación del vehículo por daños ocultos y también se hará un uso eficiente del espacio físico del almacén. Además, se disminuirá costos de inventario en el almacén por repuestos estancados y así mejorar la gestión del almacenamiento.

Asimismo, al mejorar el control se obtendrá información más precisa para tomar decisiones confiables y prevenir riesgos. Con todo esto se logrará mejorar la satisfacción del cliente y contribuir a la eficiencia operativa de la organización.

1.5.2 Beneficios para la sociedad

Los beneficios que puede obtener la sociedad con respecto a la realización del proyecto son la mejora en los tiempos de entrega al cliente externo, es decir, que se cumpla con la fecha de adjudicación y se satisfagan sus requerimientos.

También, mantener la estabilidad laboral junto con la seguridad en todos los colaboradores presentes en la organización, pues, al mejorar las ineficiencias en los procesos, es posible fortalecer a la empresa en este aspecto.

1.6 Objetivo general e indicadores de éxito

1.6.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de planificación y control con enfoque en mejora continua para los procesos sustantivos y el proceso de apoyo de gestión financiera de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer, con el fin de contribuir en la eficiencia operativa.

1.6.2 Indicadores de éxito

A continuación, se plantean los indicadores de éxito del proyecto.

- a. Margen de utilidad operativa: este indicador permite conocer el porcentaje obtenido de las ventas después de descontar costos y gastos. Este indicador permite ver la eficiencia operacional de la empresa.

Margen de utilidad operativa =

$$\frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas}}$$

- b. Indicador Porcentaje de reparación: este indicador mide la tasa de vehículos reparados contra la cantidad de vehículos ingresados del mes.

Porcentaje de reparación =

$$\frac{\text{Vehículos reparados del mes}}{\text{Vehículos ingresados del mes}}$$

- c. Indicador porcentaje de cumplimiento de entrega: este indicador mide el nivel de cumplimiento de la empresa para realizar la entrega de pedidos en la fecha establecida con el cliente.

$$\text{cumplimiento de entrega} = \left(\frac{\text{Número de entregas a tiempo}}{\text{Número total de entregas realizadas}} \right) * 100$$

1.7 Marco de referencia teórica

Para alcanzar el mejoramiento en los procesos que impactan el ciclo de efectivo de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer, es importante abordar las áreas de estudio respectivas al enfoque del proyecto; por lo tanto, se presentará a continuación las referencias teóricas de este.

1.7.1 Sistema de planificación y control de operaciones

La falta de planificación y control de las operaciones de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer propician la presencia de ineficiencias dentro de la empresa, por lo tanto, es de importancia del desarrollo de un sistema de planificación y control.

Es necesario definir el concepto de la gestión de operaciones, también llamada administración de operaciones, con el fin de entender el origen de la planificación y control de operaciones.

Los administradores de operaciones son los responsables de la producción de los bienes o servicios de las organizaciones. Los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformaciones que se utilizan. La administración de operaciones es el estudio de la toma de decisiones en la función de operaciones. (Schroeder, 1992, p. 2)

De acuerdo con Render y Heizer (2009), los administradores de operaciones:

Realizan las funciones básicas del proceso de administración. El proceso de administración consiste en planear, organizar, asignar personal, dirigir y controlar. Los administradores de operaciones aplican este proceso de administración a las decisiones que toman en función de la Administración de Operaciones. (p. 7)

Las decisiones principales de la administración de operaciones son: diseño de bienes y servicios, administración de la calidad, administración de la cadena suministro, inventario planeación de requerimientos de material y entregas justo a tiempo, mantenimientos, programación a mediano y corto plazo, recursos humanos y diseño del trabajo, diseño del proceso y de la capacidad, estrategia de localización y estrategia de distribución de instalaciones. La aplicación exitosa de cada decisión crítica requerirá planeación, organización, retribución de personal, dirección y un control (Render y Heizer, 2009).

Ahora, entendido esto, se analizará el sistema de planificación y control; sistemas formales que engloban los mecanismos de planificación y control, además, parte de la gestión de operaciones. Asimismo, se define el sistema de planificación y control como el conjunto de personas, reglas, métodos y herramientas que dan órdenes para adquirir recursos y utilizarlos con el objetivo de servir los requerimientos de los clientes (García, 2020).

De este modo, Gracia et al. (2007) mencionan que:

La importancia de la integración de la planificación y el control reside, principalmente en el hecho de que una planificación eficaz aporta una mejora del control y viceversa, es decir, sin una planificación adecuada el control no dispone de referencias que permitan medir el rendimiento. Sin un sistema de control apropiado, la planificación no puede apoyarse en el seguimiento de resultados. (p. 43)

1.7.1.1 Planificación

En primera instancia, con el fin de comprender qué abarca un sistema de planificación y control, planificación consiste en “coordinar por anticipado los factores de producción, de tal manera, que se garantice el desarrollo operacional de la empresa y se haga la mejor utilización de la capacidad disponible” (Monsalve, 2018, p. 21).

Es decir, “la planificación va a permitir la conexión entre actividades con objeto de poner en marcha una determinada estrategia en base a las indicaciones establecidas en planes de acción. Los elementos más destacables son: planes, programas y presupuestos” (Gracia et al., 2007, p. 43).

Asimismo, el propósito principal de la planificación, según el autor Chapman (2006):

Consiste en planificar y coordinar recursos, incluyendo el tipo, la cantidad y la pertinencia de estos. En consecuencia, casi siempre es dictado por el momento futuro en que la empresa requerirá contar con un estimado de las necesidades de recursos, con el objetivo de actuar apropiadamente para garantizar su disponibilidad. (p. 46)

También, Chapman (2006) menciona que los principales objetivos de la planificación son:

Medir y dar apoyo al plan de negocio, dar soporte al cliente, garantizar que los planes sean alcanzables, administrar efectivamente el cambio, administrar el inventario de bienes terminados y/o de reserva para dar mejor apoyo al servicio al cliente, controlar los costos, medir el desempeño y desarrollar el trabajo en equipo. (p. 47)

La planificación de Tecno Carrocerías Eben-Ezer es conjunta con las aseguradoras y estas tienen muchas decisiones finales en lo que respecta a la reparación del vehículo. De igual manera, es importante que la empresa tome en cuenta la planificación en sus operaciones, como Chapman (2006) menciona:

A fin de que tales organizaciones sean efectivas y eficientes en la atención a los clientes, sus directivos deben comprender y aplicar algunos principios fundamentales de planificación para la generación del producto, y también para controlar el proceso que lo origina. (p. 1)

1.7.1.2 Secuenciación

La secuenciación, como bien lo definen muchos autores, pretende brindar un orden para realizar un proceso o actividad, pero esto depende de ciertos factores, de manera que tome en cuenta la capacidad del taller, tal y como lo menciona Solnon (2008):

Este problema implica la programación de automóviles a lo largo de una línea de montaje, en para instalar opciones (por ejemplo, techo corredizo, radio o aire acondicionado) sobre ellos. Cada opción está instalada por una estación diferente, diseñada para manejar como máximo un cierto porcentaje de los coches que circulan por la línea de montaje y los coches que requieren esta opción deben espaciarse de manera que nunca se exceda la capacidad de cada estación.

En el taller Tecno Carrocerías Eben-Ezer la secuenciación se realiza de manera empírica por un método que no considera las variables en tiempo real, pero la importancia de una óptima secuenciación la recalca el autor Sabria (2011) donde menciona que:

Así garantiza que la secuencia de automóviles que entre en la línea de producción se corresponda totalmente con la secuencia que salga de la misma, y, por tanto, que la secuencia óptima seleccionada por el ordenador sea la secuencia de producción real. (p.51)

1.7.2 Control

El control pretende verificar el comportamiento de la empresa: si se mantiene dentro de los límites previamente fijados y, si es lo contrario, tomar medidas para corregir. La función de control está totalmente unida a la planificación, como menciona el autor Crespo (2003):

El sistema de control ha de identificar los problemas con antelación, de manera que se puedan iniciar las acciones correctivas; es decir debe ser un control ejercido hacia el futuro y durante todo el periodo de desarrollo de las decisiones. (p. 170)

Una empresa sin control interno no puede crecer, por lo tanto, es importante que la empresa pueda organizarse administrativamente y dominar la planeación, organización, dirección y el control de la organización. También, es importante destacar que en la actualidad se usa más las tecnologías en la empresa, de manera que el control interno y todos los registros muchas veces se ven capturados por sistemas operativos, pues proporciona un menor trabajo y mayor confiabilidad en resultados (Palomo, 2019).

De todo lo mencionado, el autor Palomo (2019) dice:

Es importante la implementación de los controles internos, ya sean manuales o automatizados, dedicarles el tiempo y esfuerzo necesarios para contar con información real actualizada, estadística y comparativa que de manera confiable proporcione herramientas de análisis que aporten seguridad a las decisiones de la empresa. (p. 47)

Actualmente, Tecno Carrocerías Eben-Ezer no cuenta con controles internos y los registros que realizan no les proporcionan información relevante, de manera que se les dificulta encontrar los problemas que pasan en sus procesos y la frecuencia con la que ocurre. Por lo tanto, es importante tener controles internos en sus procesos, para que puedan mejorar, corregir y tomar decisiones con base en la información documentada.

También, es importante mencionar sobre el control de procesos, que, por supuesto, es parte del control interno de una empresa. Este se define de acuerdo con Monsalve (2018) como la toma de las decisiones y las acciones que son requeridas para corregir el desarrollo de un proceso, apegándose al plan trazado. El control dentro de producción e inventario cumple la función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por el ciclo de fabricación, abarcando desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto terminado, esto mediante la transmisión sistemáticas de instrucciones.

Por tanto, el control de procesos es necesario para el buen funcionamiento de la empresa. Desde que llega la solicitud del cliente para la reparación del vehículo, hasta este ser entregado. Como menciona el autor Chapman (2006):

Considerar el flujo completo de materiales como una cadena implica una comunicación rápida y efectiva, así como una transmisión ascendente y descendente de información a lo largo de la línea de suministro, lo cual significa que los vínculos entre estas funciones delimitantes tienen cada vez más importancia para el sistema integral de planificación y control. (p. 234)

1.7.3 Ciclo de conversión de efectivo y capital de trabajo

De acuerdo con las evidencias presentadas dentro de la empresa de Tecno Carrocerías Eben- Ezer, las ineficiencias identificadas repercuten en el ciclo de conversión del efectivo y limita el capital de trabajo requerido por la empresa. Por lo tanto, a continuación, se abordan los referentes de estos temas.

1.7.3.1 Ciclo de conversión del efectivo

En primera instancia, se define que el ciclo de conversión del efectivo como mencionan los autores Gitman y Zutter (2012):

Es crucial en la administración del capital de trabajo o administración financiera a corto plazo. El ciclo de conversión del efectivo (CCE) mide el tiempo que requiere una empresa para convertir la inversión en efectivo, necesaria para sus operaciones, en efectivo recibido como resultado de esas operaciones. Este ciclo apoya el análisis de la administración de los activos corrientes de la empresa. (p. 546)

De igual forma, para comprender el ciclo de conversión del efectivo es de importancia comprender el ciclo operativo (CO). Este se comprende como el tiempo transcurrido entre el inicio del proceso y la recuperación del efectivo mediante el cobro de las cuentas por cobrar generadas con la venta de los productos terminados. El CO se integra por la suma de los días promedio del inventario (DPI) y los días promedio de cobro (DPC) (Saavedra García y Loé Uribe, 2018).

Como se señaló, el CO de la empresa son los días entre el momento en que ingresa la materia prima al proceso productivo y cuando se cobra el efectivo, que en el caso de Tecno Carrocerías Eben Ezer sería desde que inicia el proceso donde se recibe un vehículo hasta que se entrega el reparado al cliente y se realiza el cobro. Por consiguiente, lo recomendable es que la empresa pueda realizar todo el proceso de transformación, venta y cobranza en un periodo no mayor al periodo promedio de pagos; de otro modo deberá recurrir a recursos internos o externos para cumplir con sus obligaciones de corto plazo (Saavedra García y Loé Uribe, 2018).

1.7.3.2 Capital de trabajo

De acuerdo con Van Horne y Wachowicz (2010), existen dos conceptos de importancia dentro del capital de trabajo: El capital de trabajo neto y el capital de trabajo bruto. Donde el capital de trabajo neto se define como “, que es la diferencia de dinero entre los activos y los pasivos corrientes. Esta es una medida del grado en el que la empresa está protegida contra los problemas de liquidez”, y el capital de trabajo bruto se refiere a los activos corrientes (p. 206).

A partir de lo anterior, el autor Rizzo (2007) menciona que:

Capital de trabajo de una empresa son las necesidades de efectivo de esta para hacer frente a sus compromisos de corto plazo; es importante su gestión ya que la falta de cumplimiento de estos compromisos puede llevar a la empresa a un estado de insolvencia financiera. (p. 105)

Esto consiste en el margen de seguridad que poseen las empresas con el fin de financiar sus actividades, y al ser afectado la empresa no puede desarrollar las actividades que generan valor de forma normal, tampoco buscar nuevos tipos de negocios para aumentar su valor.

Finalmente, se define la liquidez como la agilidad que posee una empresa para cumplir sus obligaciones de corto plazo a medida que estas se acercan a su fecha de vencimiento, consiste en la solvencia de la situación financiera de una empresa y su habilidad para pagar las cuentas (Herrera y Betancourt, 2016).

1.7.4 Mejora continua

Otro concepto importante por definir es la mejora continua, pues mediante este enfoque se pretende solventar las ineficiencias de Tecno Carrocerías Eben-Ezer. Para esto, el autor Álvarez Newman (2012) menciona que el principio de la mejora continua es la fuente legitimadora para operar sobre el involucramiento de los trabajadores y sobre la cooptación sindical. Son los múltiples dispositivos de control los que permiten al mismo tiempo controlar los ritmos y los movimientos de los trabajadores sobre la línea de producción y poner en juego dispositivos de formación con el fin de lograr el involucramiento en los objetivos de productividad y calidad fijados por la empresa (p. 44).

La metodología por utilizar es la de PDCA (Plan, Do, Check, Act; planear, hacer, revisar, actuar) planteada por Walter Shewhart, quien menciona que el administrador de operaciones es un factor clave al construir una cultura de trabajo que exalta la mejora continua, dentro del ciclo se encuentran las etapas de (Render y Heizer, 2009, p. 199):

- a) Planear: se identifica la mejora y se hace un plan, específicamente se ve cuáles son las actividades de la empresa que se pueden mejorar y los objetivos que se van a utilizar para cumplirlo.
- b) Hacer: se prueba el plan que se planteó en la etapa anterior, esto mediante los cambios necesarios para hacer las mejoras que se requieren.
- c) Revisar: se debe comprobar si está funcionando este plan, mediante una verificación del buen funcionamiento y se hacen modificaciones en caso de ser necesario.
- d) Actuar: aquí se realizan pruebas para observar los resultados y así tener información para realizar análisis que permitan determinar si funcionan las actividades puestas en marcha, una vez que se aprueba esto se ejecuta el plan en forma definitiva.

1.7.4.1 Calidad

Ahora bien, para comprender mejor el concepto de mejora continua antes explicado, se debe también conocer el concepto de calidad del cual. Según la Sociedad Estadounidense para la Calidad se define como “La totalidad de rasgos y características de un producto o servicio que respaldan su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas” (p. 194). Es decir, es la capacidad de un bien o servicio para satisfacer las necesidades del cliente de acuerdo como lo define Render y Heizer (2009).

Entonces, la relación que tiene la calidad con la mejora continua es que requiere de este enfoque para formar los procedimientos, como mencionan los autores Render y Heizer (2009):

De manera que la calidad va a requerir un proceso infinito de mejora continua, este va a estar formado desde personas, equipo, proveedores, materiales y procedimientos. La base de esta filosofía es que cada aspecto de una operación puede ser mejorado. La meta final es la perfección, la cual nunca se alcanza, pero siempre se busca. (p. 198)

1.7.5 Gestión de inventarios y almacenamiento

Tecno Carrocerías Eben-Ezer tiene un almacén donde guarda todo el inventario de repuestos que le llega diariamente, desde lo que envían las aseguradoras hasta lo que compra directamente. Este almacén carece de un sistema de gestión, además, no se basa en las buenas prácticas de administración de inventarios para su funcionamiento. Sabiendo esto, se define un almacén como “el lugar en el que se realiza la recepción, almacenamiento, preparación y movimiento de materiales hasta el punto del consumo o utilización de estos” (Santiago, 2013, p. 42).

Los autores definen inventarios como las acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajos en proceso y productos terminados que aparecen en diversos puntos a lo largo de un canal de producción (Ballou, 2004). Este mismo autor menciona que las actividades de almacenamiento y manejo de materiales son responsables de al menos la cuarta parte de los gastos de logística, excluyendo el costo de manejo de inventario. Por lo tanto, el descuido de no administrar efectivamente resulta en ineficiencias que sobre pasan las ganancias de una buena administración.

Ahora bien, para tener una correcta administración de inventarios se debe tomar en cuenta los objetivos principales los cuales son: “-Conocer la situación exacta de los materiales, -Poder confrontar las existencias físicas y contables, -Definir las necesidades de espacio e instalaciones, -Poder localizar materiales obsoletos, etc. El control de las existencias debe ser realizado de forma continua e intermitente” (Tamayo y López, 2012, p. 211).

Finalmente, debe tomarse en cuenta también las políticas de inventario donde autores como Render y Heizer (2009) apuntan que:

Las buenas políticas de inventarios pierden sentido si la administración no sabe qué hay disponible en su inventario. La exactitud de los registros permite a las organizaciones enfocarse en aquellos artículos que son más necesarios, en vez de tener la seguridad de que “algo de todo” está en inventario. Sólo cuando la organización puede determinar con exactitud qué está disponible es capaz de tomar decisiones concretas acerca de pedidos, programación y embarque. (p. 486)

1.7.6 Eficiencia Operativa

Se incorpora el concepto de eficiencia operativa, pues esta es el resultado de acciones que desarrollan el trabajo de una empresa, definiendo las acciones correctas mediante la utilización de menos recursos garantizando la mejor calidad del servicio. Dentro del taller Tecno Carrocerías Eben-Ezer esto se vería reflejado en sus recursos, tales como las maquinarias, los implementos y las personas que realizan los servicios proporcionando una alta calidad reparando los vehículos.

Como mencionan los autores,

La eficiencia operativa de una máquina, área o sección se define como el valor del margen de contribución bruto de esa unidad por unidad de tiempo. Este margen no es más que la diferencia entre el valor de las unidades producidas y los costos directos de materiales y mano de obra empleados. (Franco, T. y García, J., 1996, p.17)

Dado esto, se busca en el taller mejorar la eficiencia operativa, de modo que garantice una ventaja competitiva entre otros talleres que realizan el mismo servicio, tal y como menciona Carrión (2007):

Es evidente que tanto la estrategia como la eficiencia operativa son fundamentales para que una empresa pueda competir con garantías. Al final, lo que permite que una empresa obtenga buenos resultados es que consiga diferenciarse de sus competidores de alguna forma y que sea capaz de mantener esa diferencia el máximo tiempo posible. (p. 40)

Por último, el enfoque de la eficiencia operativa para el taller va de la mano con la mejora continua, “La eficiencia operativa depende de cada organización en particular, y en última instancia se refleja en la diversidad y calidad de los productos y los servicios que ofrece al público a precios competitivos” (Bello, 2007, p.345)

1.7.7 Utilidad Operativa

Se indica que la utilidad operativa es un importe registrado que deduce la ganancia que espera una empresa a través de sus operaciones, restando las deducciones por intereses e impuestos. Este se presenta como un subtotal de los estados de resultados, después de contabilizar los gastos administrativos y ventas; y antes de ingresos y gastos por intereses junto con los impuestos a las ganancias (Tejada, 2019, p.20).

La utilidad operativa se determina por medio de ventas, costo de venta y los gastos operacionales, (Tejada, 2019). donde:

Las ventas son las entradas producto de la actividad económica principal de la empresa, donde los ingresos obtenidos por venta o servicios son tomados como operacionales.

El costo de venta consiste en el egreso económico que corresponde a la elaboración de un producto o servicio, es decir que el costo es la inversión económica que se ejecuta con la finalidad de conseguir el objetivo operativo. Se deduce que cuando la empresa obtiene pérdida el objetivo no fue positivo. (p.21)

Finalmente, los gastos operacionales son los gastos que dentro de una empresa se solventan con el fin de realizar actividades de administración y venta de producto o servicios. Estos son los que la empresa reserva para conservar la actividad de la empresa o corregir las condiciones de trabajo. (p.22)

Gran parte de la importancia del análisis de las utilidades operativas recae en que cuanto más alto sea el valor del margen la empresa podría financiar a un mayor grado a sus clientes por medio de cuentas por cobrar y mayor será su utilidad neta, lo cual influye positivamente en el CCE (Mogollón y Zárate, 2021).

Asimismo, se entiende que si el flujo operativo de una empresa es positivo, por ende, esta tenga una mayor facilidad para financiar el capital de trabajo y mantener un CCE mayor, debido a que el CCE es influenciado por la utilidad netos y esta, a su vez, se encuentra influenciada por la utilidad operativa (Mogollón y Zárate, 2021).

1.8 Metodología general

A continuación, se presenta la metodología general para el proyecto en Tecno Carrocerías Eben-Ezer.

Tabla 1.

Metodología general Tecno Carrocerías Eben-Ezer

Fase	Actividades y Herramientas	Resultados
Diagnóstico	Estudio de los procesos sustantivos y de apoyo que impactan la eficiencia operativa:	Proceso mapeado Flujo de actividades de los procesos Ineficiencias identificadas y sus causas Impacto de los procesos sustantivos y de apoyo en la eficiencia operativa
	<ul style="list-style-type: none"> - Mapeo de procesos - Diagrama de flujos - Entrevistas - Revisión documental - BPN - Diagrama SIPOC - Matriz de valor agregado 	<ul style="list-style-type: none"> Causas identificadas que están afectando los procesos sustantivos y de apoyo Disponibilidad del espacio (área y volumen) Repuestos no reclamados (inventario estancado) Atrasos de repuestos inconformes
	Análisis de la demanda y capacidad de la empresa:	Capacidad física y demanda de la empresa Cola de vehículos en reparación
	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas - Estadística descriptiva - Observación directa - Estudio de demanda - Análisis de capacidad - Estudio de tiempos 	<ul style="list-style-type: none"> Desfase de reparación de vehículos Duración de reparación promedio de los vehículos Cantidad de vehículos para alcanzar el punto de equilibrio
	Análisis de los estados financieros y la utilidad operativa y neta:	Indicador de margen de utilidad operativa Comportamiento de las utilidades, ingresos y gastos
	<ul style="list-style-type: none"> - Balance de resultados - Estado financiero - Entrevista - Estudio del punto de equilibrio 	Punto de equilibrio financiero

Tabla 2.*Metodología general Tecno Carrocerías Eben-Ezer (continuación)*

Fase	Actividades y Herramientas	Resultados
Diseño	Diseño de una herramienta informática para la planificación y secuenciación de los procesos que impactan la utilidad operativa: <ul style="list-style-type: none"> - Algoritmo de secuenciación - Entrevistas - Análisis de capacidad Análisis del estado financiero	Herramienta informática para la planificación y secuenciación de los procesos que impactan la utilidad operativa Estandarización del proceso de selección de vehículos para la reparación
	Desarrollo de una propuesta de mejora orientada a la planificación y control de los repuestos de los vehículos por medio de un rediseño y control del almacén: <ul style="list-style-type: none"> - Plan de implementación - Método 5S - Diagrama causal 	Liberación de espacio dedicado a repuesto obsoleto Control del inventario de repuestos de los vehículos Sencillo acceso e identificación adecuada de los repuestos
	Construcción de un panel de control con indicadores que permitan monitorear los procesos sustantivos de la empresa, con el fin de identificar mejoras para la toma de decisiones: <ul style="list-style-type: none"> - Cuadro de mando integral - Diagrama causal - Plan de implementación 	Monitoreo sobre los procesos de reparación de vehículos, servicio al cliente y nivel de cola del taller Control sobre los indicadores del taller con el fin de darle visibilidad a los puntos de mejora en tiempo real
Validación	Análisis de la viabilidad económica de la propuesta: <ul style="list-style-type: none"> - Escenarios financieros - Proyección financiera - Simulación de la situación económica según la herramienta 	Factibilidad del proyecto
	Capacitación al personal involucrado en la herramienta: <ul style="list-style-type: none"> - Talleres - Apoyo visual 	Personal capacitado en el diseño propuesto Retroalimentación al diseño propuesto

Tabla 3.*Metodología general Tecno Carrocerías Eben-Ezer (continuación)*

Fase	Actividades y Herramientas	Resultados
Validación	Validación de la herramienta informática para la secuenciación de producción:	Cambios reflejados en los procesos
	- Capacitaciones y panel de control	Aprobación por parte de los usuarios y retroalimentación del funcionamiento
	Comparación de los indicadores de éxito:	Porcentaje de mejora en comparación a la situación de diagnóstico de la empresa
	- Estadística descriptiva	
	- Simulador para generar escenarios	

1.9 Cronograma

Se presenta, a continuación, el cronograma para el proyecto en Tecno Carrocerías Eben-Ezer.

Tabla 4.*Cronograma*

Fase	Actividades	Semana	
		Inicio	Final
Diagnóstico	Estudio de los procesos sustantivos y de apoyo que influyen en las utilidades operativas	1	7
	Análisis de la demanda y capacidad de la empresa	7	12
	Análisis de los estados financieros y la utilidad operativa y neta	12	19
	Aprobación de etapa de diagnóstico por parte de la contraparte y el comité asesor	19	20
Diseño	Diseño de una herramienta informática para la planificación y secuenciación de los procesos que impactan la utilidad operativa	20	26
	Desarrollo de una propuesta orientada a la planificación y control de los repuestos de los vehículos	26	30
	Construcción de un panel de control con indicadores que permitan monitorear los procesos sustantivos de la empresa	30	35
	Aprobación de etapa de diseño por parte de la contraparte y el comité asesor	35	36
	Análisis de la viabilidad económica de la propuesta	36	37
Validación	Validación de la herramienta informática para la secuenciación de producción	37	39
	Capacitación al personal involucrado en la herramienta	37	39
	Comparación de los indicadores de éxito	39	40
	Aprobación de etapa de validación por parte de la contraparte y el comité asesor	40	41

Capítulo II Diagnóstico

A continuación, se presentarán el objetivo general y los objetivos específicos planteados en la etapa de diagnóstico.

2.1 Objetivo general

Diagnosticar la situación actual del taller Tecno Carrocerías Eben Ezer, con el fin de determinar el estado actual de los procesos sustantivos y de apoyo, los puntos críticos y el impacto negativo de estos dentro de la eficiencia operativa.

2.1.1 Objetivos específicos

- a. Estudio de los procesos sustantivos y de apoyo que impactan la eficiencia, presencia de daños ocultos y repuestos inconformes para identificar oportunidades de mejora
- b. Análisis de la demanda y capacidad de la empresa, con el fin de identificar las limitantes y oportunidades de mejora.
- c. Análisis de los estados financieros y la utilidad operativa y neta con el fin de identificar las causas que influyen en la pérdida operativa.

2.2 Metodología de diagnóstico

Seguidamente, en la siguiente Tabla 5 y Tabla 6, se mostrará la metodología usada para la realización de la fase de diagnóstico, en la cual se menciona las actividades realizadas, las herramientas para llevar a cabo dichas actividades y, por último, los resultados obtenidos.

Tabla 5.

Metodología general de diagnóstico

Diagnóstico		
Actividades	Herramientas	Resultados
Estudio de los procesos sustantivos y de apoyo que impactan la eficiencia operativa	Mapeo de procesos	Proceso mapeado
	Diagrama de flujos	Flujo de actividades de los procesos
	Entrevistas	Ineficiencias identificadas y sus causas
	Revisión documental	Impacto de los procesos sustantivos y de apoyo en la eficiencia operativa
	BPN	Causas identificadas que están afectando los procesos sustantivos y de apoyo
	Matriz de valor agregado	Disponibilidad del espacio (área y volumen)
Diagrama SIPOC	Repuestos no reclamados (inventario estancado)	
	Atrasos de repuestos inconformes	

Tabla 6.
Metodología general de diagnóstico (Continuación)

Diagnóstico		
Actividades	Herramientas	Resultados
Análisis de la demanda y capacidad de la empresa	Entrevistas	Capacidad física y demanda de la empresa
	Estadística descriptiva	Cola de vehículos en reparación
	Observación directa	Desfase de reparación de vehículos
	Análisis de capacidad	Duración de reparación promedio de los vehículos
	Estudio de tiempos	Cantidad de vehículos para alcanzar el punto de equilibrio
	Estudio de demanda	
Análisis de los estados financieros y la utilidad operativa y neta	Simulación	
	Estudio de punto de equilibrio	Indicador de margen de utilidad operativa
	Estado financiero	Comportamiento de las utilidades, ingresos y gastos
	Entrevista	Punto de equilibrio financiero

2.3 Caracterización de procesos

El trabajo realizado en el taller de Tecno Carrocerías Eben-Ezer consiste en la reparación de los vehículos por un accidente de tránsito. La empresa se dedica principalmente al enderezado y pintura de los vehículos, pero también está certificada por el INS como un centro de valoración donde los conductores pueden llevar su vehículo solo a valorar y después repararlo ahí mismo o en otro taller. Todos los casos son distintos, aunque comparten un idéntico proceso, pues los vehículos son diferentes y sus daños también.

A continuación, se muestran los procesos sustantivos (atención al cliente, valoración, reparación del vehículo y gestión de inventarios y almacenamiento) y de apoyo (gestión financiera) definidos para la investigación:

Figura 1.

Procesos sustantivos y de apoyo



Para una mayor comprensión de cada uno de los procesos, se procede a su explicación.

2.3.1 Atención al cliente

El proceso de atención del cliente de Tecno Carrocerías Eben-Ezer es muy importante porque lleva a cabo el contacto con el cliente el cual va en sincronización con los demás procesos estudiados en este proyecto, empezando desde el momento que el cliente desea los servicios por el arreglo del vehículo, hasta la finalización de la reparación de este.

Al ingresar el cliente con el vehículo colisionado, el administrador se encarga de darle la atención requerida y un buen servicio, en donde se revisa el reporte de accidente y se le pide al cliente los documentos necesarios para los trámites como: marchamo, licencia de conducir, revisión vehicular respectiva, además, se le pide la colaboración para completar los documentos requeridos por la aseguradora del cliente.

Seguidamente, se lleva a cabo el proceso de valoración y se abre el expediente del cliente para el debido seguimiento, al ser aprobado el evalúo se le indica para que este decida si está de acuerdo o si tiene una apelación. En el caso de apelación, se dirige con la aseguradora; si todo está bien, se espera la llegada de los repuestos para el vehículo y, por consiguiente, dar cita al cliente para la reparación del vehículo.

Al finalizar la reparación del vehículo, se coordina la entrega y si el cliente aprueba la reparación, se finaliza con la firma de documentación para los cobros respectivos. Para un mayor detalle del proceso, ver la siguiente Tabla 7 y el diagrama de flujo en el Apéndice 1.

Es importante mencionar que parte de los hallazgos en este proceso fueron la no estandarización del registro de información hacia los clientes y que no cuentan con un sistema informático que cuente con la data de forma real de cada cliente, por esto la satisfacción del cliente es un proceso del cual no tienen control al que se le pueda dar seguimiento en tiempo real.

Tabla 7.

SIPOC Atención al cliente

SIPOC Atención al cliente				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
Cliente	Documentos personales del cliente	Estudio caso de accidente Seguimiento al cliente Tramitación con aseguradora Tramitación del cobro	Expediente del cliente	Valoración Reparación del vehículo Gestión de inventarios y almacenamiento Gestión financiera

2.3.1.1 Matriz de valor agregado

Con el fin de analizar el valor agregado y la necesidad de las actividades que componen el proceso de atención al cliente, se procede a realizar un análisis por medio de la matriz de valor agregado, la cual consiste en analizar cada una de las actividades que componen un proceso en dos dimensiones: agrega o no valor al proceso y es o no es necesaria en el proceso.

Tabla 8.

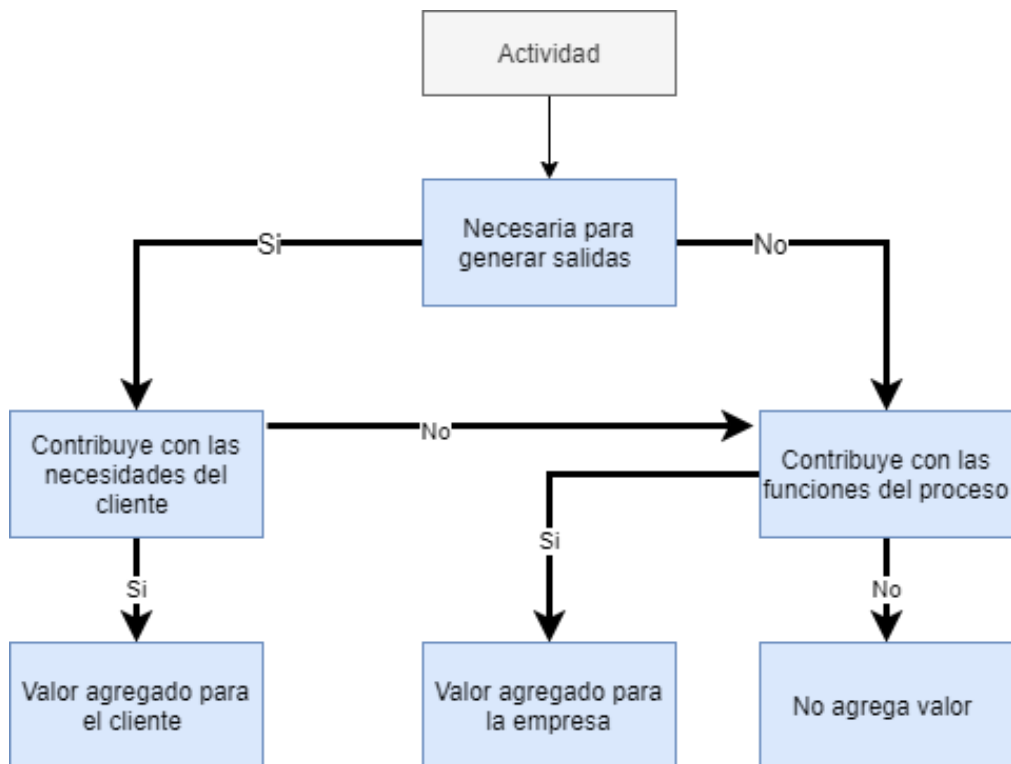
Matiz de valor agregado combinaciones

Combinaciones		Agrega Valor	
		Sí	No
Necesaria	Sí	Mejorar	Optimizar
	No	Transferir	Eliminar

Se determina las actividades que agregan valor a proceso de acuerdo con el diagrama mostrado en la Figura 2, donde se considera todas que las actividades que no generan valor deben ser eliminadas, exceptuando aquellas que sean de soporte y sean requeridas para hacer más eficaz las funciones del proceso (Acosta, 2012).

Figura 2.

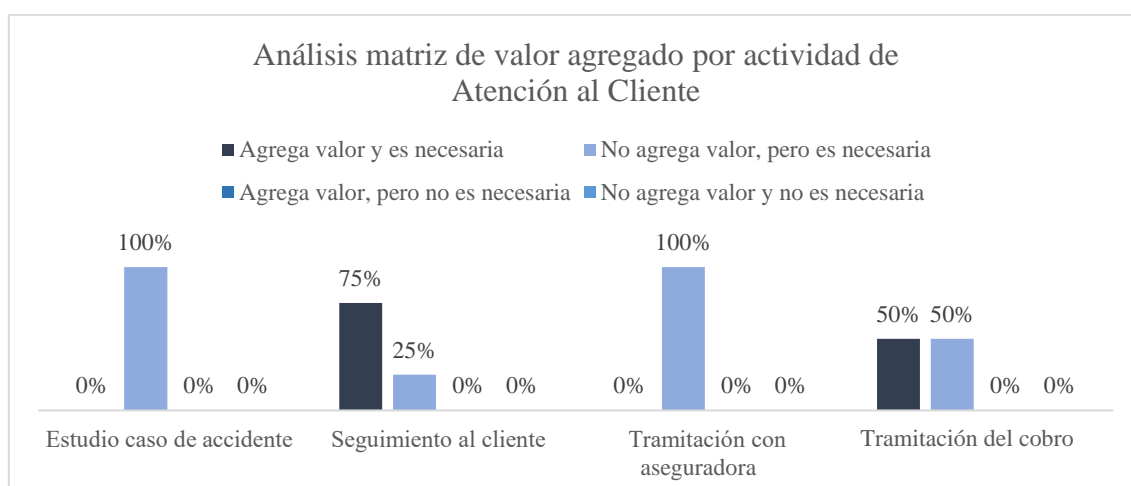
Actividades que agrega y no agregan valor



Por lo tanto, se concluye con respecto a la matriz de valor agregado de atención al cliente que la mayoría de las actividades no agregan valor, pero son necesarias siendo un 67 % y un 33 % de estas actividades agregan valor y son necesarias. En la siguiente Figura 3 se aprecia la matriz por actividad.

Figura 3.

Matriz de valor agregado de Atención al cliente



2.3.2 Valoración

Para este proceso hay dos casos generales que dependen de la aseguradora, si es de las privadas o si es del INS, pues esta última institución tiene medidas específicas adicionales a los requerimientos de las privadas. Iniciando por el ingreso del vehículo al área de valoración, a partir de ahí se analiza a cuál aseguradora pertenece el dueño del vehículo para proceder al registro correspondiente.

Si el caso de una aseguradora privada —la cual puede ser Seguros Lafise, Quálitas, Assa Compañía de Seguros, MAPFRE—, se inicia por ingresar el vehículo al área de valoración y observar los daños; a partir de esto, mediante el perito de la empresa, se determina si es necesario desarmar el vehículo para valorarlo o no, después se procede a analizar y tomar los datos junto con las fotos de evidencia para cargarlo a los sistemas correspondientes dependiendo de la aseguradora.

Una vez cargada la información, se espera una respuesta por parte de las aseguradoras, pues cada una tiene un perito que realiza la revisión de la lista de repuestos y los daños que se le envía por parte del taller. Finalizado este paso, se procede a recibir una cotización y la indicación de quien consigue los repuestos (si los envía la aseguradora o los debe comprar Tecno Carrocerías Eben-Ezer), así finaliza la valoración.

Si es del INS, inicialmente se toman los datos y fotos del vehículo apenas ingresa y con esta información se procede a rellenar un formulario en la plataforma de Siset, después se debe recibir una aprobación por parte del INS junto con un número de caso que se asigna al vehículo para continuar con la observación de los daños, a partir de este paso se realiza lo mismo que cuando ingresa el vehículo por parte de una aseguradora privada. Para un mayor detalle del proceso, ver la siguiente Tabla 9 y diagrama de flujo en el Apéndice 2.

En el proceso suelen quedar daños ocultos por los que no se cotizan los repuestos necesarios y esto demora los días de ciclo de flujo de efectivo, pues se debe hacer un ajuste a la valoración y esto requiere de mayor tiempo. Además, no se tiene un solo sistema que lleve control de todas las

valoraciones y esto no permite un control de todas a tiempo real. Se realiza clasificación por tipo de choque en: línea rápida, choque medio y choque grande. Esto varía si es la reparación de dos piezas, arreglo del motor y enderezado completo.

Tabla 9.

SIPOC Valoración

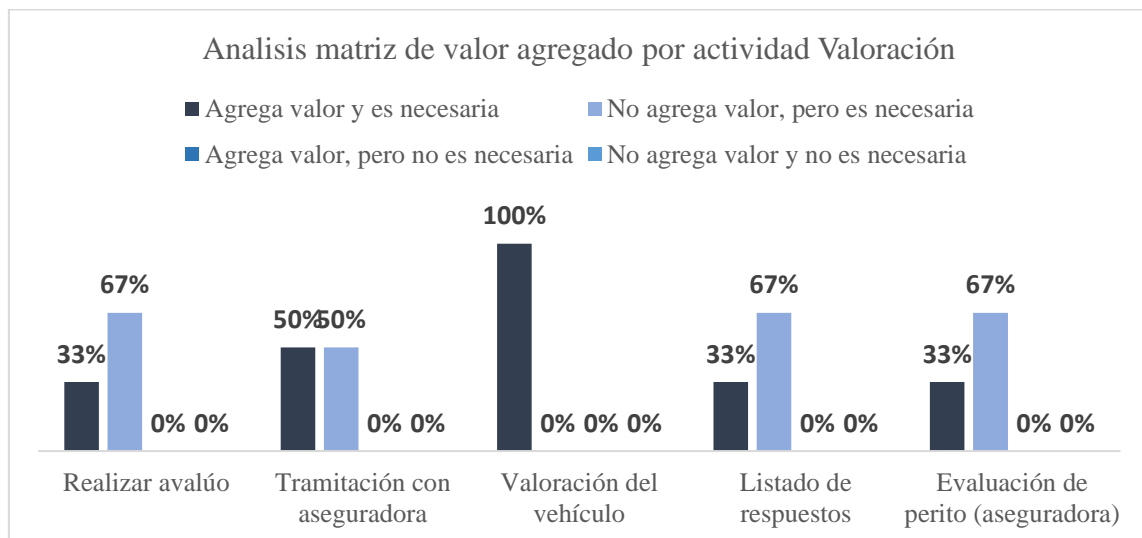
SIPOC Valoración				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
Atención al cliente	Vehículo Documentos de póliza Hojas de valoración de cada aseguradora y del taller	Realizar avalúo Tramitación con aseguradora Valoración del vehículo Listado de repuestos requeridos Evaluación del perito	Avalúo Proforma Factura de repuestos Cotización de repuestos Orden de trabajo para el taller	Reparación del vehículo Gestión de inventarios y almacenamiento Dueño del vehículo

2.3.2.1 Matriz de valor agregado

Con el fin de analizar el valor agregado y la necesidad de las actividades que componen el proceso de atención al cliente, se procede a realizar un análisis por medio de la matriz de valor agregado.

Figura 4.

Matriz de valor agregado por actividad valoración



2.3.3 Gestión de inventarios y almacenamiento

Este proceso abarca toda la parte de solicitud, recibo, almacenamiento y preparación de repuestos dentro del taller. Se presentan dos escenarios, el primero consiste en que la aseguradora le aprueba a Tecno Carrocerías Eben Ezer la compra de los repuestos. Por lo tanto, en este caso, gestión de inventarios y almacenamiento realiza la solicitud de los repuestos a los proveedores y después de recibido los repuestos, se procede a verificar que se encuentren en buen estado y cumplan con los requerimientos del vehículo.

Seguidamente, se notifica al cliente y se agenda la cita de reparación del vehículo, donde gestión de inventarios y almacenamiento se encarga de almacenar identificando de acuerdo con la placa del vehículo los repuestos hasta la fecha de la cita. El día de la cita de reparación, gestión de inventarios se encarga de preparar los repuestos que requiere el vehículo y los brinda a la etapa de reparación.

El segundo escenario es similar al primero, pero se excluye la actividad en la cual se solicitan los repuestos a los proveedores, pues la aseguradora brinda directamente los repuestos, donde gestión de inventarios y almacenamiento solamente debe esperar al recibo de los repuestos. En el Apéndice 3 se observa el diagrama de flujo del proceso de Gestión de inventarios y almacenamiento y a continuación se presenta un diagrama SIPOC.

Tabla 10.

SIPOC Gestión de inventarios y almacenamiento

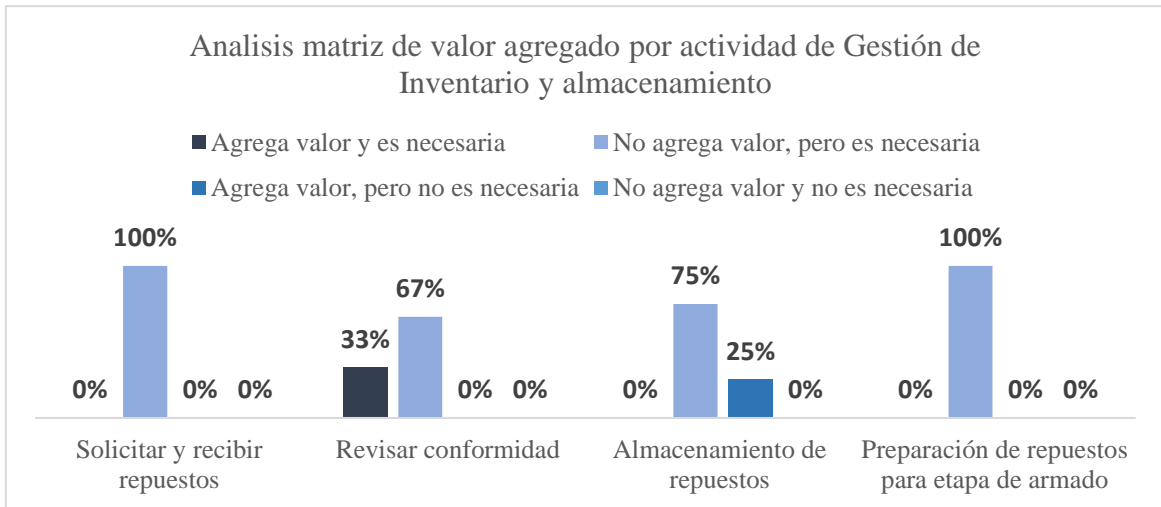
SIPOC Gestión de inventarios y almacenamiento				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
Aseguradora Proveedores	Cotizaciones Repuestos	Solicitar o recibir repuestos Revisar conformidad Almacenamiento de repuestos Preparación de repuestos para armado	Repuestos	Reparación del vehículo

2.3.3.1 Matriz de valor agregado

Con el fin de analizar el valor agregado y la necesidad de las actividades que componen el proceso de gestión de inventarios y almacenamiento, se procede a realizar un análisis por medio de la matriz de valor agregado. Se obtuvo que la mayoría de las actividades corresponden a la categoría de “No agrega valor, pero es necesaria”. Por lo tanto, estas deben optimizarse para aprovechar al máximo los recursos.

Figura 5.

Matriz de valor agregado de Gestión de inventario y almacenamiento

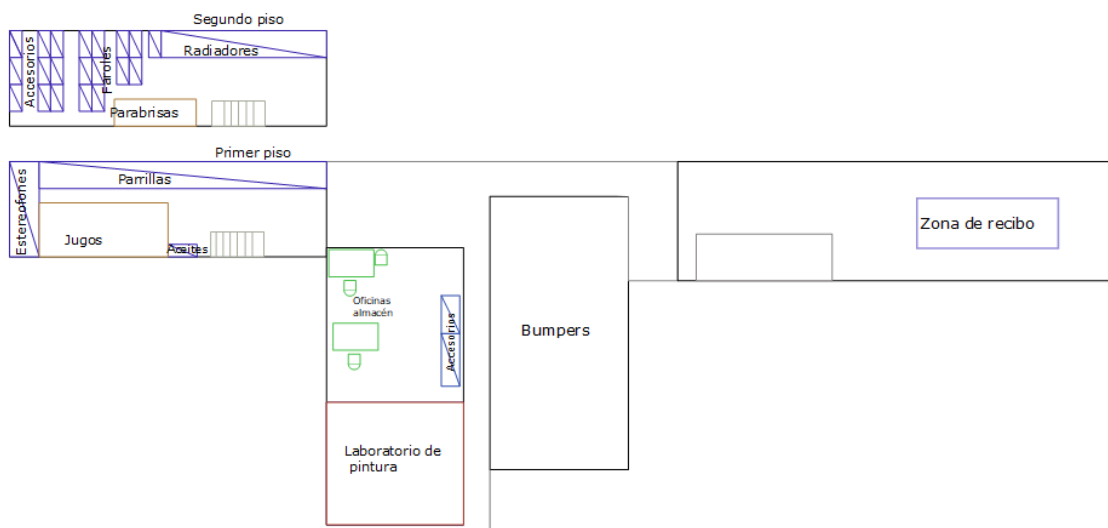


2.3.3.2 Análisis del almacenamiento

Se procede a realizar un análisis del proceso de almacenamiento, se identifica el uso de un área de 130,1 m² utilizados actualmente para el almacenamiento de los repuestos. Estos se dividen en dos pisos de que poseen un área de 80,1 m² y una zona ubicada encima de una cámara de pintura de vehículo de 50 m². De igual forma, existe una zona de recibo de los repuestos de 44 m², la distribución de la zona de almacenamiento se observa en la siguiente Figura 6.

Figura 6.

Distribución de la bodega de almacenamiento en Tecno Carrocerías Eben Ezer



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Se procede a destacar los hallazgos identificados con respecto al Plano de la zona de almacenamiento actual. Se destaca la que no se posee pasillos principales demarcados y definidos

para el manejo de los repuestos dentro del almacén. De igual forma, en el caso de los pasillos ubicados entre *racks*, se identifica una distancia de 40 cm, lo cual dificulta la extracción y manejo de las cajas que contienen los repuestos.

Asimismo, se observa la presencia de repuestos dispuestos en zonas sin ningún tipo de criterio, incluso obstaculizando los espacios donde se transportan los repuestos. Debido a esto, se identificaron problemas respecto a la accesibilidad y la realización de una operación eficiente. Se presenta, a continuación, las zonas identificadas con inventario que obstaculiza las funciones del almacén.

Figura 7.

Distribución de Repuestos no Identificados



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

De igual forma, se identifica la presencia de repuesto No reclamados, se identificó la presencia de 49 repuestos de 500 totales, los cuales se encontraban mezclados dentro de los *racks*, así como dispuestos en el suelo, como se observa en la siguiente Tabla 11.

Tabla 11.

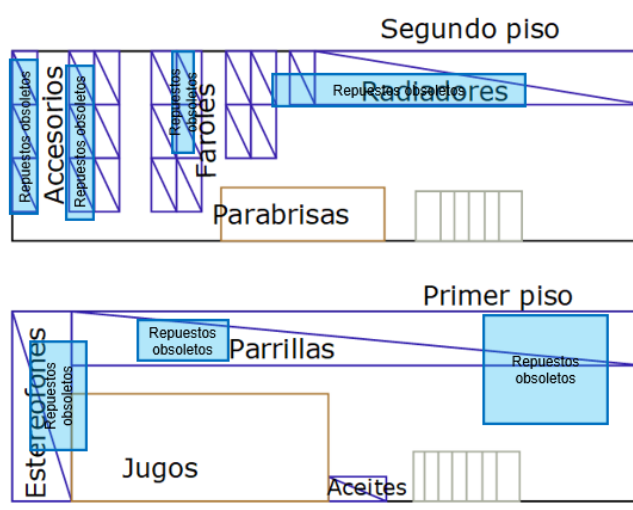
Análisis de repuestos No reclamados.

Repuestos No Reclamados	49
Repuestos totales	500
Porcentaje de repuestos No reclamados	9,8 %
Cantidad de vehículos con repuestos en almacenamiento	199
Cantidad de vehículos con repuestos No reclamados	49
Porcentaje de vehículos con repuestos No reclamados	41 %

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Figura 8.

Distribución de repuestos No reclamados.



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Por lo tanto, se concluye que la empresa no cuenta con un sistema robusto que regule y controle el manejo y disposición de los repuestos, lo cual repercute en un almacenamiento de repuestos no reclamados que afecta la disponibilidad de espacio para la ubicación de nuevos repuestos y dependencia con respecto al encargado, pues solo él conoce las ubicaciones de los repuestos y lo maneja de forma empírica.

Tabla 12.

Análisis de disposición de espacio.

Zona	Espacio (m ³)
Espacio total disponible	348,67
Espacio utilizado por repuestos obsoletos	49,55
Espacio utilizado por repuestos no reclamados	5,38
Porcentaje de espacio desperdiciado	15,75 %

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Se presenta una oportunidad de mejora de utilización del espacio aprovechando el 15,75 % de espacio que actualmente se encuentra desperdiciado, buscando optimizar la capacidad del almacenamiento y reduciendo la presencia de repuestos dispersos sin criterio definido y de repuestos que no han sido reclamados.

2.3.3.3 Análisis de manejo de inventario

De acuerdo con OSHA, es de importancia que los “empleadores brinden protección a cada empleado expuesto a riesgos de caídas y caídas de objetos” (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, 2021). Por lo tanto, se observó un mal manejo de la disposición de los repuestos,

donde se identifican la presencia de riesgos, tanto en el material como en la salud de los trabajadores.

Así mismo, se observa que no poseen una política de control del inventario que regule la entrada y salida de inventario dentro del almacenamiento, lo cual afecta negativamente el manejo, control y disposición de los repuestos y sobre todo repercute en el objetivo de la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer el cual es “mantener al mínimo la duración de los repuestos en el almacén” (Ramos, comunicación personal, 10 de octubre del 2021).

2.3.4 Reparación del vehículo

El proceso de reparación del vehículo comienza después de la llegada de los repuestos del vehículo del cliente requeridos, y está conformado por ocho etapas: enderezado, revisión mecánica, desarmado, alistado, pintura, armado, pulido, detallado del vehículo.

Al momento del ingreso del vehículo se le coloca una hoja llamada “orden de trabajo” en la cual sale información general del vehículo, cliente y aseguradora, además de los repuestos requeridos, valoración y apuntes para realizar cuando pase por cada etapa respectiva. Asimismo, se toman fotos a todo el vehículo, para llevar un control de cómo ingresó y subirlo al sistema de la aseguradora (ara todas las etapas hay un trabajador especializado en ella). El ingreso del vehículo a cada etapa se realiza de forma empírica por un encargado y no cuentan con ningún tipo de secuenciación.

Para la primera etapa de enderezado, el vehículo se desarma y todas las partes del automóvil se guardan cuidadosamente para que se trasladen cuando sea requerido a la etapa de armado; después, se realiza el enderezado y continuamente la revisión mecánica para reparar los daños y colocar los nuevos repuestos traídos por el encargado del inventario.

Después de la etapa de enderezado, se continua con el alistado del vehículo para afinar los repuestos nuevos colocados y se alista para la etapa de pintura, pero antes tiene que ser lavado y lijado, y después se pinta.

Posterior a la pintura y al horneado (a fin de que la pintura se seque rápidamente), se continua con la etapa de pulido y armado, después de esto se realiza el detallado del vehículo o revisión para verificar que todo esté correctamente y finaliza con el lavado del vehículo para formalizar la entrega al cliente. Ver diagrama de flujo en el Apéndice 4 y siguiente Tabla 13.

Es importante mencionar que no todos los carros pasarán por todas las etapas, pues dependerá de la magnitud del daño que tenga. Además, parte de los hallazgos en este proceso fue que por su demanda constante el local actual puede tener 90 vehículos aproximadamente (70 vehículos en espera y 20 vehículos en reparación), más otro local con 30 vehículos en espera de ser reparados.

Asimismo, presencia de repuestos no conforme al momento de armar el vehículo y daños ocultos, lo que atrasa la entrega del vehículo, pues se debe pedir un nuevo repuesto. Por último, falta de control de calidad (revisión) en cada etapa de reparación de vehículo, ya que este control se realiza al final de la reparación y al encontrar algo no conforme se debe devolver y atrasa la entrega.

Tabla 13.

SIPOC Reparación del vehículo

SIPOC Reparación del vehículo				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
Valoración de inventarios y almacenamiento	Vehículo dañado Repuestos Herramientas	Enderezado Desarmado Revisión Alistado Lavado y lijado Pintura Armado Pulido	Vehículo reparado	Cliente Aseguradora

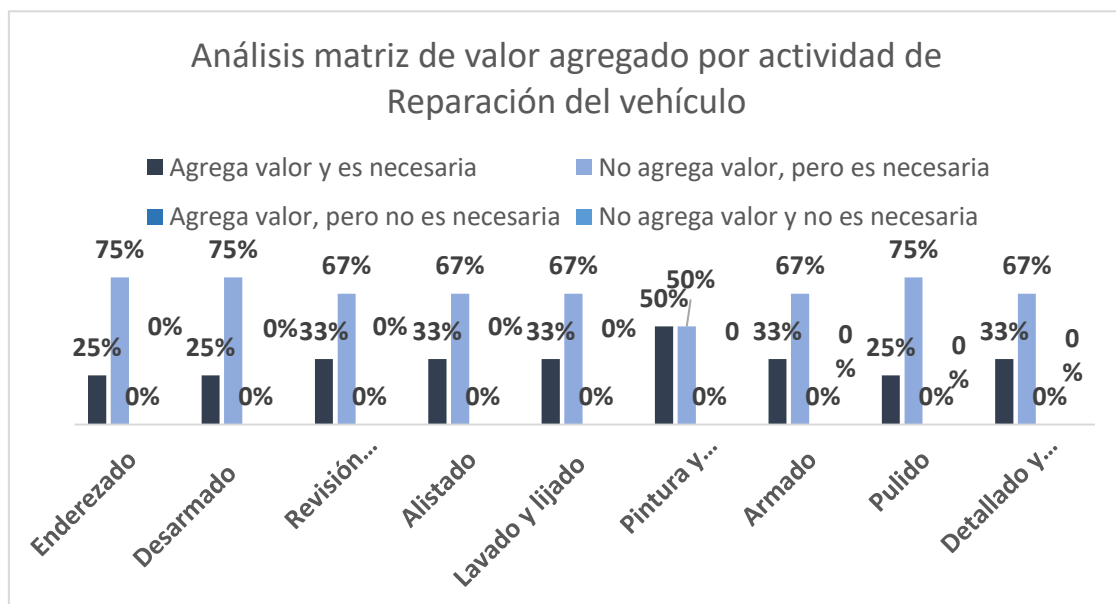
2.3.5.1 Matriz de valor agregado

Con el fin de analizar el valor agregado y la necesidad de las actividades que componen el proceso de reparación del vehículo, se procede a realizar un análisis por medio de la matriz de valor agregado.

En la siguiente Figura 9 la matriz de valor agregado por actividad, en el cual se concluye que la mayoría de las actividades no agregan valor, pero son necesarias siendo un 68 % y un 32 % de estas actividades agregan valor y son necesarias.

Figura 9.

Matriz de valor agregado de Reparación del vehículo



2.3.5 Gestión financiera

Este proceso abarca toda la parte financiera que requiere el taller con respecto a la valoración y reparación de los vehículos. Primeramente, es necesario saber si el taller debe comprar los repuestos (los cuales obtiene y se devuelve la plata por medio de la aseguradora al final de todo el proceso) o si la aseguradora envía los repuestos.

Después de esto, si se reparará el vehículo se solicita el dinero financiado para realizar la compra de los repuestos y una vez aprobado ese dinero se procede a la compra, las facturas se ingresan en el sistema de Quickbooks y las cuentas por cobrar y pagar se registran en un Excel que manejan cada uno de los administrativos. Por último, se entrega el vehículo y cuando se firma el finiquito las aseguradoras proceden a realizar el pago y esto se registra en los sistemas.

Este proceso se encarga también del registro de todas las facturas, ya sean de compras de pintura o de gastos básicos que realiza la empresa, con el único detalle de que no todas se encuentran en el sistema de Quickbooks, sino que muchas están en registros de Excel. Ver diagrama de flujo en el Apéndice 5 y la siguiente Tabla 14 para mayor entendimiento.

En este proceso es importante mencionar que la ganancia con respecto a la reparación de los vehículos dependerá del tipo de choque y de vehículo (generalmente un tipo de choque grande va a representar mayor ganancia en comparación a línea rápida), pero el tiempo de reparación será mayor dado a la cantidad de detalle y mejoras que el vehículo representa.

Tabla 14.

SIPOC Gestión financiera

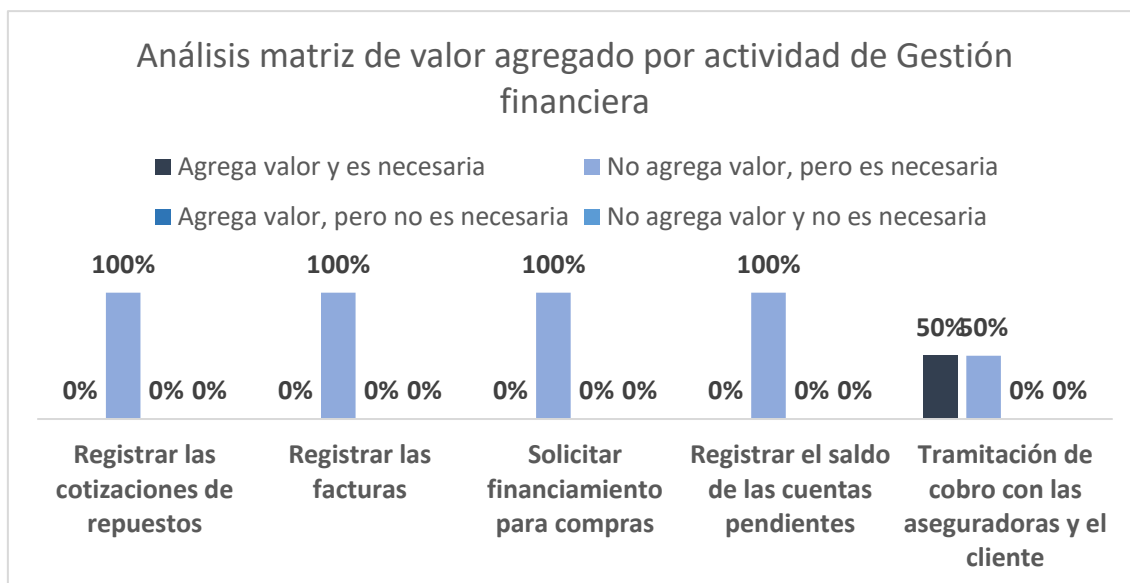
SIPOC Gestión financiera				
Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Clientes
Atención al cliente Valoración	Facturas Cuentas por pagar Cuentas por cobrar Cotizaciones	Registrar las cotizaciones Registrar las facturas Solicitar financiamiento Registrar el saldo de las cuentas pendientes	Facturas canceladas Registros de cuentas financieras Pagos de cuentas	Reparación del vehículo

2.3.6.1 Matriz de valor agregado

Con el fin de analizar el valor agregado y la necesidad de las actividades que componen el proceso de atención al cliente, se procede a realizar un análisis por medio de la matriz de valor agregado. Se concluye que la mayoría de las actividades no agregan valor, pero son necesarias.

Figura 10.

Matriz de valor agregado por actividad de gestión financiera



2.4 Demanda

La demanda que recibe la empresa de Tecno Carrocerías Eben Ezer es constante. De acuerdo con el análisis realizado de agosto 2021 a junio 2022 se puede apreciar la cantidad de ingresos vehiculares en total que tiene la empresa en la siguiente Tabla 15, siendo los vehículos con el seguro del INS de más ingreso, seguido de la aseguradora privada Qualitas y sucesivamente las demás aseguradoras.

Seguidamente, con lo que respecta las entregas de la empresa son mucho menores vs. lo que les ingresa mensualmente, de las entregas que mayor es a la aseguradora privada Qualitas, seguido del INS.

Tabla 15.

Ingresos y entregas vehiculares totales por aseguradora (agosto 2021 a junio 2022)

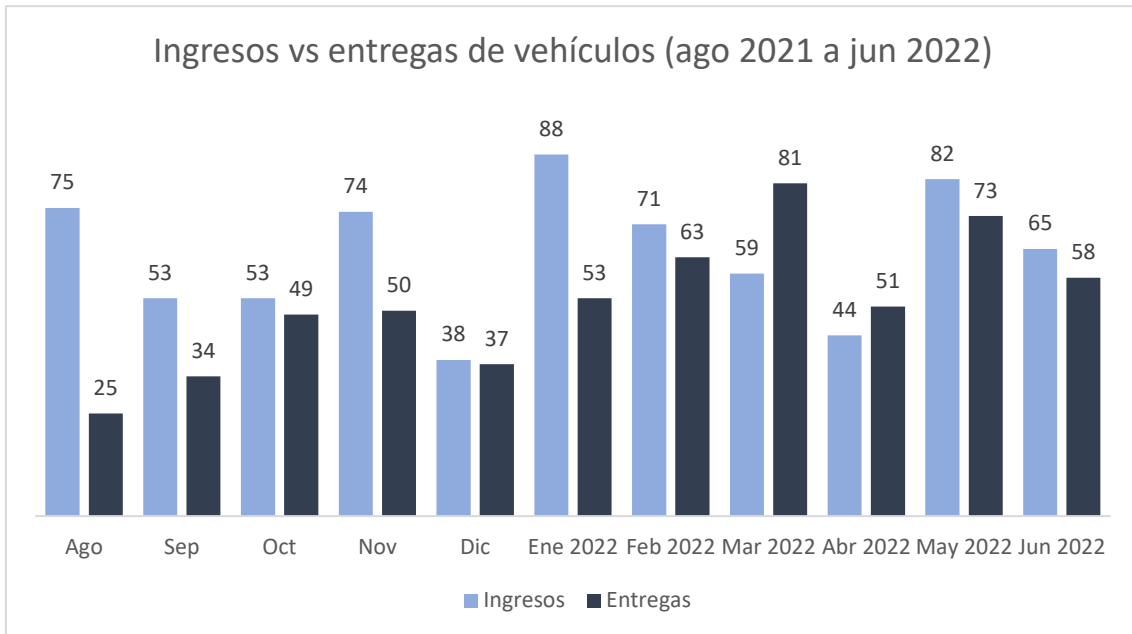
Ingresos y entregas en los meses de agosto 2021 a junio 2022 por aseguradora						
	ASSA	INS	LAFISE	MAPFRE	QUALITAS	TOTAL
Ingresos	44	293	52	84	229	702
Entregas	39	185	52	80	218	574

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

En el siguiente gráfico, se puede observar los ingresos y entregas de vehículos totales de agosto del 2021 a junio del 2022, en donde resalta su alta demanda y su baja entrega, este alto ingreso vehicular que tiene la empresa hace que se genere una cola que va creciendo sucesivamente.

Figura 11.

Ingresos vs. entregas totales de vehículos (agosto 2021 a junio 2022)



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Posteriormente, para un análisis más detallado, se decide estudiar la demanda de acuerdo con el tipo de choque del vehículo, de esta manera, examinar el comportamiento y cómo repercute con su capacidad, además del ciclo de efectivo.

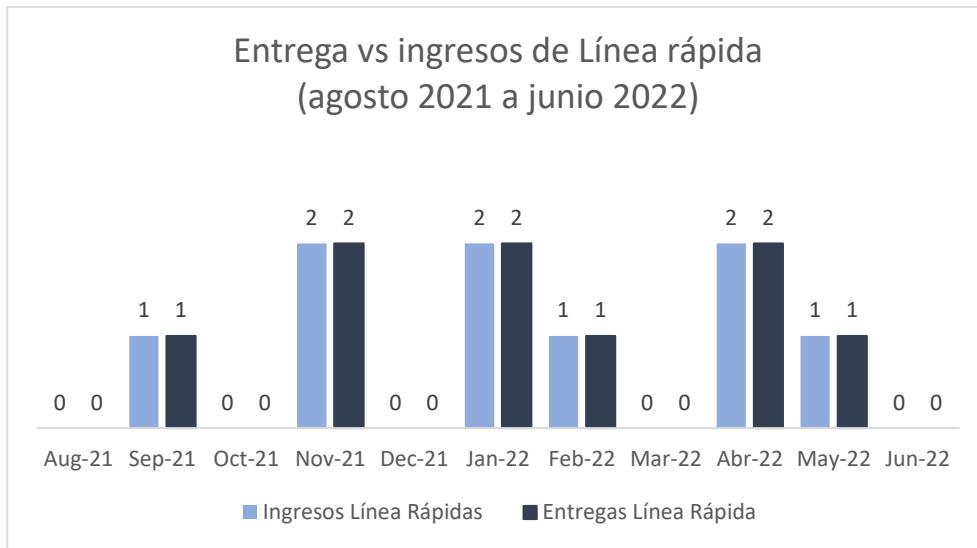
La empresa la define en tres tipos a clasificación de choque:

- Línea rápida: 1 o 2 piezas dañadas que buscan reparación, el promedio de entrega es de un día a dos.
- Choque Medio: puede ser cambiar y reparar (de 2 a 3 piezas), no hay que bajar motor, se pinta menos de un 50 % el vehículo.
- Choque Grande: entra a etapa de enderezado, se baja motor, se pinta más de un 50 % el vehículo, se cambian repuestos.

A continuación, se observa las gráficas de cada clasificación de choque con sus ingresos vs. entregas.

Figura 12.

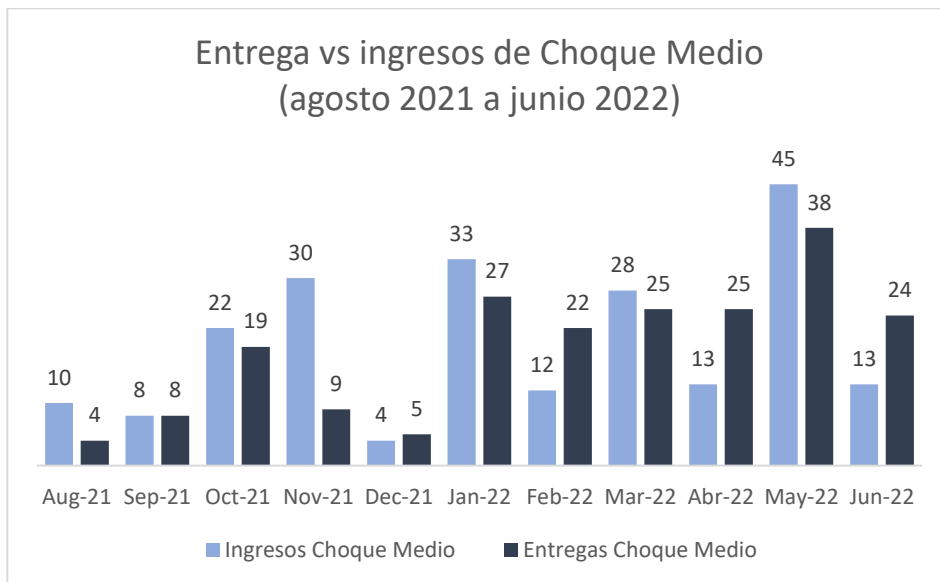
Ingresos vs. entregas Línea Rápida (agosto 2021 a junio 2022)



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Figura 13.

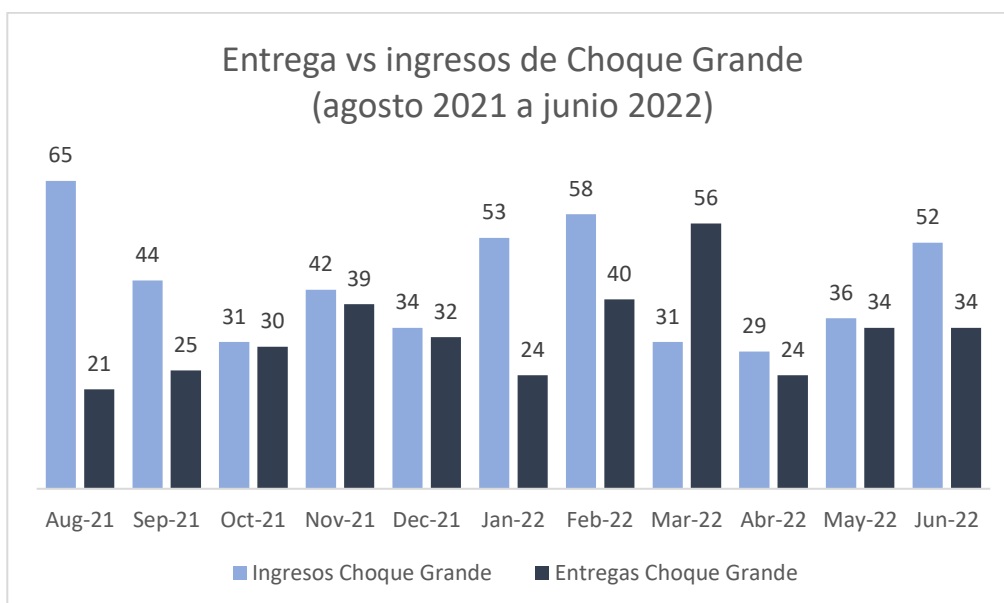
Ingresos vs. entregas Choque Medio (agosto 2021 a junio 2022)



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Figura 14.

Ingresos vs. entregas Choque Grande (agosto 2021 a junio 2022)



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Se puede concluir, con respecto a las gráficas anteriores, que choque grande es lo que más ingresa a la empresa, tanto como sus entregas que, a pesar de ser menores, comparado con las demás clasificaciones, es mayor. Esto hace que el tiempo para entregar el vehículo sea mucho mayor por la complejidad de la reparación, de modo que genera una cola con los vehículos que van ingresando, asimismo, con los de choque grande la empresa tiene que esperar más para el pago respectivo.

Además, con una muestra de 125 vehículos que se tenía tanto la fecha de ingreso como la de entrega, se indaga la duración de reparación, en donde se determina que el 85 % se reparan dentro de un mes y un 16 % dura más de un mes en reparación, como se observa en la siguiente Tabla 16.

Tabla 16.

Duración de vehículos en reparación

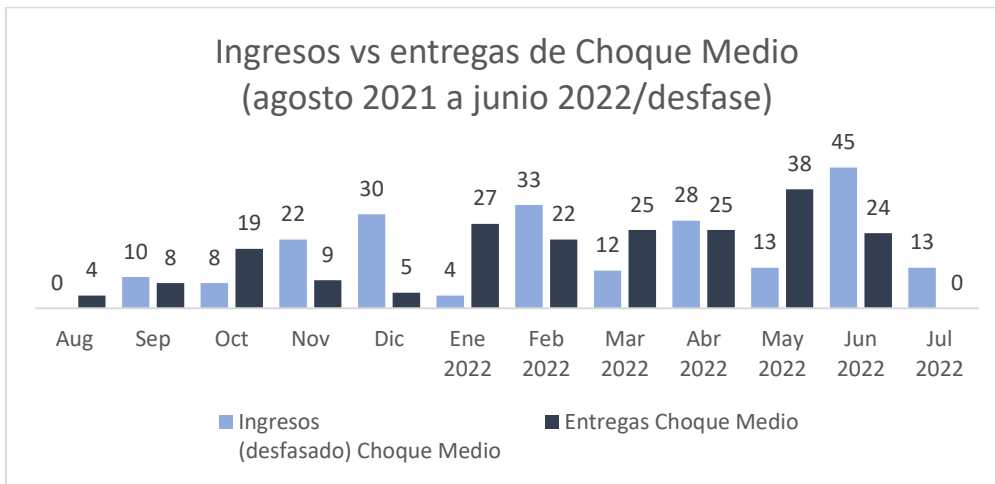
Duración de reparación	Cantidad Vehículos	Porcentaje
- 15 días	55	44 %
15 a 30 días	51	41 %
30 a 60 días	12	10 %
60 a 90 días	6	5 %
+ 90 días	1	1 %

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

De acuerdo con este mes de reparación que tienen aproximadamente los vehículos, indica que se tiene un desfase con los vehículos que ingresan mensualmente, pues salen aproximadamente un mes después. En las siguientes gráficas, se puede observar el desfase tanto para choque medio y choque grande, en donde a pesar de su desfase no se cumple con la demanda que se tiene (el cero que se ve en las gráficas es un N/A, ya que la data no se tiene). Se puede ver el Apéndice 6, el análisis respectivo de demanda.

Figura 15.

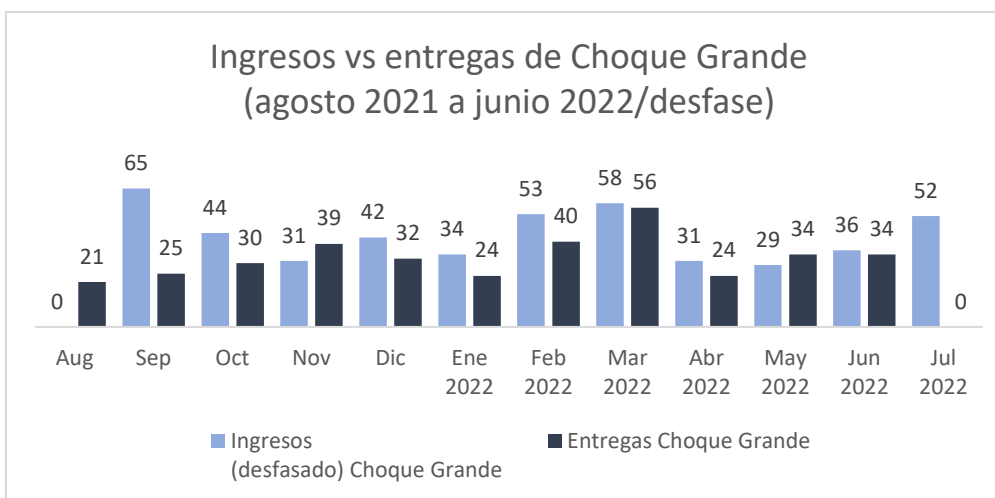
Ingresos vs. entregas Choque Medio con desfase (agosto 2021 a junio 2022)



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Figura 16.

Ingresos vs. entregas Choque Grande con desfase (agosto 2021 a junio 2022)



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

2.5 Capacidad

Se analiza la capacidad de la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer con el fin de identificar las limitantes y oportunidades de mejora que puede presentar el taller. Es importante mencionar que la Empresa de Tecno Carrocerías Eben Ezer define su producción de acuerdo con la cantidad de vehículos listos para reparar y cuyos repuestos se encuentren 100 % completos y correctos, la cantidad de vehículos a reparar es definida por el gerente y actual dueño de la empresa.

De acuerdo con la información recolectada por medio de entrevistas, se identifica que actualmente no se posee un método definido para realizar la programación de los vehículos a reparar, tampoco se considera la cantidad de pedidos ni la prioridad de atención a clientes que disminuya el ciclo de conversión de efectivo.

2.5.1 Cola de vehículos en reparación

Con respecto al análisis realizado en la sección de demanda, los vehículos entregados son menores a los vehículos que ingresan, debido a esto se presenta una cola de vehículos a reparar, pero tardan más de lo esperado y, por lo tanto, se acumulan para los meses siguientes. A continuación, se presenta un análisis generado a partir de datos recolectados entre los meses de agosto 2021 a junio 2022:

Tabla 17.

Análisis de cola de vehículos en reparación generada por mes

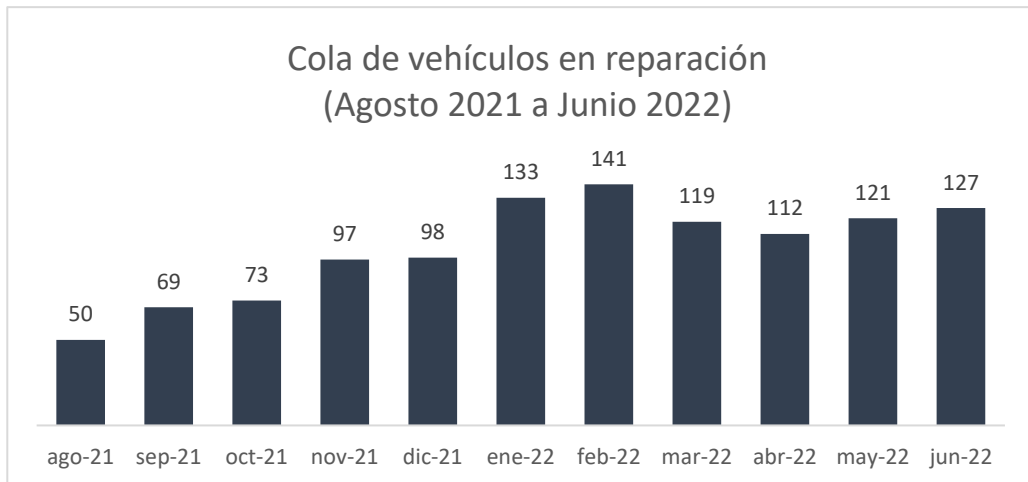
Meses	Ingresos	Entregas en el mismo mes	Entregas por meses anteriores	Cola
Aug-21	75	25	0	50
Sep-21	53	11	23	69
Oct-21	53	18	31	73
Nov-21	74	21	29	97
Dec-21	38	7	30	98
Jan-22	88	42	11	133
Feb-22	71	21	42	141
Mar-22	59	33	48	119
Apr-22	44	18	33	112
May-22	82	40	33	121
Jun-22	65	24	34	127

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

De acuerdo con los datos demostrados, se tienen los ingresos mapeados y las entregas realizadas en el mismo mes de ingreso del vehículo. Tomando en cuenta esos ingresos, pero descontando las entregas del mismo mes y las de meses anteriores que aún no se han entregado se genera una cola de vehículos que no han salido del taller, evidenciando así que la empresa no tiene la suficiente capacidad para reparar los vehículos que ingresan por demanda.

Figura 17.

Análisis de cola de vehículos en reparación



Del gráfico anterior se evidencia el comportamiento de la cola en los meses mapeados, el cual va creciendo de acuerdo con la demanda y la cantidad de vehículos no entregados en los meses que ingresan. Sin embargo, en marzo se observa una disminución con respecto a febrero, esto se puede observar en el gráfico 11, pues se entrega más vehículos de lo que llegaron en ese mes, lo cual hace que la cola se disminuya. Estos vehículos se trabajan en el taller y, dependiendo del daño, estos esperan repuestos que tardan más tiempo en llegar, por lo tanto, se almacenan en el taller.

2.5.2 Modelo y diseño de la simulación del estado actual

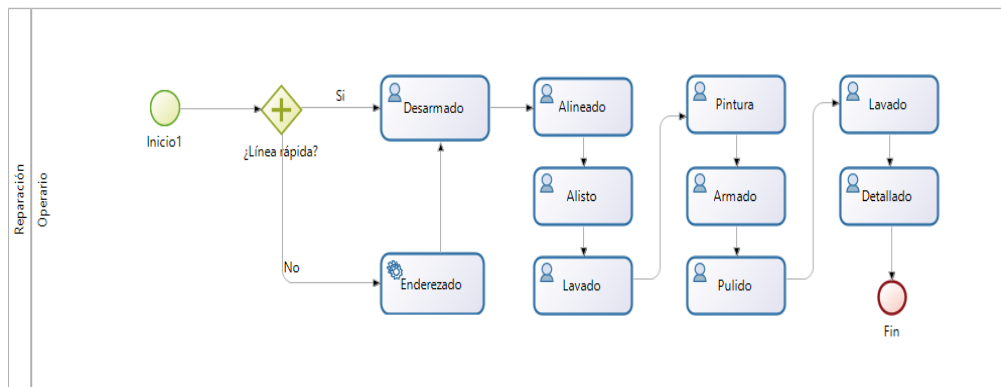
A continuación, se realiza una simulación del estado actual del proceso de reparación de vehículos de la empresa Tecno Carrocería Eben Ezer, a fin de observar su comportamiento.

2.5.2.1 Modelo de simulación eventos discretos

Debido a las características del proceso de reparación de vehículos a simular, se define la aplicación de un modelo de simulación de eventos discreto. Por lo tanto, se procede a comprender el flujo de actividades de dicho proceso, el cual se muestra a continuación:

Figura 18.

Diagrama de flujo de reparación de vehículos



Supuestos para establecer el modelo

Para el desarrollo de la simulación, es necesario establecer supuestos basados en el estado actual del proceso de reparación. Se detallan, a continuación, los supuestos definidos:

- Se establece que todos los recursos en el sistema toman el mismo tiempo de descanso y lo realizan en idéntico horario: 8:00 a 17:00 (lunes a viernes) y 8:00 a 12:00 (sábados).
- Se establece que todos los vehículos que ingresan al taller pueden ser reparados, es decir, NO se están considerando pérdidas totales.
- Se define que todos los vehículos que ingresen por seguros o de forma particular son aprobados y se pueden reparar
- Se establece que todos los vehículos que ingresan poseen repuestos disponibles, NO se presentan atrasos por falta de repuestos
- Se asume que todos los operarios tienen la misma eficiencia base y cuentan con las herramientas necesarias para realizar sus actividades
- Los vehículos ingresan en tandas de 15 por semana a reparación, siendo este un valor estático.
- La distribución de ingreso de se define con una distribución de 2 %, 28 % y 70 %, para Línea rápida, Choque medio y Choque grande respectivamente.

2.5.2.2 Componentes del modelo

Son todos los componentes necesarios para la construcción modelo:

Entidad

Las entidades dinámicas corresponden a los vehículos, pues estos son los que serán trasladados y reparados en cada operación.

Atributos

Dentro del modelo se utilizarán distintos atributos para definir una característica específica de una entidad.

Tabla 18.*Tipo de choque y sus horas*

Atributo	Función
Línea rápida	Indica un choque con una menor gravedad, se procesa en aproximadamente 10 a 17 horas
Choque medio	Indica un choque con una gravedad de daño intermedia, se procesa en un rango de 17 a 99 horas
Choque grande	Indica un choque con una gravedad de daño alta, se procesa en más de 99 horas

Horarios

Se define el horario de una jornada de 9.5 horas por día, y se modela esta durante 4 meses consecutivos.

Recursos

Para el modelo, los operarios que realizan los distintos procesos del taller son los recursos a utilizar y en la siguiente Tabla 19 se muestra la cantidad y su respectiva función de cada recurso:

Tabla 19.*Recursos del sistema*

Recurso	Cantidad	Funciones
Operario de Enderezado	5	Se encargan de enderezar los vehículos con los 3 bancos de enderezado y las herramientas requeridas
Operario de Armado	3	Se encargan de armar la mecánica del vehículo y colocar los repuestos donde corresponden
Operario Pulido	2	Se encargan de pulir la carrocería del vehículo para eliminar partículas y terminar el acabado del vehículo
Operario Detallado	1	Se encarga de revisar el detalle del vehículo y dar el visto bueno para la entrega al cliente
Operario de Desarmado	2	Se encargan de desarmar los repuestos de la zona afectada por el choque
Operario de Alineado	1	Se encargan de alinear el vehículo
Operarios de Alisto	10	Se encargan de reparar las zonas afectadas de la carrocería del vehículo
Operario de Lavado	2	Se encargan de limpiar el vehículo antes de ingresar a pintura y después de pulido
Operario de Pintura	4	Se encarga de pintar ya sea todo el vehículo o la zona afectada del vehículo

Colas

El modelo se compone de una cola de ingreso al sistema de reparación de PEPS (Primero en entrar, Primero en salir). Esta, al igual que el estado actual, no toma en consideración la ganancia al ingresar.

Estaciones

Las estaciones para utilizar representarán un lugar físico en donde se realiza alguna operación, esto se presenta a continuación.

Tabla 20.

Estaciones del sistema

Recurso	Funciones
Enderezado	Estación física en la cual se encuentran los bancos de enderezado
Desarmado	Estación física donde se realiza el desarmado de los vehículos
Alineado	Estación física donde se encuentra la máquina de alineado
Alisto	Estación física donde se realiza el aliso del vehículo
Lavado	Estación física donde se realiza el lavado del vehículo
Pintura	Estación física donde se encuentran las cámaras de pintado de vehículo
Armado	Estación física donde se realiza el armado de los vehículos
Pulido	Estación física donde se realiza el pulido de los vehículos
Detallado	Persona física que revisa el estado final del vehículo, se define como una estación como representación

Variables

A continuación, se presentan las variables requeridas dentro del sistema:

Tabla 21.

Recursos del sistema

Recurso	Funciones
Cola Enderezado	Esta variable se utiliza para identificar la fila de vehículos pendientes a reparar por el cuello de botella
Vehículos reparados	Esta variable almacena a cantidad de vehículos que fueron reparados

Componentes del modelo

En esta sección se describirá la creación de la simulación en el *software* de Arena, el cual es una aplicación de automatización (Production Modeling Corporation, 2021), donde se sigue el flujo de proceso indicado en la Figura 19. Este abarca desde la estación de enderezado hasta el lavado final e incluye la actividad de calidad de detallado donde se revisa que el vehículo cumpla con los requisitos del servicio.

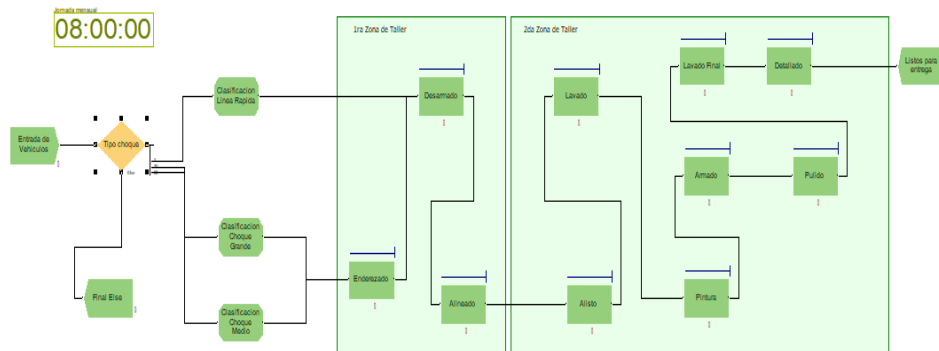
2.5.2.3 Simulación en “Arena Simulation Software”

Por lo tanto, en primera instancia, se inicia con un módulo de “Create”, encargado de generar los vehículos con un valor constante de 15 automóviles una vez a la semana. En segunda instancia,

se pasa a un módulo de “Decide”, donde se asigna un tipo de choque de acuerdo con la distribución de 2 %, 28 % y 70 % para asignar al tipo de choque Línea rápida, choque medio y choque grande, respectivamente. En tercera instancia, una vez definido el tipo de choque se dirigen al módulo de “Assign” en el cual se asignan al vehículo los tiempos requeridos para cada estación. Finalmente, se recorren las operaciones desde Enderezado o desarmado a detallado y el proceso finaliza cuando se llega al módulo de “Dispose”.

Figura 19

Interfaz de simulación en Arena Simulation Software



La simulación se encuentra en el Apéndice 7, donde se puede observar el escenario actual y se plantea para la etapa de validación la comparación de los resultados mes a mes y cómo este impactaría a nivel teórico la producción dentro de la simulación al método actual usado.

2.5.2.4 Distribuciones de tiempos

Como se indicó en la sección anterior, en el módulo de “Assing” se asignan a cada vehículo sus tiempos de operación para cada estación. Para lo cual se presenta, a continuación, las distribuciones de tiempos asociadas por tipo de choque y por estación en la siguiente Tabla 22.

Tabla 22

Distribuciones de los tiempos de operación

Proceso	Tipo Choque	Distribución
Enderezado	Choque medio	$9.21 + 7.79 * \text{BETA} (1.43, 1.28)$
	Choque Grande	$26 + 14 * \text{BETA} (1.31, 1.19)$
Armado	Línea rápida	$0.28 + 2.61 * \text{BETA} (0.704, 0.971)$
	Choque medio	$\text{TRIA} (5, 7.92, 10)$
	Choque grande	$\text{TRIA} (15, 18, 24)$
Detallado	Línea rápida	$0.48 + 0.19 * \text{BETA} (0.663, 0.829)$
	Choque medio	$0.39 + \text{LOGN} (0.313, 0.172)$
	Choque grande	$0.59 + \text{LOGN} (0.135, 0.0798)$
Lavado	Línea rápida	$\text{NORM} (0.432, 0.0624)$
	Choque medio	$0.28 + \text{LOGN} (0.18, 0.107)$
	Choque grande	$0.28 + \text{LOGN} (0.192, 0.117)$
Alineado	Línea rápida	$0.23 + \text{GAMM} (0.0195, 3.51)$
	Choque medio	$0.21 + 0.78 * \text{BETA} (1.72, 5.61)$
	Choque grande	$0.2 + \text{WEIB} (0.351, 1.87)$

Tabla 23.*Distribuciones de los tiempos de operación (Continuación)*

Proceso	Tipo Choque	Distribución
Desarmado	Línea rápida	1.47 + 1.13 * BETA (0.458, 0.41)
	Choque medio	1.22 + LOGN (1.36, 0.681)
	Choque grande	2.01 + LOGN (1.9, 1.3)
Pintura	Línea rápida	0.56 + LOGN (0.625, 0.633)
	Choque medio	1 + 2.31 * BETA (2.3, 3.67)
	Choque grande	3.57 + 2.22 * BETA (3.13, 2.7)
Alistado	Línea rápida	2.11 + LOGN (0.523, 0.528)
	Choque medio	7 + 8 * BETA (0.6, 0.892)
	Choque grande	NORM (37.5, 6.53)
Pulido	Línea rápida	1.03 + EXPO (0.557)
	Choque medio	1 + 2.31 * BETA (2.3, 3.67)
	Choque grande	2 + WEIB (3.11, 4.15)

Se aclara que las distribuciones se obtuvieron desde el “Input Analyzer” dentro de la misma interfaz de “Arena Simulation Software”. Además, es importante mencionar que estas distribuciones se obtuvieron con base en los tiempos recolectados en la sesión 13 de capacidad. Estas distribuciones se pueden observar en el Apéndice 8.

2.5.2.5 Resultados de la simulación estado actual

Seguidamente, se presenta los resultados obtenidos de la simulación del estado actual. En primera instancia, se analiza la salida de los vehículos en total y por tipo de choque.

Tabla 24.*Reparación de vehículos dentro de simulación (corrida de 9.5 horas durante 4 meses)*

Tipo de choque	Cantidad procesada promedio por mes
Línea Rápida	1
Choque Medio	14
Choque Grande	23
Total	38

Donde la cantidad de vehículos que logra reparar en promedio el proceso de reparación corresponde a 38 vehículos aproximadamente y el cual es un valor cercano al valor esperado según la capacidad identificada en la realidad. Asimismo, se analizan cada uno los procesos, donde se identifica que el cuello de botella corresponde a la operación de enderezado, la cual de acuerdo con los resultados de la simulación durante 4 meses tiene una cola de espera correspondiente a 60 vehículos y un tiempo de espera de aproximadamente 184 horas.

Figura 20.*Cantidad de vehículo en espera por estación*

Number Waiting	Average	Waiting Time	Average
Alineado.Queue	0.00349207	Alineado.Queue	0.01779664
Alisto.Queue	0.00	Alisto.Queue	0.00
Armado.Queue	1.2756	Armado.Queue	6.7925
Desarmado.Queue	0.01717710	Desarmado.Queue	0.08753959
Detallado.Queue	0.00323921	Detallado.Queue	0.01771054
Enderezado.Queue	60.1488	Enderezado.Queue	184.13
Lavado Final.Queue	0.00290400	Lavado Final.Queue	0.01587775
Lavado.Queue	0.00362663	Lavado.Queue	0.01919324
Pintura.Queue	0.00	Pintura.Queue	0.00
Pulido.Queue	0.04005660	Pulido.Queue	0.2176

2.5.3 Capacidad Física

Se procede a realizar un análisis de la capacidad física de la empresa para entender el comportamiento de la cola y la relación con la demanda del taller. Primeramente, se procede a estudiar cuántos vehículos de los que ingresan y se entregan está sucediendo el mismo mes, de acuerdo con esto se obtiene la siguiente Tabla 25 de datos:

Tabla 25.*Seguimiento de entrada y salida de vehículos durante agosto-2021 a junio-2022*

Mes de entrada	Mes de salida											Total
	Aug -21	Sep -21	Oct -21	Nov -21	Dec -21	Jan- 22	Feb -22	Mar -22	Apr -22	May -22	Ju n- 22	
Ago-2021	25	23	13	10	4							75
Sep-2021		11	18	3	21							53
Oct-2021			18	16	4	3	9	2	1			53
Nov-2021				21	1				10	6	7	45
Dic-2021					7	8	5		2	4	2	28
Ene-2022						42	28	4		1		75
Feb-2022							21	42	2			65
Mar-2022								33	18	5		56
Apr-2022									18	17		35
May-2022										40	25	65
Jun-2022											24	24
Total	25	34	49	50	37	53	63	81	51	73	58	574

De los datos mapeados se tienen las entregas e ingresos completos de los meses de agosto 2021 a junio 2022 y los números indicados en las celdas de color gris; véase 25,11,18,21,7,42,21,33,18,40,24 representan la cantidad de vehículos que ingresaron y salieron el mismo mes, se concluye que la mayoría de los vehículos que se entregan en un mes son ingresos

de meses anteriores, esto debido a que una reparación de un choque grande o choque medio ingresada la última semana de un mes se ve reflejada en la entrega del próximo mes.

Con el fin de analizar la capacidad se realiza un estudio de tiempos de las operaciones de reparación, siendo estos recolectados durante los meses de octubre 2021 a febrero 2022. Para el tamaño de muestra requerida por operación se hizo uso de la siguiente fórmula estadística de cálculo de muestra.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Finalmente, se obtuvo un tamaño de muestra final de 45 tiempos por operación y tipo de choque, sin embargo, cabe recalcar que en el caso de línea rápida no se logró el tamaño de muestra debido a la escasez de este tipo de choque. El cálculo del tamaño de muestra se puede observar en el Apéndice 9.

De igual forma, dado que la empresa al momento de reparar define una mezcla de vehículos, se realizó un análisis con el fin de identificar el porcentaje de utilización de la capacidad por tipo de choque al mes.

Tabla 26.

Porcentaje de utilización de la reparación de vehículos realizados entre agosto 2021 y junio 2022

Mes	Línea Rápida	Choque Medio	Choque Grande
Aug-21	0 %	16 %	84 %
Sep-21	3 %	24 %	74 %
Oct-21	0 %	39 %	61 %
Nov-21	4 %	18 %	78 %
Dec-21	0 %	14 %	86 %
Jan-22	4 %	51 %	45 %
Feb-22	2 %	35 %	63 %
Mar-22	0 %	31 %	69 %
Abr-22	4 %	49 %	47 %
May-22	1 %	52 %	47 %
Jun-22	0 %	41 %	59 %
PONDERADO TOTAL	2 %	35 %	64 %

Considerando los datos recolectados por operación, el tipo de choque, la distribución de reparación y el tiempo disponible por semana que es de 51,6 horas se obtienen los datos de la capacidad disponible por tipo de choque:

Tabla 27.*Análisis de capacidad por línea rápida*

Operación	Desar mado	Aline ado	Ali sto	Lav ado	Pint ura	Arm ado	Pul ido	Lav ado	Detal lado
Tiempo (horas)	2,07	0,30	2,6 2	0,43	1,14	1,38	1,5 9	0,43	0,57
Operarios	2	2	10	1	1	3	2	1	1
Máquinas	2	1	0	0	4	0	0	0	0
Restricción Vehículos Simultáneos	2	1	10	1	4	3	2	1	1
Tiempo de Ciclo (horas)		0,30	0,2 6	0,43	0,29	0,46	0,7 9	0,43	0,57
Cantidad de Vehículos por operación	1	3	3	2	3	2	1	2	2

Tabla 28.*Análisis de capacidad por choque medio*

Operación	Ender ezado	Desar mado	Alin eado	Ali sto	Lav ado	Pin tur a	Ar mad o	Pul ido	Lav ado	Detal llado
Tiempo (horas)	13,31	2,58	0,43	10, 22	0,4 6	1,8 9	7,75	2,8 8	0,4 6	0,71
Operarios	5	2	2	10	1	1	3	2	1	1
Máquinas	5	2	1	0	0	4	0	0	0	0
Restricción Vehículos Simultáneos	5	2	1	10	1	4	3	2	1	1
Tiempo de Ciclo (horas)	2,66	1,29	0,43	1,0 2	0,4 6	0,4 7	2,58	1,4 4	0,4 6	0,71
Cantidad de Vehículos por operación	5	11	34	14	32	31	6	10	32	21

Tabla 29.*Análisis de capacidad por choque grande*

Choque Grande										
Operación	Ender ezado	Desar mado	Alin eado	Ali sto	Lav ado	Pin tur a o	Ar mad o	Pul ido	Lav ado	Deta llado
Tiempo (horas)	32,85	3,91	0,51	37, 47	0,4 7	4,7 6	18,9 5	4,8 3	0,4 7	0,72
Operarios	5	2	2	10	1	1	3	2	1	1
Máquinas	5	2	1	0	0	4	0	0	0	0
Restricción Vehículos Simultáneos	5	2	1	10	1	4	3	2	1	1
Tiempo de Ciclo (horas)	6,57	1,96	0,51	3,7 5	0,4 7	1,1 9	6,32	2,4 2	0,4 7	0,72
Cantidad de Vehículos por operación	5	18	71	10	76	30	6	15	76	50

Por cada tipo de choque se procede a identificar su “tiempo de ciclo”, siendo este la división del tiempo de operación entre la cantidad de vehículos que se trabajan simultáneamente. A partir de lo cual se identifica que la operación de enderezado es el cuello de botella en el caso de choque grande y medio, y la operación de desarmado es el cuello de botella en el caso de línea rápida, pues este tipo de choque no se procesa en enderezado. Expuesto lo anterior, se presenta un desglose de la capacidad de la empresa actualmente.

Tabla 30.*Análisis de capacidad promedio*

Clasificación de la línea	Utilización de la línea	Cuello de botella (Horas)	Cantidad de vehículos mensual	Capacidad mensual	Ingreso promedio al mes ₡
Rápida	2 %	1,03	4	48	101 M
Choque medio	34 %	2,66	24		
Choque grande	65 %	6,27	20		

Una vez definida la capacidad se definen la ganancia total promedio. La ganancia promedio de cada mes se obtiene del cálculo de las horas promedio utilizadas al mes por la ganancia por horas. Siendo que las horas de producción al mes son 3118 horas y la ganancia de aproximadamente ₡ 32 600. Finalmente, se genera los escenarios el de cada mes respectivamente.

Tabla 31.*Análisis de escenarios de capacidad e ingreso de acuerdo con la mezcla de vehículos*

Escenarios	Clasificación de la línea	Utilización de la línea	Cantidad de vehículos	Capacidad mensual	Cantidad de horas mensuales	Ingreso del mes ₡
Aug-21	Rápida	0 %	0	36	3007	98 M
	Choque medio	16 %	12			
	Choque grande	84 %	24			
Sep-21	Rápida	3 %	4	40	2792	91 M
	Choque medio	24 %	16			
	Choque grande	74 %	20			
Oct-21	Rápida	0 %	0	44	2819	91 M
	Choque medio	39 %	28			
	Choque grande	61 %	16			
Nov-21	Rápida	4 %	8	44	3092	100 M
	Choque medio	18 %	12			
	Choque grande	78 %	24			
Dec-21	Rápida	0 %	0	32	2845	92 M
	Choque medio	14 %	8			
	Choque grande	86 %	24			
Jan-22	Rápida	4 %	8	56	2809	91 M
	Choque medio	51 %	36			
	Choque grande	45 %	12			
Feb-22	Rápida	2 %	4	44	2698	87 M
	Choque medio	35 %	24			
	Choque grande	63 %	16			

Tabla 32.*Análisis de escenarios de capacidad e ingreso de acuerdo con la mezcla de vehículos**(Continuación)*

Escenarios	Clasificación de la línea	Utilización de la línea	Cantidad de vehículos	Capacidad mensual	Cantidad de horas mensuales	Ingreso del mes ₡
Mar-22	Rápida	0 %	0	44	3076	100 M
	Choque medio	31 %	24			
	Choque grande	69 %	20			
Abr-22	Rápida	4 %	16	64	2893	94 M
	Choque medio	49 %	36			
	Choque grande	47 %	12			
May-22	Rápida	1 %	0	52	2888	94 M
	Choque medio	52 %	40			
	Choque grande	47 %	12			
Jun-22	Rápida	0 %	0	44	2819	91 M
	Choque medio	41 %	28			
	Choque grande	59 %	16			

De acuerdo con lo observado anteriormente, se define el comportamiento de la capacidad del taller, siendo un promedio de 48 vehículos mensual y la mayoría es de choque grande debido al comportamiento de la demanda, de aquí se obtiene como resultado que la capacidad de la empresa no es suficiente para suplir la demanda y no generar una cola que se aumenta mes a mes. Esta cantidad de vehículos se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad} = (\text{tiempo disponible por semana} * \text{porcentaje de utilización}) / \text{tiempo ciclo por persona}$$

$$\text{Capacidad} = (51,6 * 65 \%) / 6,57$$

$$= 5 * 4 \text{ semanas}$$

$$= 20 \text{ vehículos mensuales de choque grande}$$

Asimismo, la empresa no está generando los ingresos suficientes con la cantidad de reparaciones o las mezclas realizadas para cubrir los gastos y lograr el punto de equilibrio, tal como se explica

en la sección de análisis financiero, de ₡ 135 200 000. Por lo tanto, se llega a la conclusión de la necesidad de reparar más vehículos para llegar al punto de equilibrio o mejorar la secuenciación y mezcla de vehículos reparada mes a mes.

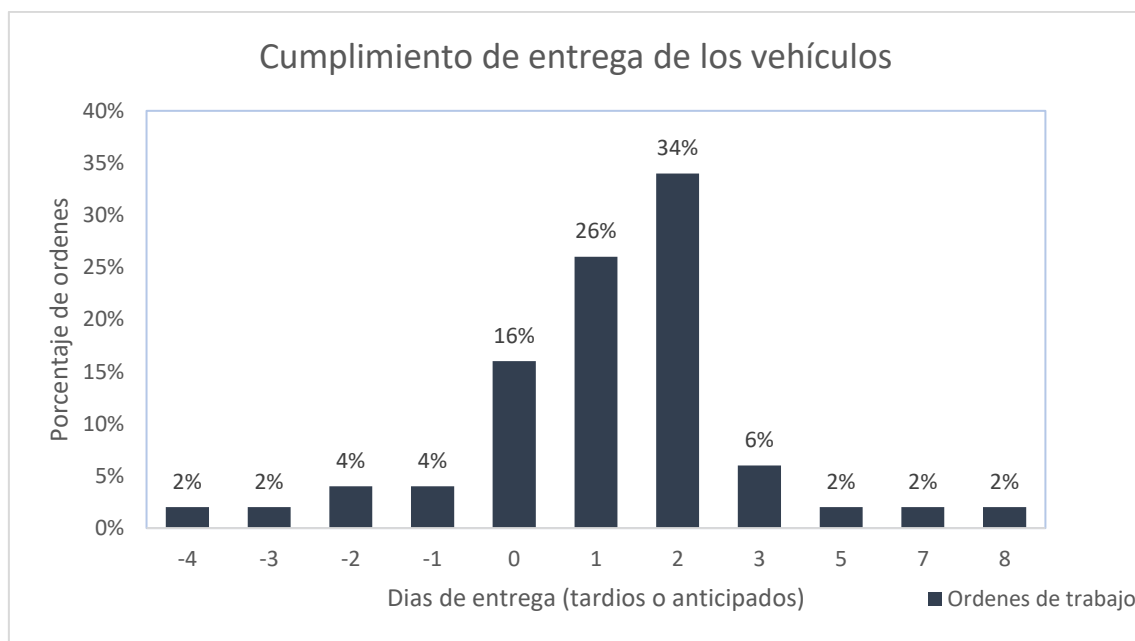
Es importante mencionar que según la mezcla de vehículos (de línea rápida, choque medio y choque grande) así será la capacidad del taller en reparación y de la misma forma el ingreso mensual, en demanda se evidencia cómo la mayoría es de choque grande y esta hipótesis se vuelve a evidenciar en el porcentaje de utilización que en los cuatro meses mapeados es el mayor porcentaje. En el Apéndice 10 se observa con mayor detalle el análisis para capacidad.

2.6 Análisis de cumplimiento de entrega

Los datos del cumplimiento de entrega son relevantes para un análisis con respecto a la fecha en la que se entrega el vehículo al dueño, pues estos demuestran cuantos días después de la fecha planeada se entrega. Para iniciar se muestran los datos recolectados por medio de las hojas de control de los días de cumplimiento de entrega, donde se coloca la orden de trabajo, la fecha en la que se desea colocar el vehículo y la fecha en la que realmente se entregó. A partir de esto se muestra el siguiente gráfico:

Figura 21.

Cumplimiento de entrega



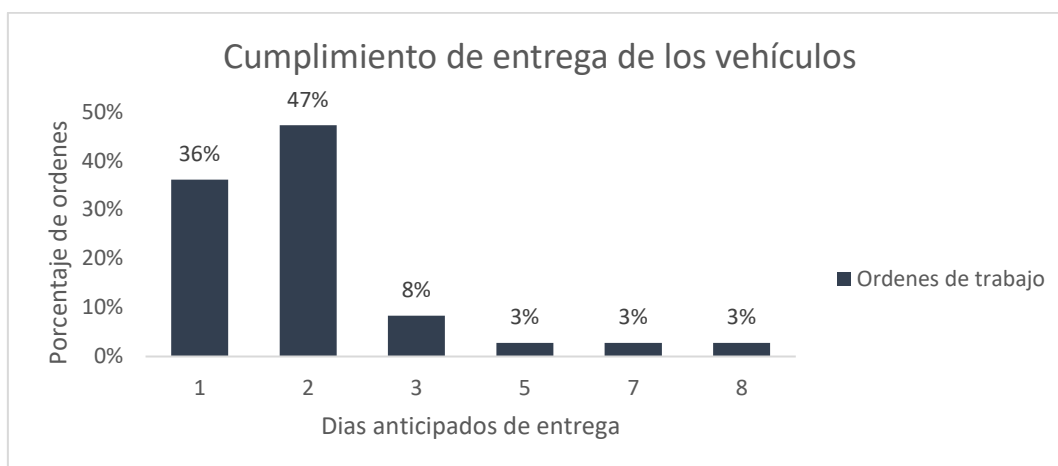
Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Para realizar este gráfico se utilizaron 50 órdenes de trabajo de las cuales 17 se realizan dos días antes de la fecha planeada lo que representa el 34 % y 13 órdenes de trabajo se realizan 1 día antes de la fecha planeada que serían el 26 %. En el caso de los negativos se muestra que 2 órdenes de trabajo se realizaron con una tardía de 2 días y 1 día.

A partir de esto se realiza un análisis con respecto a las entregas que se realizan rápido, para estas se toman en cuenta todas las órdenes de trabajo que se realicen al menos un día antes de la fecha planeada.

Figura 22.

Cumplimiento de entrega de los vehículos



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 33.

Entrega rápida de vehículos

Entrega rápida		
Cantidad de órdenes de trabajo	Días de entrega anticipados	Porcentaje
13	1	36 %
17	2	47 %
3	3	8 %
1	5	3 %
1	7	3 %
1	8	3 %

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Como se observa un 47 % se realiza con 2 días antes de la fecha planificada entre los datos que se realizan con días de anticipación. El promedio es realizar la entrega 2 días antes. Teniendo los datos anteriores se procede a realizar el indicador de porcentaje de entregas a tiempo donde se obtiene como resultado un 88 % de cumplimiento de entregas a tiempo donde se considera como entrega a tiempo cualquier entrega realizada a partir del mismo día de fecha planificada. Este análisis se puede ver en el Apéndice 11.

$$\% \text{ Entregas a tiempo} = \left(\frac{\text{Número de entregas a tiempo}}{\text{Número total de entregas realizadas}} \right) * 100$$

$$\% \text{ Entregas a tiempo} = \left(\frac{44}{50} \right) * 100 = 88 \%$$

2.7 Análisis de repuestos no conformes y daños ocultos

En esta sección se realiza un análisis con respecto al comportamiento de los repuestos no conformes que se advierten en la etapa de armado y en la recepción de los repuestos, además de los daños ocultos encontrados en la etapa de armado del vehículo. La información se recolectó por medio de hojas de control con la fecha del evento, número de orden, placa del vehículo, cantidad de repuestos no conformes o daños ocultos y de repuestos totales del vehículo.

De acuerdo con la recolección de información de siete semanas, hubo un total de catorce repuestos no conformes; ver Apéndice 12.

Tabla 34.

Cantidad de repuestos no conformes

Cantidad de repuestos no conformes	Etapas encontradas
10	Armado
4	Recepción

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Para el análisis de repuestos no conformes, se toma el siguiente cálculo:

% Vehículos por repuestos no conformes en armado =

$$\left(\frac{\text{Número de vehículos con repuesto no conformes encontrados en la etapa de armado}}{\text{Número total de vehículos armados}} \right) * 100$$

% Vehículos por repuestos no conformes en armado =

$$\left(\frac{10}{199} \right) * 100 = 5,03 \%$$

% Vehículos por repuestos no conformes en recepción =

$$\left(\frac{\text{Número de vehículos con repuestos no conforme encontrados en recepción}}{\text{Número total de vehículos por recibir}} \right) * 100$$

% Vehículos por repuestos no conformes en recepción =

$$\left(\frac{4}{100} \right) * 100 = 4,00 \%$$

Este resultado muestra un porcentaje pequeño de vehículos por repuestos no conformes en la recepción siendo de 4 vehículos de un total de 100, por lo tanto, se puede concluir que esto no genera un impacto significativo a la duración del CCE.

Con respecto a los daños ocultos en las siete semanas de recolección de datos, se ha encontrado en la etapa de armado cinco daños ocultos, ocasionando una mayor duración en la reparación del

vehículo, pero sin generar un mayor impacto en el CCE al ser un número tan bajo en comparación a la cantidad de vehículos en espera de reparación.

2.8 Análisis financiero

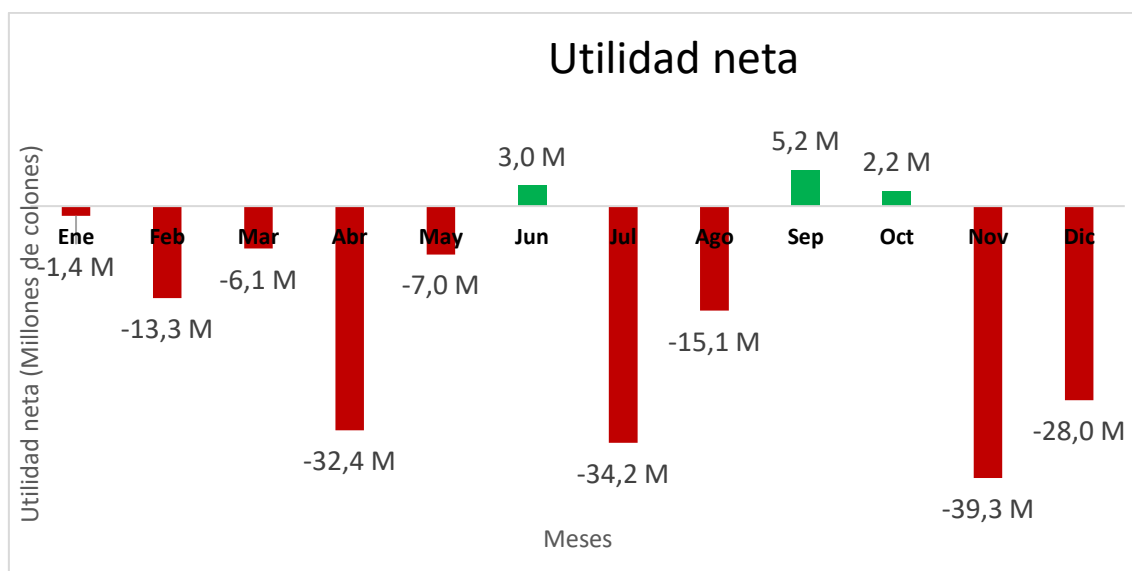
Se procede a analizar, el estado financiero de la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer con el fin de identificar el valor del ciclo de conversión de efectivo y comprender el comportamiento de la sección financiera.

2.8.1 Análisis de estados financieros

Se analiza el Estado de Pérdidas y Ganancias presentado en el Anexo 1 para obtener los siguientes resultados. Primeramente, con respecto al Estado de Pérdidas y Ganancias, se observa dentro del periodo de enero a diciembre del 2021 la presencia de 9 meses con utilidad neta negativa.

Figura 23.

Ganancias netas 2021

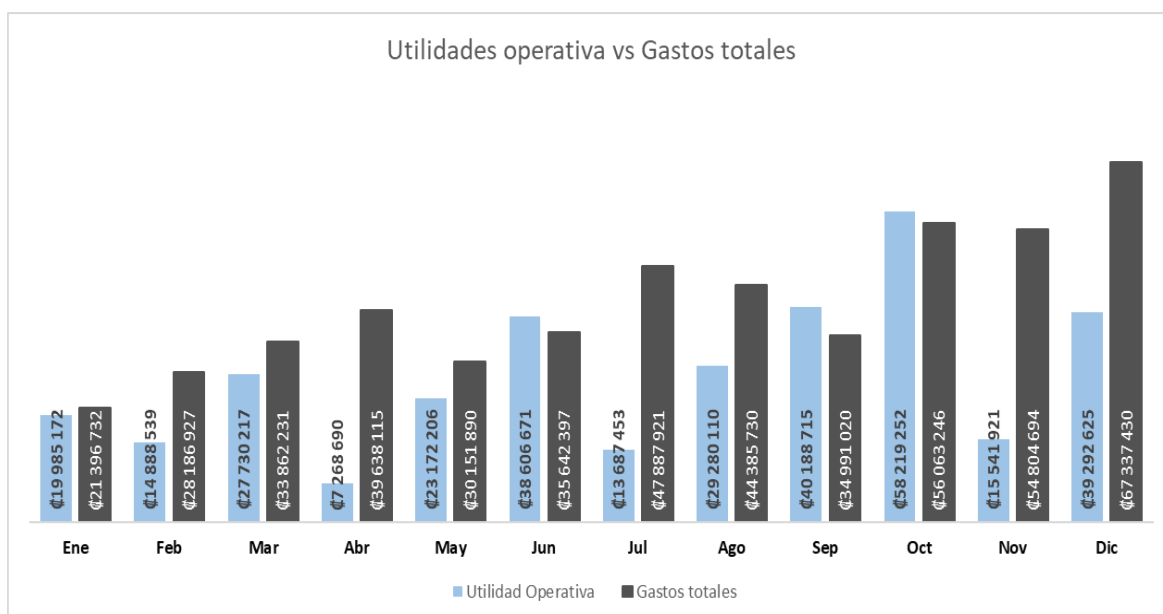


Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Por lo tanto, se concluye que la empresa no logra el punto de equilibrio entre sus ganancias y los gastos, debido a esto se analiza las ganancias operativas contra los gastos totales. Donde se demuestra que la empresa debe aumentar su ingreso económico, pues la utilidad bruta es inferior por aproximadamente ₡13 000 000 mensual a la necesaria para cubrir los gastos de la empresa y alcanzar el punto de equilibrio.

Figura 24.

Ganancias operativas vs. Gastos totales 2021



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

A partir de lo anterior se realiza un análisis de los puntos de equilibrio con respecto a los costos totales. El punto de equilibrio requerido para cada mes se obtiene por medio de la siguiente ecuación

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Gastos totales}}{\text{Ingresos/Beneficio bruto}}$$

Tabla 35.

Análisis punto de equilibrio contra ingresos por mes

Mes	Ingresos totales (COP)	Utilidad operativa (COP)	Margen de contribución	Gastos Totales (COP)	Punto de equilibrio (COP)	Diferencia (COP)
ENE. 2021	70 M	19M	28 %	21 M	75 M	-4.9 M
FEB. 2021	73 M	14 M	30 %	28 M	93 M	-20 M
MAR. 2021	87 M	27 M	32 %	33 M	106 M	-19 M
ABR. 2021	66 M	7 M	30 %	39 M	132 M	-65 M
MAY. 2021	85 M	23 M	27 %	30 M	111M	- 25 M
JUN. 2021	103 M	38 M	37 %	35 M	95 M	7.9 M
JUL. 2021	84 M	13 M	30 %	47 M	159 M	-74 M

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 36.*Análisis punto de equilibrio contra ingresos por mes (continuación)*

Mes	Ingresos totales (C)	Utilidad operativa (C)	Margen de contribución	Gastos Totales (C)	Punto de equilibrio (C)	Diferencia (C)
AGO. 2021	117M	29 M	25 %	44 M	178 M	-60 M
SEP. 2021	114 M	40 M	35 %	34 M	99 M	14 M
OCT.2021	106M	58 M	55 %	56 M	102 M	3.9 M
NOV.2021	86 M	15 M	18 %	54 M	304 M	-218 M
DIC.2021	92 M	39 M	43 %	67 M	158 M	-65 M
Promedio	90 M	27M	30 %	40 M	135 M	-44 M

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Como se afirma en anteriormente, los ingresos netos poseen valores inferiores a los puntos de equilibrio cada mes y se observa la ganancia promedio de C 90 832 000, el punto de equilibrio es de C 135 142 000 y la diferencia es de C 44 310 000 aproximadamente. En consecuencia, para que la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer logre aumentar su liquidez para cubrir sus gastos debe generar una utilidad bruta superior a C 41 000 000.

Dicho lo anterior, se obtiene cuántos vehículos se necesitan para alcanzar el punto de equilibrio. Cabe señalar que el valor por hora de trabajo de acuerdo con las horas laboradas y a la facturación de agosto y diciembre es de C32 600 aproximadamente; la obtención del ingreso por hora se observa en el Apéndice 13.

A continuación, se observa el ingreso promedio por tipo de choque.

Tabla 37.*Ingresos por clasificación de choque*

Clasificación del choque	Horas promedio	Ingreso
Línea Rápida	11	C344 462
Choque Medio	36	C1 177 743
Choque Grande	111	C3 622 800

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Por consiguiente, se analizan diversos escenarios de aumento de capacidad, siendo el escenario con la menor cantidad de vehículos a reparar, el cual se presenta en la siguiente Tabla 38.

Tabla 38.*Análisis cantidad de vehículos para alcanzar punto de equilibrio*

Escenarios	Clasificación de la línea	Cantidad de vehículos semanal	Cantidad de vehículos al mes	Capacidad mensual	Ingreso del mes (C)	Margen bruto del mes (C)
Promedio (agosto 21- diciembre 21)	Rápida	1	4	44	97 M	32 M
	Choque medio	5	20			
	Choque grande	5	20			
Propuesta 1	Rápida	1	4	60	135 M	45 M
	Choque medio	7	28			
	Choque grande	7	28			

Se concluye que la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer requiere aumentar mínimo 2 vehículos de choque grande y 2 vehículos de choque medio a la semana para cubrir la diferencia de los de C\$40 000 000 con respecto al punto de equilibrio y empezar a generar ganancias. Ver Apéndice 13.

2.8.2 Utilidad operativa

Se obtiene el indicador referente a la utilidad operativa, la cual debe compararse contra la meta de C\$ 41 000 000, por lo tanto, la siguiente ecuación define el cálculo de la utilidad operativa.

$$\text{Utilidad operativa} = \text{Ingresos totales} - \text{Costos de reparación}$$

Por lo tanto, se obtiene que en promedio la utilidad operativa mensual de la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer corresponde a:

$$\text{Utilidad operativa} = \text{C}90\,831\,236 - \text{C}63\,509\,439$$

$$\text{Utilidad operativa} = \text{C}27\,321\,798$$

En conclusión, el indicador se muestra inferior a la meta requerida por C\$13 678 202, lo cual indica que la empresa presenta con una falta de utilidad dentro de sus operaciones.

Capítulo III Diseño

A continuación, se presentarán el objetivo general y los objetivos específicos planteados en la etapa de diseño.

3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de planificación y control en los procesos que impactan la eficiencia operativa del taller Tecno Carrocerías Eben Ezer, con el propósito de crear un método secuenciación estandarizado, para el ingreso de los vehículos a reparación y con esto mejorar la liquidez, la eficiencia operativa y disminuir el tiempo de espera de los vehículos.

3.1.1 Objetivos específicos

- a. Diseño de una herramienta informática para la planificación y secuenciación del ingreso de los vehículos a reparación con el fin de mejorar la eficiencia operativa, aumentar la liquidez y disminuir el tiempo de espera de los vehículos.
- b. Desarrollo de una propuesta orientada a la planificación y control de los repuestos de los vehículos, por medio de un rediseño y control del almacén con el fin de obtener mejoras con respecto al espacio utilizado y la identificación de los repuestos.
- c. Construcción de un panel de control con indicadores que permitan monitorear los procesos sustantivos de la empresa, con el fin de identificar mejoras para la toma de decisiones.

3.2 Metodología de diseño

Seguidamente, se mostrará la metodología usada para la realización de la fase de diseño, en la cual se menciona las actividades realizadas, las herramientas para llevar a cabo dichas actividades y, por último, los resultados obtenidos, todo a partir de las mejoras identificadas en diagnóstico.

Tabla 39.

Metodología general de diseño

Actividades	Diseño	
	Herramientas	Resultados
Diseño de una herramienta informática para la planificación y secuenciación del ingreso de los vehículos a reparación	Algoritmo de secuenciación Análisis de capacidad Entrevistas Análisis del estado financiero	Herramienta informática para la planificación y secuenciación vehículos Estandarización del proceso de selección de vehículos para reparación
Desarrollo de una propuesta orientada a la planificación y control de los repuestos de los vehículos, por medio de un rediseño y control del almacén	Diagrama causal Método 5S Plan de implementación	Liberación de espacio dedicado a repuesto obsoleto o no reclamados Control del inventario de repuestos de los vehículos Sencillo acceso e identificación adecuada de los repuestos

Tabla 40.

Metodología general de diseño (continuación)

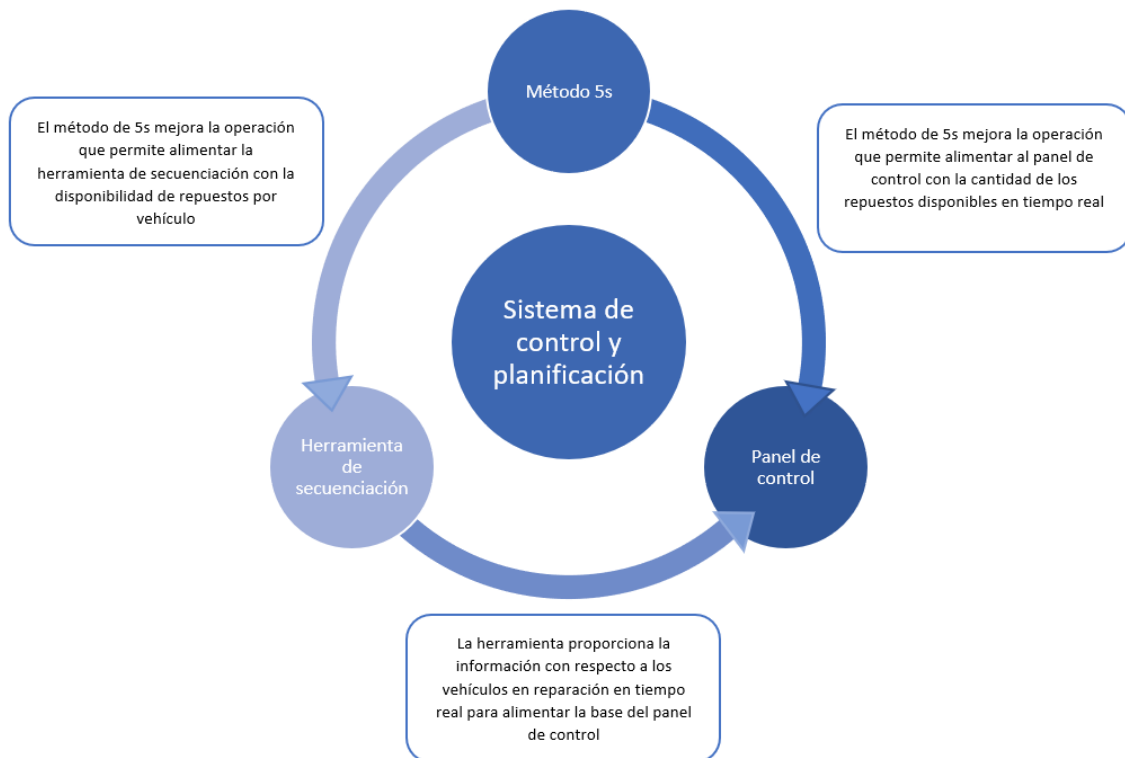
Diseño		
Actividades	Herramientas	Resultados
Construcción de un panel de control con indicadores que permitan monitorear los procesos sustantivos de la empresa	Cuadro de mando integral Diagrama causal Plan de implementación	Monitoreo sobre los procesos de reparación de vehículos, servicio al cliente y nivel de cola del taller Control sobre los indicadores del taller con el fin de darle visibilidad a los puntos de mejora

3.3 Relación entre las propuestas de mejora

A continuación, se muestra la relación entre las propuestas diseñadas para solventar la problemática principal y cómo estas se relacionan entre sí para el funcionamiento de un sistema de control y planificación.

Figura 25.

Relación entre las propuestas sobre el sistema de control y planificación



3.4 Oportunidades de mejora

Se presenta a continuación las propuestas diseñadas de acuerdo con las necesidades identificadas con respecto al aprovechamiento del espacio, la oportunidad de estandarizar la secuenciación de los vehículos y mejorar el control de los procesos. Cabe destacar que de los procesos analizados solamente dos presentaron oportunidades de mejora, siendo estos reparación y gestión de inventarios y almacenamiento.

3.4.1 Rediseño y gestión de repuestos

Esta propuesta planea solventar la falta de planificación y control de los repuestos que se presenta en la zona de almacenamiento de la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer. Problemas identificados como un acomodo y almacenamiento de repuestos de forma ineficiente, falta de pasillos identificados o falta de etiquetas son parte de las oportunidades a mejorar.

3.4.1.1 Método 5S

Para el desarrollo de un sistema de control y planificación de la gestión de los repuestos se define el uso del método 5S, el cual este compuesto por 5 etapas: seleccionar, organizar, limpiar, estandarizar y disciplina. Establecido lo anterior se presenta como se aplicará está dentro del almacén de repuestos.

Seleccionar

Se hace un análisis de los tipos de repuestos que son comunes de almacenar por un periodo de tiempo. Y se clasifican varios sistemas y se identifican algunos de los repuestos que componen cada sistema como se presenta a continuación en la siguiente Tabla 41 y Tabla 42.

Tabla 41.

Repuestos identificados

Sistema	Repuestos	
Eléctrico	Faros	Direccionales
	Alternadores	Arrancadores
	Focos	Otros
Encendido	Bobinas	Cables de Bujía
	Bujías	Resistencias
	Otros	

Tabla 42

Repuestos identificados (continuación)

Sistema		Repuestos
Frenado	Discos de frenos Pastillas	Alipers Zapatas Otros
Suspensión	Amortiguadores Rotulas	Resortes Otros
Motor	Juegos de anillos Retenes Bombas de agua	Empaques Válvulas Otros
Carrocería	Parabrisas Yugos	Bumpers Parrillas Otros
Carrocería	Parabrisas Yugos Otros	Bumpers Parrillas

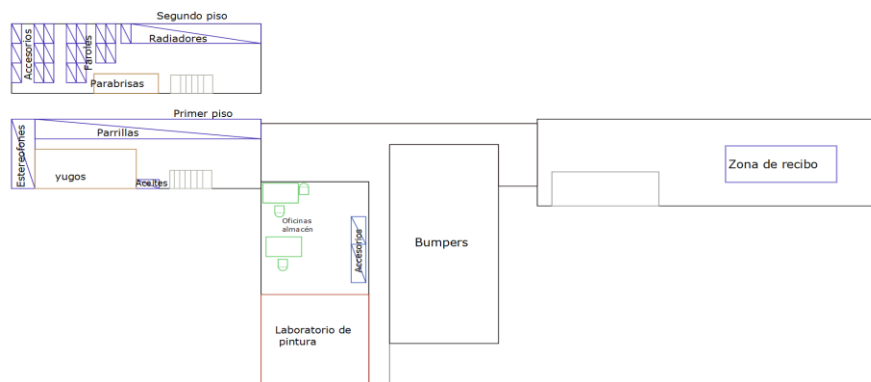
Así mismo, se debe seleccionar los repuestos obsoletos o no reclamado para ser vendidos o regresados a la aseguradora correspondiente. Por medio del método 5S y la generación de un protocolo de control se presenta una idea para controlar la presencia de este tipo de repuestos.

Organizar

En esta fase se define una propuesta para el acomodo de los repuestos dentro del almacén, donde se toman consideraciones como el traslado de los repuestos, pues se cuenta con un segundo piso, lo cual, genera problemas para almacenar repuestos de gran volumen o de difícil manipulación. Dicho lo anterior, se presenta el estado actual del almacén y los cambios propuestos.

Figura 26.

Estado actual almacén de repuestos

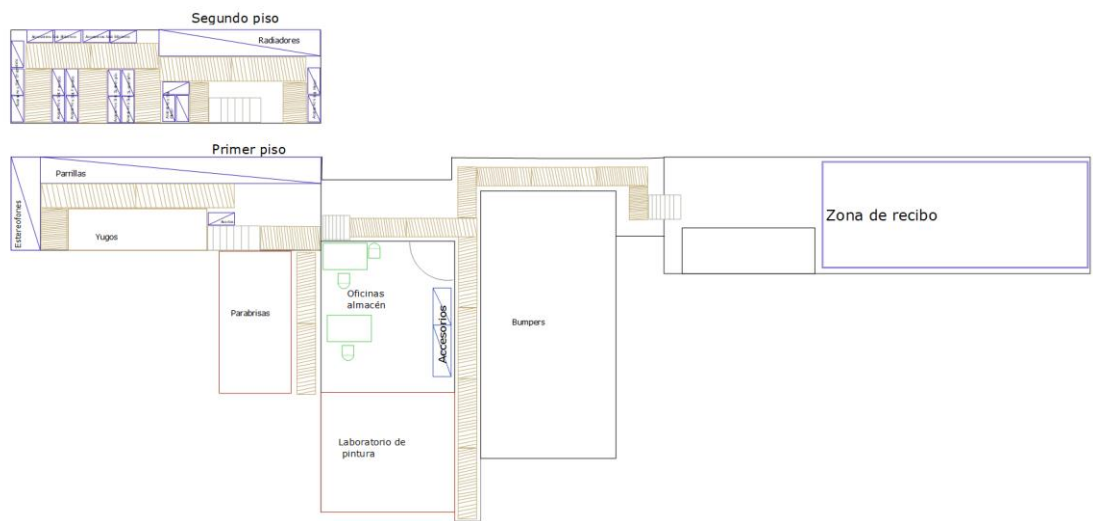


Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Como se observa en la Figura 25, los pasillos son de tamaño reducido, no hay zonas correctamente identificadas. Al mismo tiempo, en las Figura 6 y Figura 7 del capítulo II Diagnóstico se identificó la presencia de repuestos obsoletos y no reclamados en diversas partes del almacén. Por ende, se propone el siguiente acomodo dentro del almacén.

Figura 27.

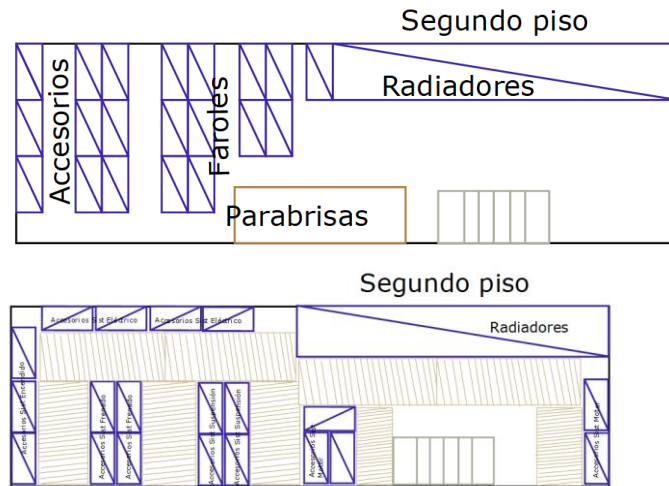
Propuesta de acomodo dentro del almacén de repuestos



Se plantea un acomodo donde se definen los pasillos que permitirían un mejor manejo para los repuestos, siendo estos de 120 m de ancho con el fin de evitar la presencia de obstáculos y de accidentes que puedan afectar tanto a los trabajadores como a los repuestos. A continuación, se presenta el diseño del cambio en el segundo piso del almacén, donde es más notable los cambios respecto al uso del espacio. En el Apéndice 14, se observa la propuesta y el estado actual de la distribución y diseño del almacén.

Figura 28.

Comparación segundo piso estado actual vs. propuesto



Se puede observar cómo los parabrisas son movilizadas con el fin de ampliar el espacio y de evitar accidentes que los dañen, pues son frágiles y presentan dificultades para movilizarlo. Por lo tanto, la contraparte, debido a un accidente que afectó un parabrisas, puso en marcha una expansión adecuada para los parabrisas.

De igual forma, se define un reacomodo de los *racks* permitiendo que se identifique la ubicación de los repuestos y se definan pasillos que permitan la correcta manipulación de los repuestos. A partir de este nuevo acomodo y la implementación del método 5S, se busca liberar el espacio ocupado por repuestos obsoletos y no reclamados que corresponde a aproximadamente 55 m³ de 349 m³.

Limpiar

Esta sección se enfoca en mantener el área de almacenamiento limpia, sin la presencia de suciedad o polvo, repuestos en lugares incorrectos y procurar que la zona de trabajo se mantenga pulcra.

Estandarizar

Para esta sección se crea una etiqueta, con el fin de brindar un control y seguimiento a los repuestos en el almacén, además de una ayuda visual para los trabajadores. Esta tendrá la placa del vehículo, el proveedor y la fecha de su ingreso, esto último con el fin de que se observe el tiempo de almacenamiento de cada repuesto en el taller, con el fin de ayudar a que no haya repuestos con más de tres meses en espera. A continuación, se puede observar la etiqueta diseñada que se usaría.

Figura 29.

Etiqueta para repuestos en inventario

ETIQUETA PARA REPUESTOS DE INVENTARIO

Placa de vehículo: _____

Proveedor: _____

Fecha de recibo: _____

Día/Mes/Año



Además, se crea un protocolo para que los trabajadores puedan entender cómo usar la etiqueta y cada cuanto se tiene que realizar una revisión de repuestos con el fin de que no haya repuestos obsoletos. Para más detalle del protocolo, se observa en el Apéndice 15.

Disciplina

Para disciplina, se tiene un entrenamiento al personal dedicado a explicar las 5S para inventarios. Primeramente, se explicará los conceptos del método de 5S y sus etapas con ejemplos para un mayor entendimiento, después se expondrá porqué se desea la mejora para el proceso de inventarios.

Seguidamente se explicará cómo cada etapa se pondrá en marcha en dicho proceso y, por último, se tendrá una sesión de preguntas.

Beneficios al ejecutar el método de 5S

Los beneficios que se podrán obtener cuantitativamente son en liberación de espacio:

- Repuestos obsoletos representan un 55 m³ de 348, 67 m³.
- Se liberaría 20 m³ en los pasillos.
- Espacio no efectivo de aproximadamente 20 m³.

Es decir, la liberación de espacio será de un 27,2 %, pues no estarían los repuestos obsoletos, pasillos con repuestos, además, el uso de espacio no efectivo, por lo tanto, se tendría un mayor espacio y circulación para los trabajadores.

Seguidamente, los beneficios cualitativos obtenidos con el almacén ordenado y limpiado de acuerdo con la clasificación de familias, facilita el recorrido de los trabajadores, pues estos en la actualidad duran más de lo esperado para encontrar el repuesto. Además, se evita accidentes que

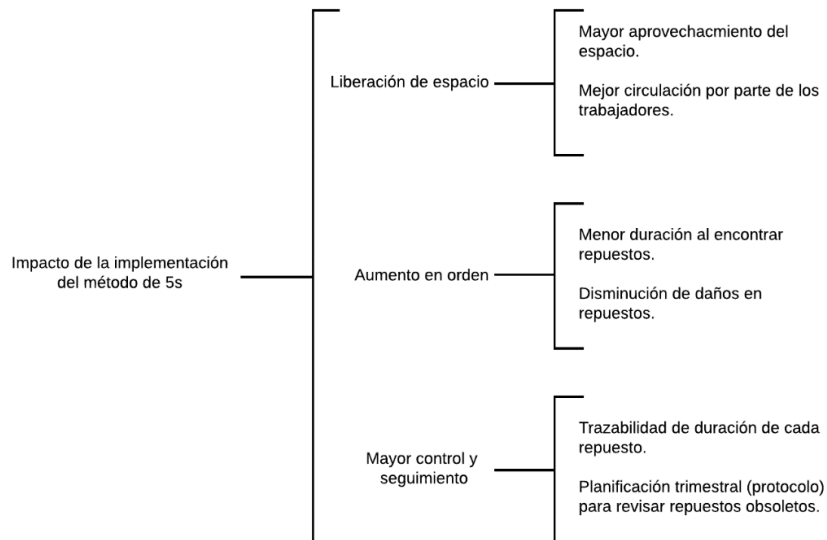
dañen los repuestos, pues por indicación de la empresa les suele suceder, por la fragilidad de algunos.

Por consiguiente, se tendría un mayor control, seguimiento y estandarización con la ejecución de las etiquetas facilitando a los trabajadores identificar los repuestos, a diferencia del método actual que consiste en colocar una cinta solo con la placa del vehículo y en ocasiones les cuesta identificar el tiempo que lleva el repuesto almacenado. De acuerdo con, lo anterior no se tiene identificado la fecha que ingresan los repuestos, lo cual dificulta identificar los repuestos que llevan muchos meses en el almacén. Por lo tanto, a diferencia del método actual, la etiqueta sí les brindará esa información. También al poner en marcha el protocolo se tendría una planificación trimestral de revisión de repuestos para que no haya obsoletos.

Todos estos beneficios fueron comentados e incluso brindados por la empresa al ejecutar el método de 5S. Por último, se muestra un diagrama causal resumiendo todos los beneficios al aplicar este procedimiento.

Figura 30.

Diagrama casual de beneficios de ejecutar el método 5S



De esta manera, se coloca un plan de implementación para cada etapa de 5S con la respectiva duración.

Tabla 43.

Plan de ejecución 5S

Etapas	Duración para ejecutar (días)
Seleccionar	2
Organizar	5
Limpiar	2
Estandarizar	2
Disciplina	1
Total	12

3.4.2 Herramienta de secuenciación

Como propuesta de mejora se diseña una herramienta informática, la cual busca mejorar el sistema de secuenciación y selección de los vehículos a reparar. Tal como se demostró en el diagnóstico, una de las oportunidades de mejora detectadas corresponde a como realizar la mezcla de vehículos ya sea para disminuir la cola de espera para reparación, aumentar la ganancia generada y disminuir el tiempo de espera de los clientes.

Por lo tanto, se definen las siguientes metas para solventar las siguientes situaciones identificadas en el diagnóstico:

- Estandarizar el proceso de secuenciación y selección de vehículos el cual se realiza actualmente por medio del criterio experto del gerente, de forma empírica.
- Reducir la cola de espera a atención dando prioridad a los vehículos con mayor tiempo de espera.
- Seleccionar la cantidad de vehículos a reparar proporcionalmente a la cantidad de vehículos por tipo de choque para abarcar todos los tipos de choque.
- Identificar el óptimo local de acuerdo con la capacidad definida del mes, el tiempo de espera y el aumento de la ganancia en la selección de los vehículos.
- Se ingresan los vehículos de acuerdo con la antigüedad en la cola, con el enfoque de disminuir el tiempo de espera del cliente.

3.4.2.1 Algoritmo de secuenciación

Para el desarrollo de la herramienta, en primera instancia se identifica la necesidad de definir un algoritmo de selección y secuenciación de los vehículos a reparar cada semana o mes. Se presenta, a continuación, el desarrollo y análisis realizado para el desarrollo del algoritmo encargado de la secuenciación de vehículos de la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer.

3.4.2.2 Heurística Greedy (Voraz)

Para el desarrollo un método de secuenciación que satisfaga las necesidades del sistema se recurre a la heurística Greedy (también conocida como algoritmo Voraz), caracterizada para utilizar los datos disponibles del problema para construir paso a paso una solución que consiste en un óptimo local (Burgos et al., 2013).

Por lo tanto, se propone el uso de Greedy con el fin de identificar una solución óptima local de secuenciación que busque maximizar la ganancia, restringiendo la cantidad de vehículos de

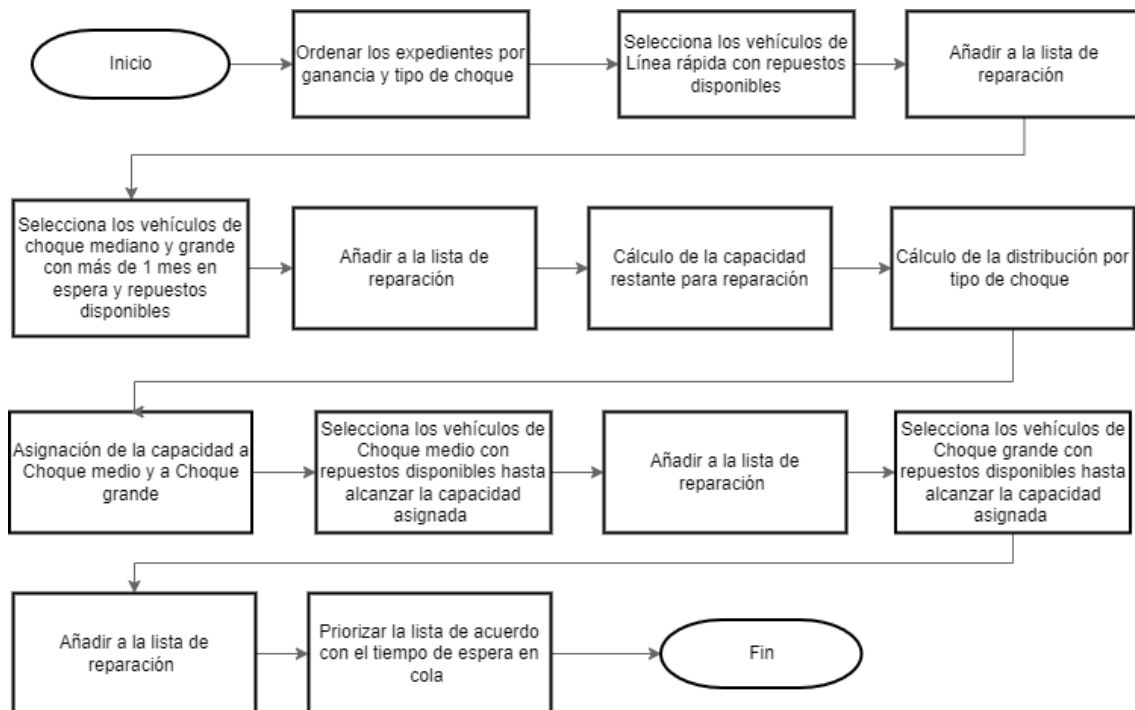
acuerdo con la distribución de vehículos, la capacidad disponible y el tiempo de espera en cola. Se detalla el funcionamiento teórico del algoritmo en el anexo 2.

3.4.2.3 Algoritmo de secuenciación

Se presenta, a continuación, el algoritmo de secuenciación desarrollado para definir el orden de ingreso de los vehículos a reparación. Este proceso es representando en la siguiente Figura 30 siguiendo las indicaciones de la Norma ANSI.

Figura 31.

Algoritmo de secuenciación de vehículos (Norma ANSI)



Primeramente, el algoritmo divide la lista de vehículos registrados de acuerdo con el tipo de choque y procede a ordenarlos por medio de la ganancia (de mayor a menor), identificando los vehículos con mayores ganancias de la cola actual. Seguidamente, el algoritmo revisa los vehículos que corresponden a línea rápida y los agrega a la lista de reparación, lo anterior porque todos los choques de línea rápida deben procesarse con la mayor brevedad posible.

Segundo, ya una vez agregados los vehículos de línea rápida, el algoritmo revisa los vehículos restantes e ingresa aquellos que tengan un tiempo de espera en cola superior a 1 mes y poseen repuestos disponibles, los cuales agrega a la lista de reparación. Esta sección del algoritmo se encarga de que ningún vehículo quede rezagado o sin ser atendido durante meses.

Tercero, una vez agregados los choques correspondientes a los dos primeros filtros, el algoritmo calcula las horas hombre restantes, donde a las horas hombre disponibles inicialmente se le restan las horas de reparación que necesitan los vehículos ya ingresados a la lista de reparación. Seguidamente, el algoritmo analiza la distribución actual de los tipos de choque, esto consiste en observar la cantidad de vehículos por cada tipo de choque respecto a la cantidad de vehículos totales. Finalmente, una vez definidas las horas hombre restantes y la distribución de vehículos se asigna una cantidad de horas hombre a cada tipo de choque proporcional a la distribución.

Por último, una vez asignadas las horas, el algoritmo recorre los vehículos choques medios agregando a la lista aquellos que poseen la mayor ganancia, el mayor tiempo de espera y repuestos disponibles hasta alcanzar las horas hombres que se asignaron. Ya agregados los vehículos de choque medio, se sigue la misma lógica con los vehículos de choque grande hasta alcanzar las horas hombres asignadas a este. Como resultado, se genera la lista de reparación y se prioriza la entrada a producción de acuerdo con la fecha de ingreso del vehículo a la cola, con el fin de atender primero los vehículos con un mayor tiempo en cola.

3.4.2.4 Interfaz

Se muestra, a continuación, la interfaz de la herramienta y se definen las necesidades que deben suplir cada una de estas, con el fin de brindar una herramienta que se pueda mantener en el tiempo y sea sencilla de entender. La herramienta propuesta de secuenciación busca tomar las mejores decisiones de secuenciación de acuerdo con el conocimiento de los vehículos en espera, la capacidad definida, las horas asignadas a los choques y otras variables del sistema.

De igual forma, esta propuesta de herramienta se desarrolla en la plataforma de “Apache NetBeans IDE 14”, obteniendo un archivo de lenguaje de programación “Java” (What Is Java?, 2019). Este archivo se utiliza de igual forma que una aplicación en la computadora donde se instale de forma gratuita.

Por lo tanto, la primera interfaz al iniciar la herramienta consiste en un menú principal con diversos botones que conectan con las funcionalidades de la herramienta.

Figura 32

Menú principal de herramienta



Se cuenta con 6 botones que guían a otras interfaces que se explicaran a continuación. Por lo tanto, para una sencilla comprensión se explicará cada interfaz en el orden por el cual debería usarse la herramienta. Inicialmente, la herramienta de secuenciación debe contener todos los vehículos que se encuentren en espera de reparación ya sea que cuenten con repuestos o no.

Entonces, el primer botón en seleccionar es “Registrar vehículo”, el cual despliega la siguiente interfaz.

Figura 33.

Registro de vehículos de herramienta

Registro de vehículos

Información cliente:

Nombre del cliente:

Cédula:

Información del vehículo:

Placa:

Número de expediente:

Tipo de choque:

Modelo:

Horas laborales asignadas:

Disponibilidad de repuestos:

Aseguradora:

Ganancia:

Fecha de ingreso (dd/MM/aaaa):

Atrás Limpiar Guardar

En esta interfaz se ingresa la información pertinente de cada vehículo y se almacenan en una base de datos, la cual se puede observar en la interfaz que despliega el botón correspondiente a “Lista de vehículos”.

Seguidamente, para generar la lista es necesario colocar las restricciones numéricas que guían al algoritmo voraz en la búsqueda de la secuenciación. Dichos parámetros se deben ingresar en la siguiente interfaz.

Figura 34.

Editar parámetros de herramienta

Parámetros

Horas hombre:

Máximo tiempo de espera (meses):

Máximo horas choque medio:

Máximo horas línea rápida:

Guardar

Donde las horas hombre corresponden a las horas disponibles para producir, el máximo tiempo de espera define la meta máxima de meses en que un vehículo debe estar en cola mientras posea repuestos disponibles y el máximo de horas de choque grande y línea rápida corresponden a la

máxima duración identificada para hacer las diferenciaciones entre los tipos de choque de acuerdo con las horas asignadas.

Una vez de definidos los parámetros, se procede a realizar el algoritmo voraz y obtener los vehículos seleccionados para reparar. Esto se realiza seleccionando el botón de “Lista Priorizada”, que se observa en el menú principal y despliega la siguiente interfaz.

Figura 35.

Lista priorizada de herramienta



Expediente	Tipo de accidente	Ganancia	Cliente	Carro	Fecha de entrada	Horas de trabajo	Repuestos disponibles	Compañía de seguros
5	1	2800000.0	1, Lucia	TH-604, Yaris	2022-01-03	86	Si	LAFISE
7	1	2800000.0	1, Manuel	BVH-970, Yaris	2022-01-03	86	Si	MAPFRE
38	2	200000.0	1-1111-1111, Guadalupe	NP-569878, Yaris	2022-01-10	10	Si	INS
30	0	3000000.0	1, Erick	JPD-123, Yaris	2022-01-10	94	Si	ASSA
37	0	1.1E7	1, Paolo	ZL-277013, Yaris	2022-01-10	344	Si	MAPFRE
57	0	3087495.0						

Finalmente, se selecciona el botón de “Guardar lista” y este procede a almacenar la información de los vehículos en la base de datos de vehículos en reparación.

3.4.2.5 Análisis de resultados

3.4.2.5.1 Funcionalidad de la herramienta de secuenciación.

Con base en la data de los vehículos que ingresaron en la empresa durante el 2021, se realizó una comparación con el fin de determinar la funcionalidad de la herramienta y su impacto en la eficiencia operativa. Para esto se efectuaron dos supuestos, los cuales se mencionan a continuación:

1. Se trabaja con datos estáticos, que sería la cola de los vehículos en espera de reparación de agosto a diciembre del 2021.
2. Se asume que no ingresan nuevos vehículos durante los meses de agosto a diciembre del 2021, adicionales a los utilizados en la propuesta.

Para realizar la secuenciación, se definen los parámetros necesarios para seleccionar los vehículos.

Tabla 44.*Parámetros usados para herramienta*

Parámetro	Valor
Horas Hombre	5360
Máximo tiempo de espera (meses)	1

Las horas hombre se obtienen al multiplicar la jornada semanal de 51,6 horas (esta jornada contempla horas extras) por los 26 operarios disponibles, y resultado es multiplicado por las 4 semanas del mes. A partir de los siguientes parámetros, se realizó la secuenciación de vehículos y se obtuvieron los resultados que se pueden observar con mayor detalle en el Apéndice 16.

Tabla 45.*Resumen de los resultados obtenidos*

Parámetro	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
Producción	75	53	53	74	38
Cantidad vehículos actual	25	34	49	50	37
Cantidad vehículos herramienta	28	41	49	49	40
Horas Hombre actual (hrs)	3948	4290	5420	5472	4018
Horas Herramienta (hrs)	4110	5026	5297	5256	4430
Ganancia Actual total	€ 117 M	€ 114 M	€ 106 M	€ 86 M	€ 92 M
Ganancia Herramienta total	€ 135 M	€ 135 M	€ 114 M	€ 107 M	€ 115 M
Cola de espera actual	50	69	73	97	98
Cola de espera herramienta	47	59	63	88	86

Para esto, se toma los vehículos seleccionados para reparación durante los meses por medio del método actual dado por la selección de una persona, contra el resultado que muestra la herramienta. Comparando estas listas se muestra mes a mes como la cantidad de vehículos sugeridos por la herramienta es mayor a los que se ingresaron esos meses, la capacidad permite que también se puedan reparar más y que el orden en los que se ingresan generen una mayor ganancia. Disminuyendo a la vez el tamaño de la cola de espera de los vehículos en comparación a la situación actual de esos meses.

A continuación, se muestra un resumen de los parámetros de estudio que serían la cantidad de vehículos a reparar, la ganancia, el tamaño de la cola y la capacidad:

Tabla 46.

Resultados herramienta comparación contra promedio estado actual

Meses	Comparaciones				
	Ago-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Aumento en ingresos vehículos	3	7	0	-1	3
Ganancia total	₡ 17 M	₡ 20 M	₡ 2 M	₡ 21 M	₡ 23 M

Tabla 47.

Resultados herramienta comparación contra promedio estado actual

Meses	Comparaciones				
	Ago-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Diferencia en tamaño de la cola	-3	-10	-10	-9	-12
Diferencia en horas hombre (hrs)	161	736	-123	-216	412

Como se muestra hay una diferencia significativa en la cola de vehículos que actualmente se encuentra en aumento, tomando en consideración el servicio al cliente y que este servicio no debe mantener los vehículos por mucho tiempo en espera. Además, se observa un cambio en las horas, pues no se consideraba la capacidad actual del taller y que esto fuera de la mano con la cantidad de vehículos a reparar.

La ganancia por tipo de vehículo es variada, pero utilizando los mismos vehículos de los meses registrados se evidencia con la herramienta que sí se puede obtener mejores resultados, y que a la vez cumplen los objetivos definidos en el diagnóstico. La herramienta se enfoca en aumentar la ganancia del mes superando el punto de equilibrio requerido de ₡135 000 000 y mostrando una ganancia que está en la fila de ganancia total. Cabe aclarar que el costo operativo corresponde al

70 % de las ganancias de acuerdo con lo analizado en el estado de pérdidas y ganancias. Para la comprensión de esto se muestra a continuación un resumen de los ingresos por tipo de choque:

Tabla 48.

Comparación de ingresos por tipo de choque

		Ingresos				
	Tipo de choque	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
Herramienta	Línea Rápida	€ -	€ 248 600	€ -	€ 306 579	€ -
	Choque Medio	€ 7 M	€ 12 M	€ 11 M	€ 8 M	€ 8 M
	Choque Grande	€127 M	€ 122 M	€ 97 M	€ 99 M	€ 106 M
Actual	Línea Rápida	€ -	€ 248 600	€ -	€ 306 579	€ -
	Choque Medio	€ 7 M	€ 11 M	€ 13 M	€ 6 M	€ 6 M
	Choque Grande	€110 M	€ 102 M	€ 93 M	€ 79 M	€ 85 M
Diferencia	Línea Rápida	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	Choque Medio	€ -	€ 567 865	-€ 800 000	€ 2 M	€ 2 M
	Choque Grande	€17 M	€ 20 M	€ 3 M	€ 19 M	€ 21 M

En la sección de diferencia se determina que el método de la herramienta presenta una ganancia mayor por tipo de choque medio a € 500 000 y por tipo de choque grande mayor a € 8 000 000; es importante mencionar que la ganancia varía por los vehículos que ingresaron en el mes.

Adicionalmente, se muestran los resultados de cómo se vería la reducción de la cola en caso de utilizar el diseño propuesto y la disponibilidad total de horas. Este análisis se puede observar a continuación.

Tabla 49.

Tabla de propuesta adicional

Parámetro	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21
Ingresos	75	53	53	74	38
Cantidad vehículos actual	25	34	49	50	37

Tabla 50.*Tabla de propuesta adicional (Continuación)*

Parámetro	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21
Cantidad vehículos herramienta	37	45	50	52	42
Horas Hombre actual	3948	4290	5420	5472	4018
Horas Hombre Herramienta	5320	5337	5340	5342	5033
Ganancia Actual total	€117 M	€114 M	€106 M	€86 M	€92 M
Ganancia Herramienta total	€162 M	€149 M	€141 M	€126 M	€108 M
Cola de espera actual	50	69	73	97	98
Cola de espera herramienta	38	46	49	71	67

A partir de esta se puede observar una disminución considerable del tamaño de la cola de los vehículos a reparar, siendo para diciembre del 2021 de unos 67 vehículos.

3.4.2.6 Plan de implementación

Se presenta a continuación el plan de implementación para la herramienta, lo cual busca medir la cantidad de tiempo y recursos requeridos para el uso y mantenimiento de esta. El total de días de implementación son de 76 días, esto se puede observar con más detalle en la siguiente Tabla 51, en donde se observa la etapa con sus respectivos días de duración. Hay etapas que van de 15 a 30 días, como por ejemplo recolección de información, pues no se tiene de forma digital, sino que hay que transcribirla por completo.

Tabla 51.*Plan de ejecución herramienta*

Etapas	Duración para ejecutar (días)
Asignar colaborador	1
Capacitar colaborador	7
Recolección de información de vehículos en cola	15
Ingreso de vehículos al registro de clientes	15
Generación de lista priorizada	1

Tabla 52.

Plan de ejecución herramienta (continuación)

Etapa	Duración para ejecutar (días)
Ingreso de vehículos seleccionados por la herramienta a reparación	30
Observar resultados y actualizar información de vehículos	7
Total	76 (2,5 meses)

3.4.3 Panel de control

Como propuesta de mejora con respecto al control de procesos de la empresa, se desarrolla un panel de control alimentado por medio de información y datos recolectados de los procesos sustantivos de reparación de vehículos, atención al cliente, valoración y gestión de inventarios y almacenamiento.

3.4.3.1 Fundamento del panel de control

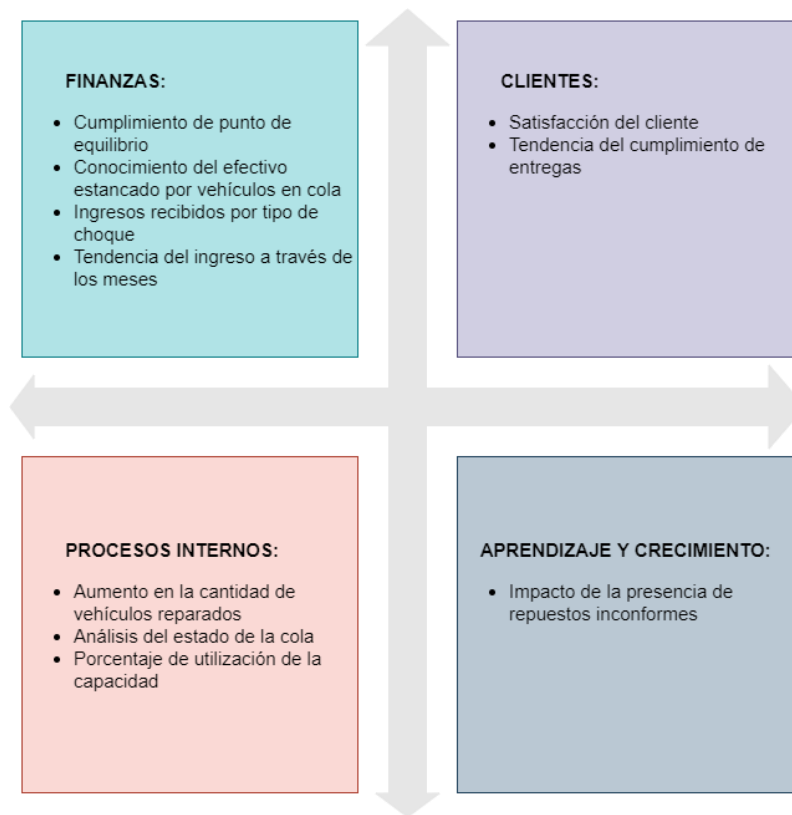
Para la realización del panel de control se utiliza la metodología del Cuadro de mando integral de Kaplan y Norton (2005), esta herramienta es utilizada con el fin de proporcionar información sobre el cumplimiento de objetivos y control de procesos por medio de indicadores.

3.4.3.2 Mapa estratégico

Se desarrolla a continuación un mapa estratégico con el fin de identificar los indicadores de acuerdo con las cuatro áreas claves; Finanzas, Clientes, Procesos internos y, Aprendizaje y Crecimiento. Por lo tanto, en conjunto con el gerente y varios colaboradores de la empresa, se desarrolla el siguiente mapa estratégico.

Figura 36.

Mapa estratégico



Como se observa, es de importancia definir indicadores económicos que brinden un control y aumenten la liquidez de la empresa, indicadores de servicio para mejorar la experiencia del cliente con el servicio brindado, indicadores de procesos internos a fin de mejorar la eficiencia operativa y disminuir la cola de vehículos en espera, y finalmente, indicadores de aprendizaje y crecimiento con el fin de lograr negociaciones con proveedores para reducir la presencia de repuestos inconformes.

3.4.3.3 Matriz

A partir de lo indicado en la sección anterior (Mapa estratégico), se procede a realizar a detalle la matriz del cuadro de mando integral. Donde se le da un mayor enfoque a los indicadores que permitan conocer la información respecto a la liquidez, la eficiencia operativa y el tiempo de espera en cola.

Figura 37.

Matriz

Finanzas							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Aumentar la liquidez de la empresa	Alcanzar el punto de equilibrio	Ganancias reportadas	$\Sigma \text{Ganancias por vehículos}$	€	€ 135 000 000	€ 106 676 524	Mensual
	Aumentar el margen operativo	Margen operativo	$\frac{\text{Utilidad operativa}}{\text{Ventas}}$	%	60%	55%	Mensual
Procesos Internos							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Aumentar la eficiencia operativa	Aumentar el porcentaje de utilización	Porcentaje de utilización de la capacidad	$\frac{\text{Horas utilizadas}}{\text{Horas disponibles}}$	%	95%	96%	Mensual
	Aumentar la cantidad de vehículos reparados	Porcentaje de vehículos reparados vs. ingresados a cola	$\frac{\text{Vehículos reparados del mes}}{\text{Vehículos ingresados del mes}}$	%	85%	83%	Mensual
		Disminuir el tiempo de ciclo de las reparaciones	$\frac{\Sigma \text{TC Vehículos reparados}}{\text{Vehículos Reparados}}$	días	CG: 12 CM: 5	CG: 15 CM: 7	Mensual
	Disminuir la cantidad de vehículos en espera	(Choque grande y Choque Medio)	$\Sigma \text{Vehículos en cola}$	Vehículos	20	72	Mensual
Cantidad de vehículos en cola		$\Sigma \text{Tiempo de espera Vehículos en cola}$	días	30	148	Mensual	
Clientes							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Aumentar la tasa de satisfacción del cliente	Aumentar el cumplimiento de entrega	Cumplimiento de entrega	$\left(\frac{\text{Número de entregas a tiempo}}{\text{Número total de entregas realizadas}} \right) * 100$	%	95%	88%	Mensual
Aprendizaje y Crecimiento							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Mejorar la disponibilidad de los recursos	Disminuir la presencia de repuestos obsoletos	Repuestos Inconformes	$\frac{\Sigma \text{Repuestos inconformes}}{\text{Total repuestos}}$	%	10%	9%	Mensual
	Disminuir los vehículos afectados por la presencia de repuestos obsoletos	Vehículos con repuestos inconformes	$\frac{\Sigma \text{Vehículos con repuestos inconformes}}{\text{Total vehículos}}$	%	5%	16%	Mensual

La matriz puede observarse a detalle en el Apéndice 17. Está compuesta por objetivos generales y específicos por área, donde cada uno es analizado por medio de indicadores y se observa este contra la situación actual al mes de octubre del 2021, debido a la restricción de los datos recolectados por la empresa.

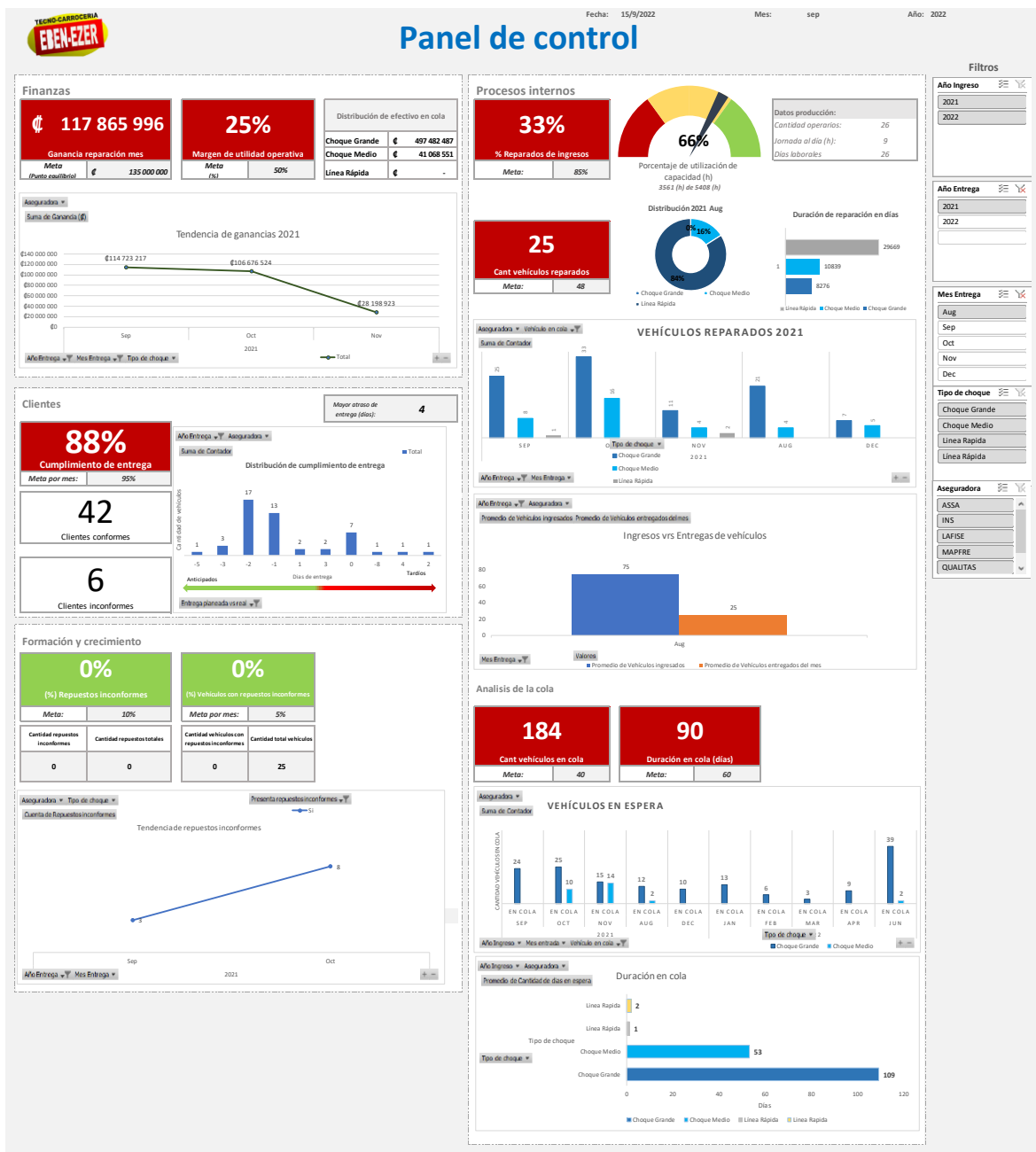
De igual forma, a partir de esta matriz se realiza un panel de control que permita una visualización de los indicadores sencilla y fácil de comprender. Se incluye dentro de la matriz los indicadores de éxito definidos: Cumplimiento de entrega, margen de utilidad operativa y porcentaje de reparación de vehículos. Tanto la matriz como la visualización se trabajó en conjunto con la empresa, pues la empresa es el usuario final.

3.4.3.4 Interfaz

Se desarrolla un panel de control interactivo por medio de la plataforma de Excel con el fin de brindarle a la empresa una visualización sencilla y fácil de comprender de los indicadores de valor para esta. A continuación, se presenta el prototipo del panel de control.

Figura 38.

Interfaz del panel de control



3.4.3.5 Plan de implementación

Se presenta a continuación el plan de implementación del panel de control, lo cual busca medir la cantidad de tiempo, los recursos requeridos para el uso y mantenimiento del panel de control en sus fases iniciales.

Tabla 53.

Plan de ejecución panel de control

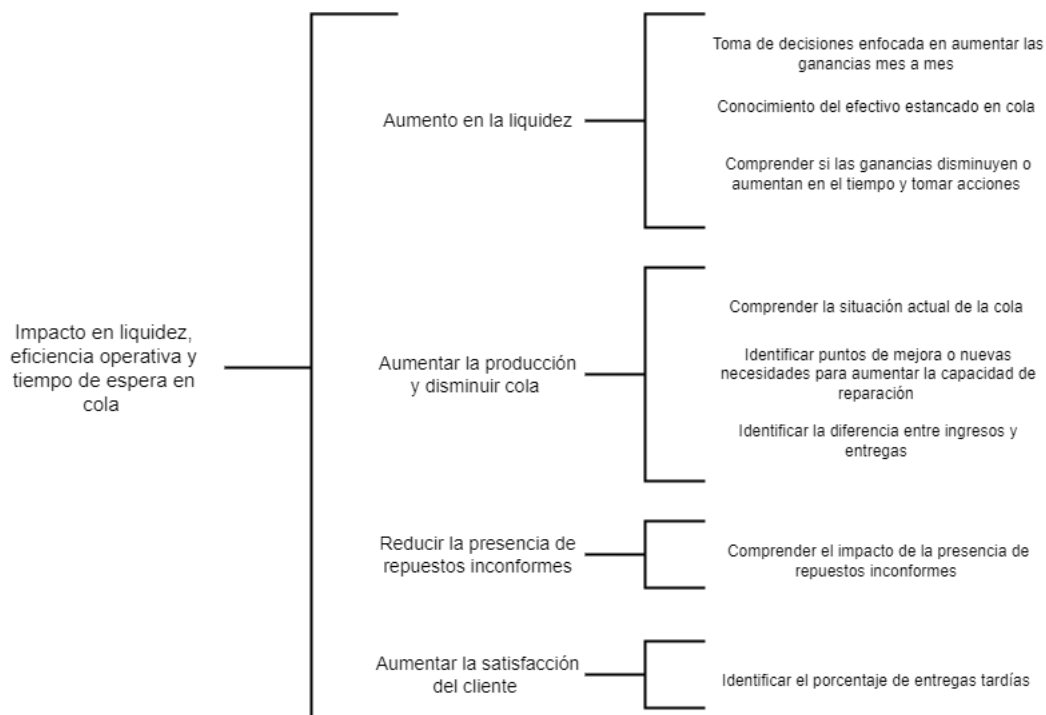
Etapas	Duración para ejecutar (días)
Recolección de información durante 1 mes por parte de un colaborador	30
Análisis de los resultados y retroalimentación de gerencia	7
Cambios de forma requeridos o implementación de nuevos indicadores	7
Asignar personas de diferentes áreas para recolectar información requerida	1
Asignar encargado de controlar el panel de control y actualización	1
Total	46 (1,5 meses)

3.4.3.6 Beneficios proyectados

Entre los beneficios identificados de la implementación del panel de control, se identifican los siguientes:

Figura 39.

Diagrama casual de beneficios de ejecutar el panel de control



Capítulo IV Validación

A continuación, se presentará el objetivo general y los objetivos específicos planteados en la etapa de validación.

4.1 Objetivo general

Comprobar los beneficios de la propuesta de planificación y control diseñada para demostrar que mejora la eficiencia operativa, liquidez y disminución del tiempo de espera de los vehículos del taller Tecno Carrocerías Eben Ezer.

4.1.1 Objetivos específicos

- a) Utilizar la herramienta diseñada para verificar los resultados propuestos contra la situación actual del taller y de esta forma medir la mejora relacionada a la secuenciación de la reparación de los vehículos.
- b) Comprobar el panel de control cualitativamente en conjunto con la contraparte con el propósito de validar la herramienta.
- c) Validar el método de 5S mediante la implementación y retroalimentación de los usuarios con el fin de evidenciar la mejora en la redistribución del almacén.
- d) Demostrar la viabilidad financiera del proyecto para mostrar la funcionalidad de su implementación y sus beneficios en el taller.

4.2 Metodología de validación

A continuación, se mostrará la metodología usada para la realización de la fase de validación, en la cual se menciona las actividades ejecutadas, las herramientas para llevar a cabo dichas actividades y, por último, los resultados obtenidos.

Tabla 54.

Metodología general de validación

Actividades	Validación	
	Herramientas	Resultados
Utilizar la herramienta diseñada para verificar los resultados propuestos contra la situación actual del taller y de esta forma medir la mejora relacionada a la secuenciación de la reparación de los vehículos.	Capacitaciones Análisis comparativo Sirius Simulación	Cambios reflejados en los procesos Aprobación por parte de los usuarios y retroalimentación del funcionamiento Personal capacitado en el diseño propuesto Memoria de pruebas de uso (<i>micro videos</i>)
Comprobar el panel de control cualitativamente en conjunto con la contraparte con el propósito de validar la herramienta.	Análisis de brecha Análisis estadístico Entrevistas Capacitaciones	Porcentaje de mejora en comparación a la situación identificada en la etapa de diagnóstico de la empresa

Tabla 55.

Metodología general de validación (continuación)

Validación		
Actividades	Herramientas	Resultados
Validar el método de 5S mediante la implementación y retroalimentación de los usuarios con el fin de evidenciar la mejora en la redistribución del almacén.	Método 5S Capacitaciones Entrevistas	Redistribución del almacén en base a necesidades del taller Implementación de la propuesta
Demostrar la viabilidad financiera del proyecto para mostrar la funcionalidad de su implementación y sus beneficios en el taller.	Escenarios financieros Proyección financiera Simulación de la situación financiera según la herramienta	Factibilidad del proyecto

4.3 Validación de oportunidades de mejora

Se presenta a continuación la validación de las propuestas creadas en la etapa de diseño para la empresa Tecno Carrocerías Eben Ezer.

4.3.1 Validación de la herramienta de secuenciación

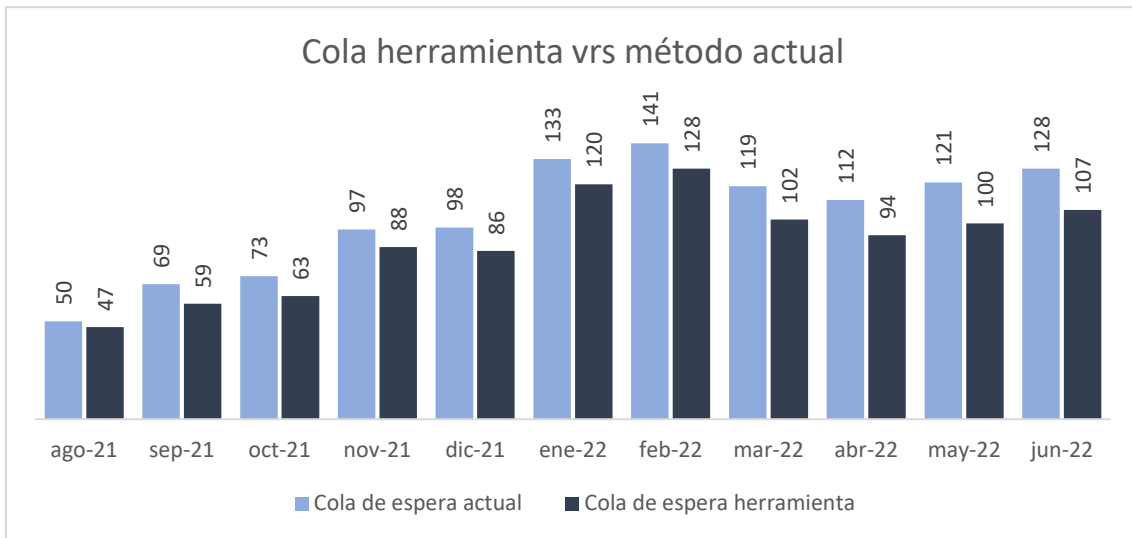
Se procede a realizar la validación con respecto a la herramienta de secuenciación, donde se presentan a continuación los resultados obtenidos.

4.3.1.1 Análisis de método actual contra el método de la herramienta

En esta sección se muestran los resultados obtenidos al contrastar el método actual contra la herramienta de secuenciación. En primera instancia se observa en el siguiente gráfico un análisis de la disminución de la cola entre el periodo de agosto 2021 a junio 2022, se parte de la misma cantidad de ingresos en el mes de agosto, siendo este de 75 vehículos y a partir de este se observa como disminuye la cola por medio de cada método mes a mes.

Figura 40.

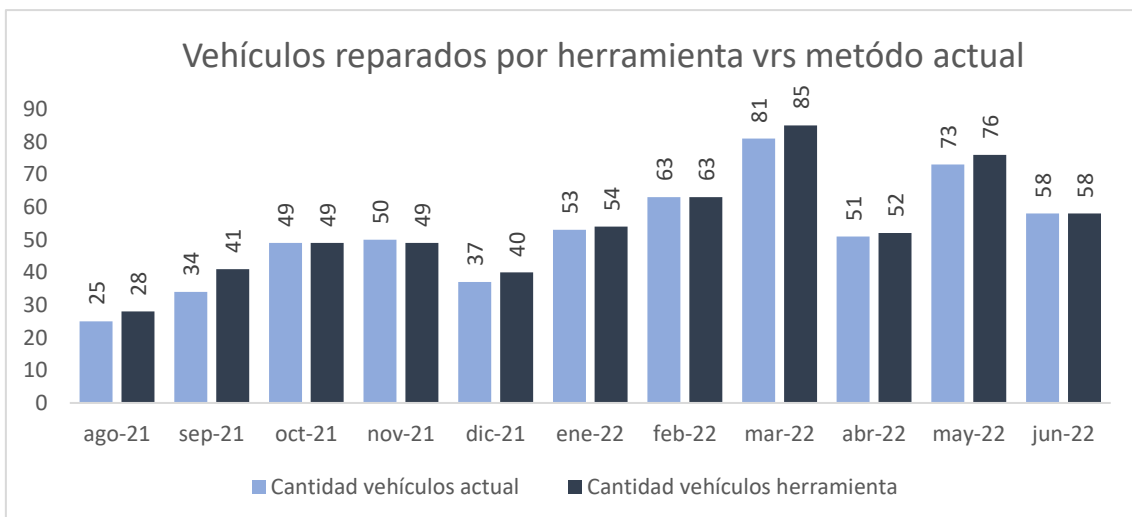
Disminución de cola de herramienta de secuenciación contra el método actual



Se observa cómo la cola perteneciente a la herramienta es menor en 21 vehículos a la cola del método actual al mes de junio 2022. A partir de esto, se presenta la diferencia entre la cantidad de vehículos reparados con el método de secuenciación actual y los propuestos a reparar por la herramienta de secuenciación, aclarando que se utilizaron los mismos recursos disponibles mes a mes.

Figura 41.

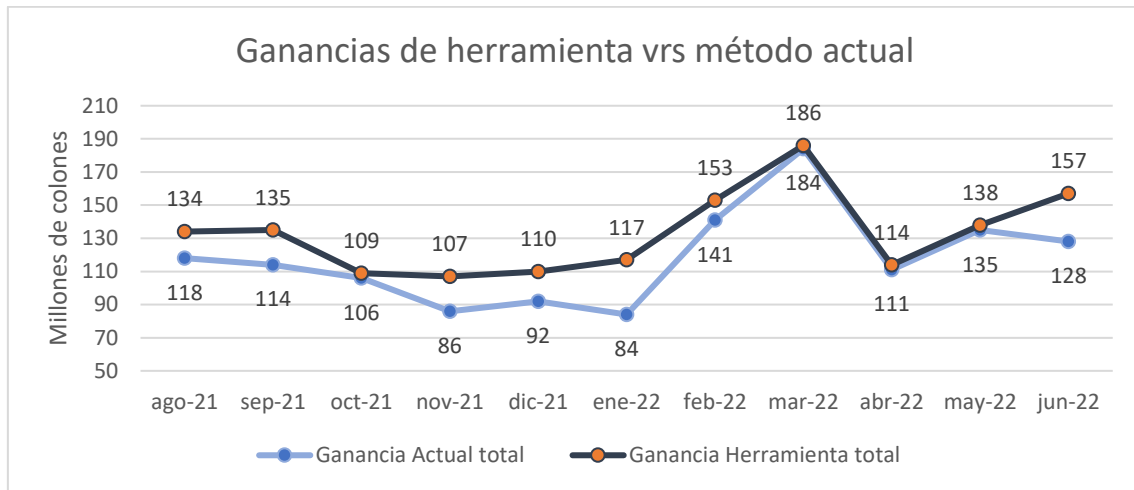
Vehículos reparados de la herramienta de secuenciación contra el método actual



En la Figura 39, se observa cómo la herramienta logra con los mismos recursos alcanzar y superar la cantidad de vehículos reparados. Por lo tanto, se procede a analizar la diferencia entre las ganancias por reparación de ambos métodos.

Figura 42.

Ganancias de la herramienta de secuenciación contra el método actual



En la Figura 41 se observa que la herramienta alcanza una mejor mezcla de vehículos para obtener la mayor ganancia mes a mes, donde genera al mes una ganancia de 18 millones de colones en promedio superior al método actual. En el Apéndice 18 (Análisis de herramienta de secuenciación vs. método actual) se observa los resultados a mayor detalle.

4.3.1.2 Análisis de escenarios para reducción de cola

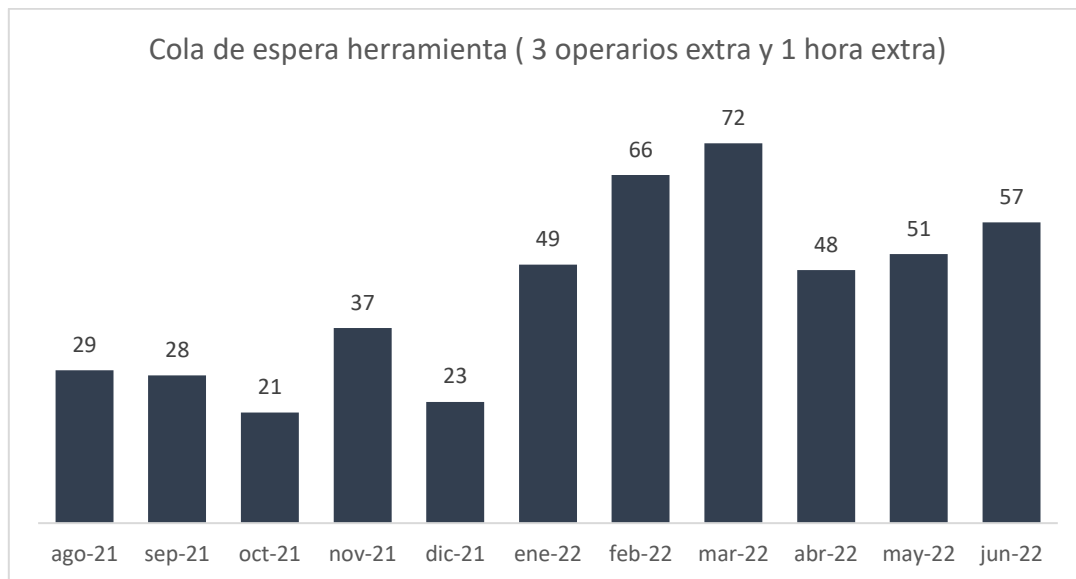
Debido a que la cola actualmente es considerablemente mayor a lo planeado por la empresa de 65 vehículos, se procede a realizar un análisis de diversos escenarios con el fin de identificar un método con el cual alcanzar la meta propuesta. En el Apéndice 19 se observa a mayor detalle los resultados obtenidos

Escenario 1:

El primer escenario consiste en un aumento del personal en 3 operarios y una hora extra, donde se observa como la cola en 9 de los 11 meses logra mantener una cola inferior a la meta de la empresa.

Figura 43.

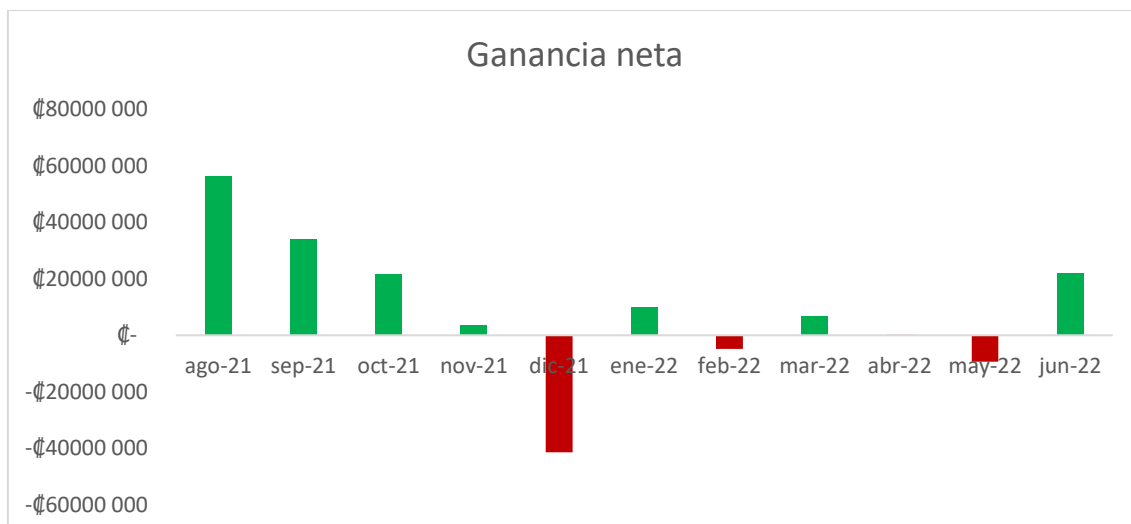
Cola de espera herramienta de secuenciación escenario 1



Asimismo, en este escenario se observa un aumento de ganancia sobre el punto de equilibrio superior a 11 millones de colones y un costo asociado de 2,3 millones de colones, y como ganancia final aproximadamente 8,7 millones de colones. Sin embargo, en meses como diciembre 2021 y febrero 2022 se observan pérdidas, las cuales indican que los gastos de adquirir 3 operarios extra y aumentar la jornada en una hora es superior a las ganancias que se reportarían.

Figura 44.

Ganancia neta herramienta de secuenciación escenario 1

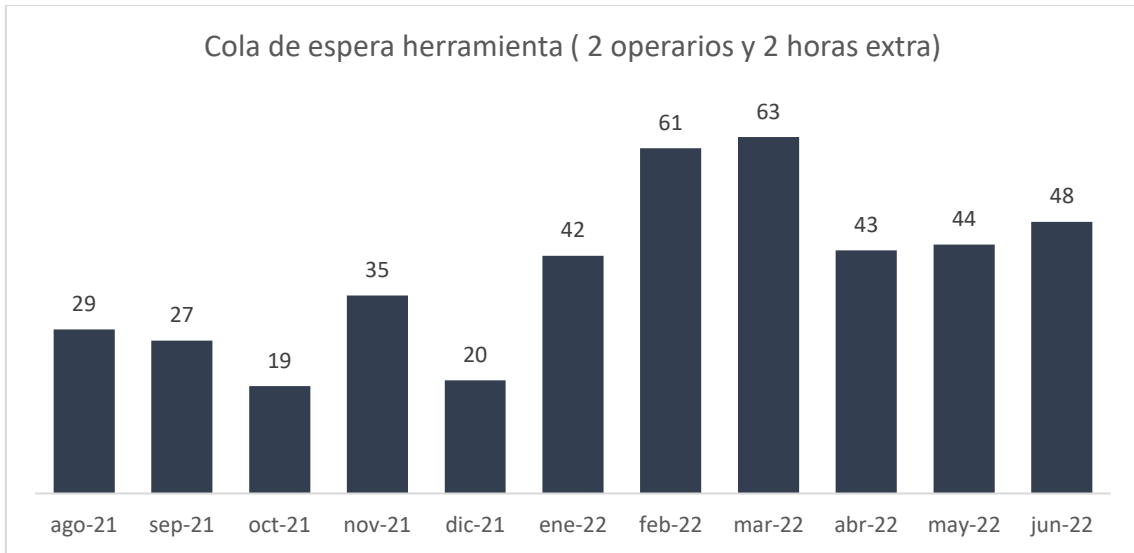


Escenario 2:

El segundo escenario consiste en un aumento del personal en 2 operarios y 2 horas extra, donde se observa como la cola en todos los meses logra mantener número inferior a la meta de la empresa.

Figura 45.

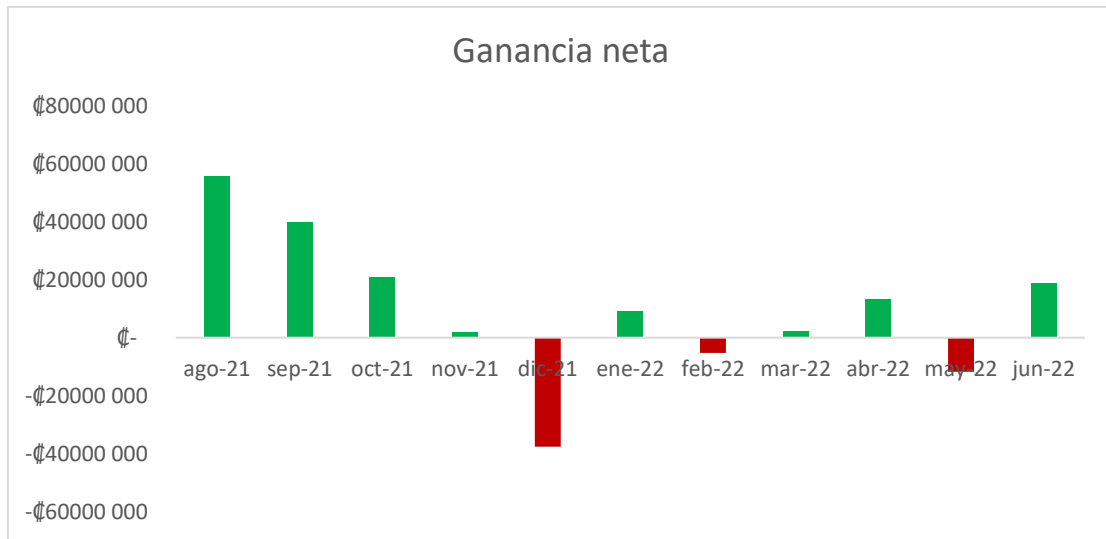
Cola de espera herramienta de secuenciación escenario 2



Asimismo, en este escenario se observa un aumento de ganancia sobre el punto de equilibrio superior a 12,5 millones de colones y un costo asociado de 2,9 millones de colones, como ganancia final aproximadamente 9,6 millones de colones. Sin embargo, en meses como diciembre 2021, febrero y mayo 2022 se observan pérdidas, las cuales indican que los gastos de adquirir 2 operarios extra y aumentar la jornada en dos horas es superior a las ganancias que se reportarían.

Figura 46.

Ganancia neta herramienta de secuenciación escenario 2



4.3.1.3 Simulación de la situación en Arena

En esta sección se muestra los resultados de los porcentajes en la Tabla 56 colocados en la simulación elaborada en el diagnóstico para demostrar la funcionalidad de la herramienta con respecto a la cantidad de vehículos a reparar. La simulación con la propuesta se puede observar en el Apéndice 20 a mayor detalle.

Los resultados a partir de la herramienta dieron los siguientes porcentajes de reparación durante los meses de enero a junio 2022, estos promedios son la cantidad de vehículos reparados en el lapso de ese tiempo.

Tabla 56.

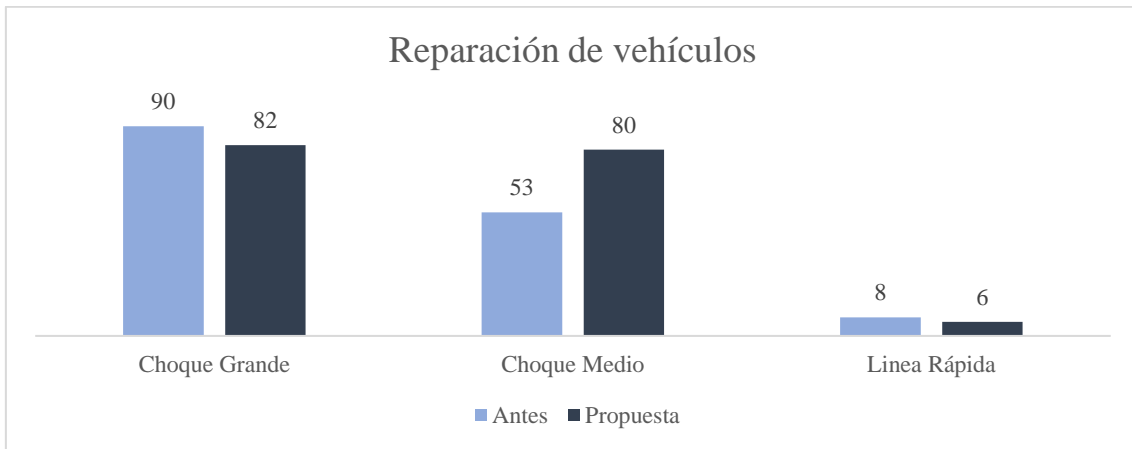
Resultados de la herramienta sobre la reparación de los vehículos

Tipo de choque	Promedio de reparación
Línea rápida	2 %
Choque medio	43 %
Choque grande	55 %

Colocando esos resultados en Arena se obtiene lo siguiente:

Figura 47.

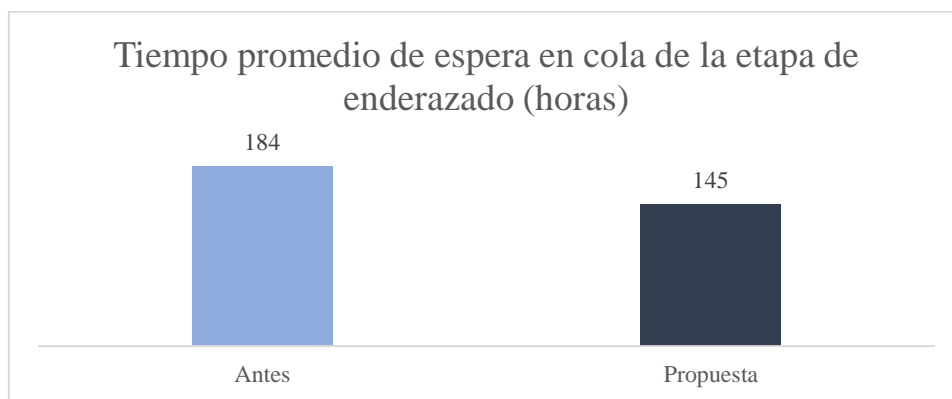
Resultado de reparación de vehículos



Donde se muestra que se reparan más vehículos de choque medio y esto permite una mayor cantidad de reparación obteniendo, también, una mayor ganancia, tal como se demuestra más adelante en el análisis financiero.

Figura 48.

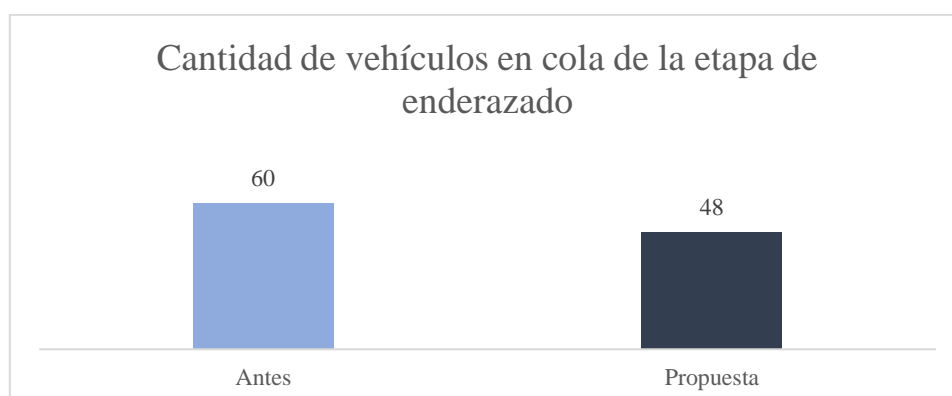
Tiempo promedio de espera en cola en la etapa de enderezado



El tiempo promedio de espera en cola de la etapa de enderezado que es el cuello de botella del taller disminuye como se muestra de 184 horas a 145 horas permitiendo una reparación más rápida de los vehículos.

Figura 49.

Cantidad de vehículos en cola de la etapa de enderezado



Por último, y consecuente a la cantidad de horas en cola hay una menor cantidad de vehículos en espera en la etapa de enderezado, pues no se demora tanto tiempo como se observa en el antes. Demostrando así la funcionalidad de la herramienta propuesta y su mejora. Esto se puede observar con mayor detalle en el Apéndice 20.

4.3.1.4 Capacitación de herramienta de secuenciación

Para la comprobación de esta sección se capacita al personal del taller que puede hacer uso de la herramienta que en este caso son el gerente administrativo y el asesor de servicio, para esta capacitación se sigue el siguiente plan:

Tabla 57.

Plan de capacitación

Etapa	Duración para ejecutar (horas)
Explicación de las interfaces	1
Explicación de las funciones de la herramienta y cálculos	1
Tiempo de consultas	0.5
Pruebas de uso	1
Encuesta después del uso	0.5
Total	4

Durante la capacitación, se recolectaron fotos y un video de lo realizado que se pueden observar en el Apéndice 21. Después de esto, se realizó la encuesta, la cual se puede ver en el Apéndice 22.

Tabla 58.*Resultados encuestas de contraparte sobre la herramienta de secuenciación*

Preguntas	Gerente	Asesor de servicio
La herramienta se adecua a mis necesidades	5	4
La información que me brinda la herramienta es confiable	4	4
Las consultas y reportes que me brinda la herramienta son exactos y no presentan inconsistencias	4	4
La funcionalidad de la herramienta apoya el proceso de la empresa	5	5
La navegación por la herramienta es fácil	5	5
El registro o modificación de la herramienta es fácil	5	4
La apariencia de la herramienta es estética y agradable	5	4
Para usar esta herramienta se requirió una capacitación extensa	4	5
La herramienta presenta errores continuamente cuando se opera en ella	4	3
Cuando se solicita información de la herramienta se despliega la información en el tiempo esperado	4	4
Se emplea lenguaje claro y conciso	5	4
Me encuentro satisfecho con la herramienta	4	5
Total, puntuación	54	51
Valor máximo por encuesta	60	60

Ambas personas encuestadas están de acuerdo en todas las preguntas exceptuando la que consiste en los errores de la herramienta la cual tiene un valor de 3, dicho error consiste en un cambio del formato de ingreso de la fecha con un formato de guion (-) a la barra (/) el cual ya se solucionó. Finalmente, analizando la puntuación total se observa que ambos resultados son superiores a 48 puntos que es el indicador de aprobación, este indicador se escoge debido a que es donde el encuestador estaría mayormente de acuerdo con todas las preguntas realizadas.

4.3.2 Validación del panel de control

4.3.2.1 Panel de control- Brecha de los indicadores

Apoyando la validación de la herramienta se presenta un análisis de brecha donde se observa la diferencia en los controles de utilización del panel y con esto demostrar su funcionalidad.

Esta brecha se realizó únicamente para los indicadores de: margen operativo, ganancias reportadas, porcentaje de utilización de la capacidad, porcentaje de vehículos reparados vs. ingresados a la cola y cantidad de vehículos en cola. Para los demás indicadores no se realizó la brecha debido a que no se lograron recuperar los datos para el 2022. Estos datos no se pudieron recolectar dado a la falta de una herramienta para capturarlos y el cambio de personal en el 2022 que no permitió un seguimiento fluido de los datos.

Utilizando las fórmulas indicadas en la sección de panel de control del diseño se realiza el cálculo de los indicadores analizando la data recolectada de los meses de agosto-diciembre 2021 vs. enero-junio 2022 para obtener lo siguiente:

Tabla 59.

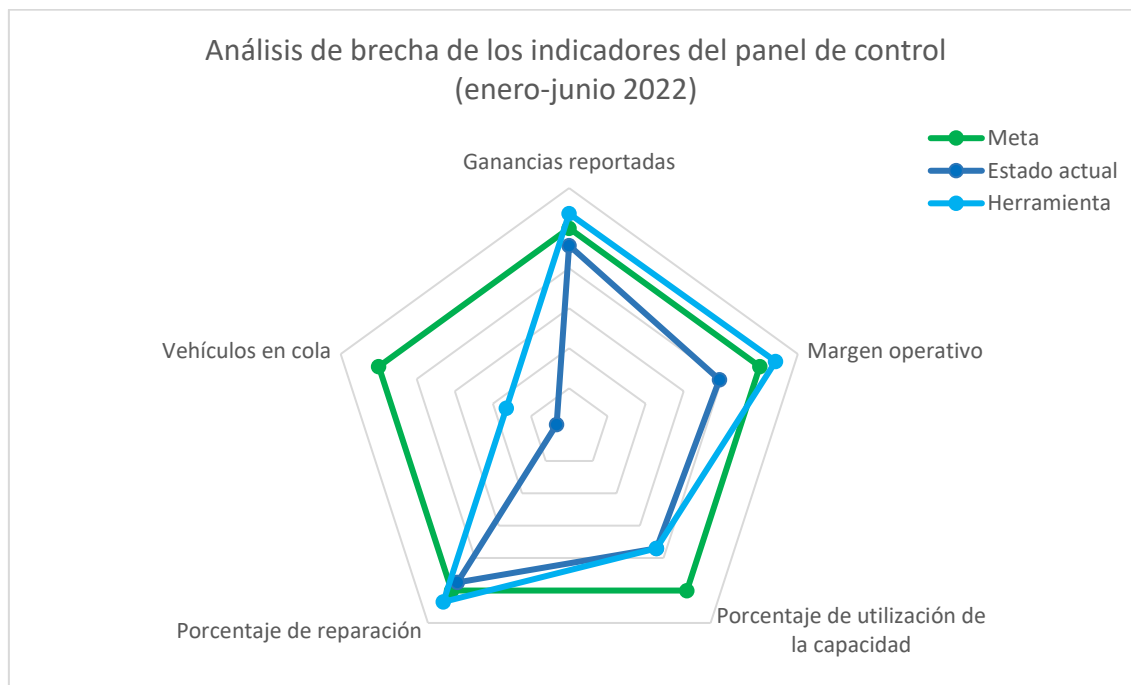
Análisis de brecha de los indicadores del panel de control

Indicador	Estado actual	Herramienta	Meta
Ganancias reportadas	₡123 M	₡144 M	₡135 M
Margen operativo	35,5 %	48,8 %	45,0 %
Porcentaje de utilización de la capacidad	121 %	121 %	95 %
Porcentaje de reparación	92 %	97 %	90 %
Vehículos en cola	128	107	65

Para facilitar el análisis se realiza un diagrama de araña el cual se observa a continuación:

Figura 50.

Análisis de brecha de los indicadores del panel de control



A partir de este diagrama, se observa cómo siendo la meta el color verde la propuesta de la herramienta es más favorable en todos los indicadores, analizando cada uno se tiene primero el de ganancias reportadas donde la meta es de 135 millones en promedio por mes esto dado por los análisis realizados en diagnóstico, y la herramienta brinda un resultado de 144 millones sobrepasando esta meta cuando el estado actual es aún menor a la meta.

En el caso del indicador de vehículos en cola, tanto el método actual como el propuesto con la herramienta de secuenciamiento son superiores a la meta recomendada de 65 vehículos en cola. Cabe aclarar que de igual forma la propuesta de la herramienta de secuenciación presenta un valor más cercano a la meta, sin embargo, para lograr la meta se debe recurrir a aumentar la cantidad de recursos, pues la cola aumenta considerablemente con el paso de los meses.

Para el indicador de margen operativo la meta es de 45 % y la propuesta de la herramienta da un 48 % sobrepasando la meta por un 3 % de margen mayor y si se compara con el estado actual es mayor en 13 %.

Del porcentaje de utilización de la capacidad, se maneja uno similar para ambas situaciones, tanto actual como propuesto, pues se ha requerido de horas extra por la alta demanda del taller, por último, el porcentaje de reparación de los vehículos en comparación a la cantidad que entra mes a mes es mayor en la propuesta de la herramienta, para un 97 % de 90 % que es la meta.

Se demuestra mediante una brecha en los resultados del panel de control cómo se cumple con la funcionalidad de la herramienta, con el fin de brindar una secuenciación que permita al taller una mayor reparación de vehículos disminuyendo la cola de vehículos en espera y, a la vez, admita al taller tener un mayor ingreso y generar un mayor margen operativo.

4.3.2.2 Validación contraparte del panel de control

Para la comprobación de esta sección, se capacita al personal del taller que puede hacer uso del panel de control (en este caso son el gerente administrativo y el asesor de servicio). Para esta capacitación se sigue el siguiente plan:

Tabla 60.

Plan de capacitación

Etapas	Duración para ejecutar (horas)
Explicación de los procesos e indicadores utilizados	1
Explicación de las funciones de la herramienta y cálculos	1
Tiempo de consultas	0.5
Pruebas de uso	1
Encuesta después del uso	0.5
Total	4

Durante la capacitación, se recolectaron fotos y un video de lo realizado que se pueden observar en el Apéndice 21. Después de esto, se realizó la encuesta la cual se puede ver en el Apéndice 23.

Tabla 61.*Resultados encuestas de contraparte sobre el panel de control*

Preguntas	Gerente	Asesor de servicio
El panel de control se adecua a mis necesidades para mi labor diaria	5	4
La información que me brinda el panel de control es confiable	4	4
Las consultas y reportes que me brinda el panel de control son exactas y no se presenta inconsistencias	4	4
La funcionalidad que ofrece el panel de control apoya el proceso de la empresa	5	5
La navegación por el panel de control es fácil	5	4
El registro o modificación de información en el panel de control es fácil	5	4
La apariencia del panel de control es estética y agradable	5	4
Para usar el panel de control se requirió de una capacitación extensa	3	4
El panel de control presenta errores continuamente mientras se opera en él	4	3
Cuando se solicita información del panel de control se despliega la información en el tiempo esperado	4	4
Se emplea un lenguaje claro y conciso	5	4
Me encuentro satisfecho con el panel de control	4	5
Total, puntuación	53	49
Valor máximo por encuesta	60	60

La encuesta permite obtener un resultado de satisfacción por parte de las personas que utilizarían la herramienta. Finalmente, analizando la puntuación total, se observa que ambos resultados son superiores a 48 puntos, que es el indicador de aprobación. Este indicador se escoge debido a que es donde el encuestador estaría mayormente de acuerdo con todas las preguntas realizadas.

4.3.3 Validación de método 5S

Para la validación de este método, se estableció con la empresa su aplicación, de manera que a continuación se mostrará un antes y un después del almacén con el método 5S ejecutado.

Tabla 62.

Antes de implementación de 5S

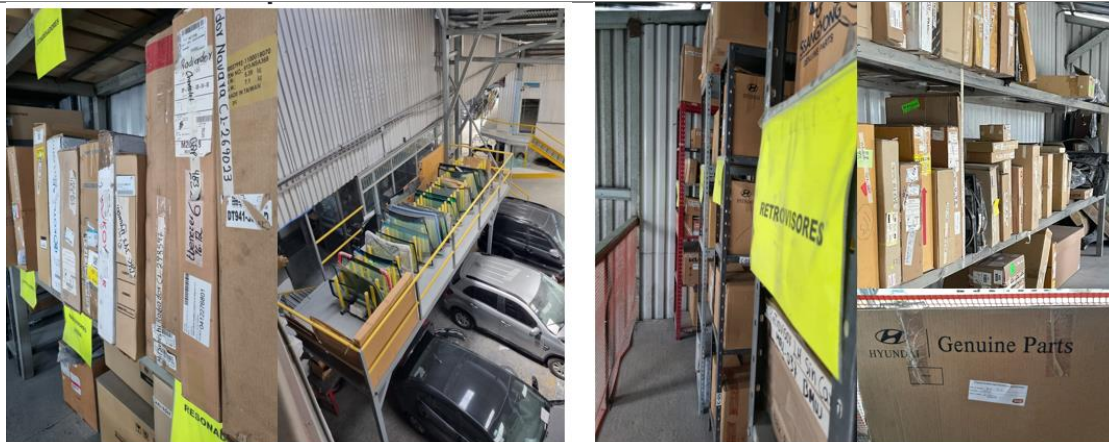
Almacén antes de 5S



Tabla 63.

Después de implementación de 5S

Almacén después de 5S



Seguidamente parte de los beneficios que mencionan los operarios con respecto a este método 5S son los siguientes (Ramos y Montoya, comunicación personal, 21 de septiembre de 2022):

- Menor recorrido al encontrar los repuestos.
- Fácil ubicación de los repuestos por estar estandarizada las familias.
- Mayor espacio porque el almacén está ordenado
- Un mejor control por la etiqueta.

Por lo tanto, la aplicación fue exitosa y satisfactoria.

4.3.4 Análisis financiero del proyecto

En esta sesión se evaluará la viabilidad del proyecto para la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer con el fin de demostrar si las propuestas son factibles.

Primeramente, al realizar el análisis financiero, se colocan los ingresos, los cuales se determinan como el ingreso extra promedio que les generaría la herramienta de secuenciación de vehículos. Además, se toma en cuenta todo lo que conlleva la inversión inicial a realizar por adquirir la herramienta, así como tiempo, mano de obra, capacitaciones. Esta cotización se obtuvo por parte de la empresa Interfaz Technology Company y se puede observar en el Anexo 3. Seguidamente, se toma en cuenta las personas que usarían esta herramienta, el mantenimiento anual y su depreciación.

A partir de todas las variables mencionadas, se calcula el VAN y el TIR, con el fin de entender si el proyecto es económicamente factible. El VAN es el valor actual neto el cual tiene como fin saber si realmente tendrá beneficios el proyecto, si este valor es positivo indica la ganancia por lo tanto el proyecto sería rentable, en el caso del TIR es la tasa interna de retorno el cual indica de igual manera si es rentable o no el proyecto. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 64.

Resultados del VAN y TIR del proyecto

VAN	₡8.098.666
TIR	322 %

Es importante mencionar que para obtener el VAN se usa una tasa activa de descuento de 22,5 % obtenida del Banco Central de Costa Rica (Banco Central de Costa Rica, 2022). Seguidamente, con base en la información presentada, se determina que el proyecto es viable, pues el VAN es positivo y el TIR es positivo y alto, esto debido a que las ganancias son mucho mayores que los gastos: salarios, mantenimiento de la herramienta y su inicial inversión. Para ver el cálculo del análisis de rentabilidad del proyecto con mayor detalle, ir a Apéndice 24.

Conclusiones

El objetivo del taller Tecno Carrocerías Eben- Ezer es lograr la satisfacción del cliente y cumplir con la reparación de los vehículos que llegan, mediante una adecuada secuenciación de los vehículos para que aumente la producción y por consiguiente la ganancia y la satisfacción del cliente.

La realización de una herramienta de secuenciación utilizando el algoritmo de Greedy consigue aumentar la producción de vehículos en 21 (periodo de agosto 2021 a junio 2022) contra el método actual, superando el punto de equilibrio en ¢9 000 000 aproximadamente. Esto permite, de acuerdo con el objetivo del proyecto, aumentar la liquidez de la empresa y disminuir la cantidad de vehículos en espera, lo cual acrecienta el indicador de porcentaje de entregas a tiempo y el *throughput time*.

La ejecución del reacomodo del almacén y la estandarización del proceso por medio del método 5S permite una reducción de espacio, y mediante un protocolo de gestión de manejo de inventarios se garantiza que se sostenga en el tiempo. Además de esto, se definen los pasillos y las zonas respectivamente por tipo de repuesto.

El diseño de un panel de control permite tener una base de datos sobre la información recolectada de los procesos con el fin de comprender la situación actual. Mediante su utilización se muestra que la brecha entre la meta y el estado actual con respecto a las ganancias reportadas por la empresa actualmente es de ¢123 000 000 y estas son inferiores a la meta, el margen operativo es inferior en 9,5 % a la meta y la cola en espera de 128 vehículos es superior a la meta de 65 vehículos. Con esto se demuestra que el indicador de margen de utilidad operativa aumenta en comparación al diagnóstico inicial.

Con el cálculo del VAN de ¢8.098.666 y el TIR de 322 % se comprueba la viabilidad del proyecto para el taller Tecno Carrocerías Eben-Ezer, con esto se muestra la rentabilidad de las mejoras diseñadas para los procesos. Asimismo, de acuerdo con lo indicado en el problema de la creciente necesidad de capital, se identifica que se reduce esta, ya que las ganancias aumentan un 36,6% con las propuestas mencionadas.

Por medio de las propuestas diseñadas se le permite al taller una visibilidad de su estado actual en tiempo real y una futura toma de decisiones basada en datos.

Recomendaciones

A continuación, se presentan las principales recomendaciones como resultado de este proyecto, para mejorar las operaciones dentro del taller.

Se identifica como oportunidades de mejora en el futuro un análisis de la solicitud de repuestos a proveedores con el fin de aumentar la cantidad de vehículos disponibles para ingresar a reparación, pues se presenta una gran restricción al momento de ingresar vehículos debido a la presencia de repuestos inconformes desde el proveedor.

Para la recolección de información en las secciones del panel que no se podía debido a la falta de control, se recomiendan los siguientes indicadores: cumplimiento de entrega, repuestos inconformes, vehículos con repuestos inconformes, los cuales se pueden observar a mayor detalle en la sección de diseño donde se encuentra el panel de control.

Asimismo, se recomienda realizar un análisis a mayor profundidad sobre el manejo y control financiero de la empresa con el fin de identificar mejoras que busquen reducir los costos y la deuda externa adquirida por parte de la empresa.

Finalmente, debido a la realidad fluctuante del mercado, el comportamiento de la cola de reparación varía a través del tiempo y pueden presentarse cambios en las variables que impactan dicho comportamiento. Por lo que se recomienda realizar un análisis y actualización periódicas de las restricciones que maneja la herramienta para adecuarla a la realidad del proceso.

Referencias bibliográficas

- Acosta, G. (26 de octubre de 2012). *HERRAMIENTAS ANÁLISIS Y LA MEJORA DE PROCESOS*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/GennAcosta/herramientas-analisis-de-procesos>
- Álvarez Newman, D. (2012). Organización del trabajo y dispositivos de control en el sector automotriz el toyotismo como sistema complejo de racionalización. *Trabajo y sociedad: Indagaciones sobre el empleo, la cultura y las prácticas políticas en sociedades segmentadas*, 15(18). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5217371>
- Banco Central de Costa Rica. (2022, octubre). *Banco Central de Costa Rica*. <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/fmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%205492>
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación
- Burgos, J., Garzón, L. y López, L. (2013). *Jomi: algoritmo heurístico tipo greedy para la solución de los problemas de líneas de ensamble*. (1-10). DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/MN5714>
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción* (1.a ed.). Pearson Educación.
- Crespo, T., López, J. A., Peña, J. E. y Carreño, F. (2003). *Administración de Empresas. Profesores de Enseñanza Secundaria* (Vol. 2). MAD S.L.
- Franco, T. y García, J. (1996). *Sistemas de planificación y control de la fabricación: análisis comparativo. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, (2),101-124. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/187713.pdf>
- García-Sabater, Jose P. (2020). *Intro a los Sistemas de Planificación y Control de Operaciones*. Nota Técnica. RIUNET Repositorio UPV. <https://riunet.upv.es/handle/10251/138801>
- Gitman, L. y Zutter, C. (2012). *Principios de Administración Financiera* (12.ª ed.). Pearson Educación.
- Gracia, M. C., Yagüez, M., López, P. y Casanovas, M. (2007). *Guía práctica de economía de la empresa II: Áreas de gestión y producción*. I Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Herrera, F. y Betancourt, V. (2016). *RAZONES FINANCIERAS DE LIQUIDEZ EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL PARA TOMA DE DECISIONES*. *Revista de la Facultad de Ciencias Contables*, (24),151 -160. https://www.academia.edu/download/56665440/13249-45984-1-PB_1.pdf
- Monsalve, G. (2018). *Introducción a la planeación, programación y control de la producción*. G, Monsalve, 12-23. Instituto Tecnológico Metropolitano
- N. Chapman, S. (2006). *Planificación Y Control De La Producción* (1.a ed.). 1-3. Pearson Educación.
- Norton, D. y Kaplan, R. (2005). *Cuadro de mando integral* (2.a ed.). 1-3. Harvard Business School Press.
- Occupational Safety and Health Administration. (19 octubre de 2021). *Sistemas de protección contra caídas y protección contra caídas de objetos: criterios y prácticas*. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.29>
- Palomo, C. A. P. (2019). *Control interno en las empresas Su aplicación y efectividad* (1.ª ed.). IMCP.
- Production Modeling Corporation. (2021, 8 julio). *Arena*. PMC. <https://pmcorp.com/simulation/arena/>
- Render, B. y Heizer, J. (2009). *Principios De Administración De Operaciones - 7ª Edición* (7.ª ed.). Pearson Educación.

- Rizzo, M. (2007). *El Capital De Trabajo Neto Y El Valor En Las Empresas. La Importancia De La Recomposición Del Capital De Trabajo Neto En Las Empresas Que Atraviesan O Han Atravesado Crisis Financieras*. Revista Escuela de Administración de Negocios. (61). 103-121. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20611495011.pdf>
- Rodríguez,. Varona, A.(2015). Técnicas de diseño de algoritmos voraces [archivo PDF]. <https://ocw.ehu.eus/mod/resource/view.php?id=35193>
- Sabria, F. (2011). *Logística del automóvil* (2ª ed.). Marge Books.
- Santiago, G. M. (2013). *Gestión del montaje y del mantenimiento de instalaciones eléctricas*. PARANINFO ESPAÑA.
- Saavedra García, M. L. y Loé Uribe, J. (2018). *Flujo de efectivo para las pymes: una propuesta para los sectores automotor y de tecnologías de la información en México*. Revista Finanzas y Política Económica, 10(2), 287–308. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2018.10.2.3>
- Schroeder, R. G. (1992). *Administración de Operaciones* (3.ª ed.). McGraw-Hill Companies.
- Solnon, C., Cung, VD, Nguyen, A. y Artigues, C. (2008). El problema de secuenciación de automóviles: descripción general de los métodos más avanzados y estudio de caso industrial del problema de desafío ROADEF2005. Revista europea de investigación operativa, 191(3), 912–927. <https://doi:10.1016/j.ejor.2007.04.033>
- Tamayo, E. y López, R. (2012). *Gestión del almacén y de las existencias (Proceso integral de la actividad comercial)* (p. 211). Editex Editorial S.A.
- Torrejón, D. (2015). *Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones*. Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Van Horne, J. C. y Wachowicz, J. M. (2010). *Fundamentos De Administración Financiera* (13.ª ed.). Pearson Educación.
- Welseh, G. Sánchez, L. y Grados, R. (2020). *Presupuesto, planificación y Control: Contabilidad*. Pearson Educación.
- What Is Java? (2019, 3 julio). *ThoughtCo*. <https://www.thoughtco.com/what-is-java-2034117>

Abreviaturas y acrónimos

- CCE: Cash Conversion Cycle (Ciclo de conversión de efectivo)
- CO: Operating Cycle (Ciclo operativo)
- SKU: Stock Keeping Unit (Unidad de mantenimiento en almacén)

Anexos

Anexo 1.

Figura 51.

Pérdidas y ganancias Tecno Carrocerías Eben Ezer (parte 1).

	ENE 2021	FEB 2021	MAR 2021	ABR 2021	MAY 2021	JUN 2021	JUL 2021	AGO 2021	SEP 2021	TOTAL
Ingresos										
Ingresos por Servicios	61.865.316,57	65.082.742,01	78.733.494,94	59.328.124,63	78.323.072,97	96.451.804,78	78.324.799,36	108.151.599,71	90.954.010,00	€726.214.964,97
Otros Ingresos	8.397.000,00	8.217.506,38	8.595.378,76	7.621.600,00	7.548.750,00	6.993.265,00	6.609.099,00	9.714.117,00	14.569.206,44	€78.265.922,58
Intereses Ganados	746,35	1.091,55	2.791,90	1.017,35	1.394,83	1.537,78	827,56	279,45		€9.686,77
Total Otros Ingresos	8.397.746,35	8.218.597,93	8.598.170,66	7.622.617,35	7.550.144,83	6.994.802,78	6.609.926,56	9.714.396,45	14.569.206,44	€78.275.609,35
Ingresos totales	€70.263.062,92	€73.301.339,94	€87.331.665,60	€66.950.741,98	€85.873.217,80	€103.446.607,56	€84.934.725,92	€117.865.996,16	€114.523.216,44	€804.490.574,32
Costo de las ventas										
Costos										
Costo de Repuestos	36.749.397,88	48.132.676,42	50.931.901,35	47.721.330,32	49.927.054,89	51.300.397,12	55.716.494,04	73.951.228,21	55.515.627,34	€469.944.107,37
Costo de Pinturas	13.416.013,49	10.083.014,94	8.589.547,68	11.380.721,63	11.895.293,22	12.605.750,96	16.249.378,95	13.695.558,71	17.393.876,70	€115.309.156,28
Guías y Transportes	25.000,00	50.000,00	80.000,00	580.000,00	840.000,00	665.000,00	1.141.900,00	921.400,00	1.001.300,00	€5.304.600,00
Costo Mano de Obra						183.780,35	43.300,00	17.699,12	98.097,35	€333.076,82
Insumos de Taller	87.479,75	147.109,78			38.683,25					€273.252,78
Total Costos	50.277.890,92	58.412.801,14	59.601.449,03	59.682.051,95	62.701.011,36	64.754.928,43	73.151.272,99	88.585.886,04	73.998.901,39	€591.166.193,25
Costo total de las ventas	€50.277.890,92	€58.412.801,14	€59.601.449,03	€59.682.051,95	€62.701.011,36	€64.754.928,43	€73.151.272,99	€88.585.886,04	€73.998.901,39	€591.166.193,25
BENEFICIO BRUTO	€19.985.172,00	€14.888.538,80	€27.730.216,57	€7.268.690,03	€23.172.206,44	€38.691.679,13	€11.783.452,93	€29.280.110,12	€40.524.315,05	€213.324.381,07
Gastos										
Gastos Operativos										
Salarios, Cargas Sociales y Afines	7.354.915,00	7.415.936,25	7.044.457,50	13.231.915,00	7.640.957,50	13.611.915,00	12.601.915,00	12.601.915,00	12.988.582,00	€94.472.508,25
Cargas Sociales	1.937.294,61	2.032.907,61	1.855.510,11	3.506.458,93	2.024.855,46	3.618.051,93	3.389.492,93	3.389.492,93	3.485.673,89	€25.239.728,40
Gasto por Aguinaldo	612.664,42	617.747,49	586.803,31	1.102.218,52	636.491,76	1.133.872,52	1.049.739,52	1.049.739,52	1.080.282,88	€7.868.559,94
Total Salarios, Cargas Sociales y Afines	9.904.874,03	10.066.591,35	9.486.770,92	17.840.592,45	10.302.304,72	18.363.839,45	17.041.147,45	17.041.147,45	17.558.548,77	€127.581.796,59
Servicios Profesionales										
Servicios Profesionales		790.973,60	543.275,00	600.000,00	4.460.000,00	4.799.823,00	4.630.000,00	4.759.100,00	4.471.000,00	€25.044.171,60
Servicios Contables			592.400,00	485.000,00	1.200.000,00					€3.568.300,00
Servicios de mensajería			200.000,00	100.000,00	300.000,00					€1.100.000,00
Servicios Especiales								255.752,21	238.000,00	€491.752,21
Servicios Médicos			112.300,00	37.440,00	37.440,00				110.051,80	€297.251,80
Total Servicios Profesionales		890.973,60	1.247.995,00	1.232.440,00	5.997.440,00	4.999.823,00	4.630.000,00	5.408.752,21	5.595.051,80	€30.502.475,81
Servicios Públicos										
Servicio eléctrico	819.384,00	1.166.816,00	1.233.514,00	1.768.484,00	853.038,00	1.285.944,00	1.388.651,00	1.303.303,00	1.379.851,00	€11.198.985,00
Servicio Telefónico	354.880,12	502.935,74	454.502,31	991.734,01	207.133,59	513.849,78	469.096,50	430.412,59	720.594,86	€4.645.139,50
Servicio de Agua	233.429,00	217.104,00	253.634,00	282.660,00	280.228,00	309.833,00	278.567,00	295.130,00	260.245,00	€2.370.830,00
Internet y Cable	31.537,45	234.508,19	232.138,47	33.561,67	239.179,88	239.284,88	279.186,95	240.119,78	32.759,10	€1.562.276,37
Total Servicios Públicos	1.439.230,57	2.121.363,93	2.173.786,78	3.056.459,68	1.559.579,47	2.348.911,66	2.415.501,45	2.268.965,37	2.393.449,96	€19.777.290,87
Gastos Váticos										
Combustibles y Lubricantes	34.999,87	19.328,00	231.300,00	139.902,00	231.182,00	359.710,00	285.657,00	584.086,56	549.134,09	€2.435.299,52
Alimentación					30.181,56			184.878,81		€240.329,63
Peajes y Pangueros			69.911,50	7.840,00	7.879,28	16.557,20		7.590,00	9.638,38	€61.119.413,36
Total Gastos Váticos	34.999,87	19.328,00	301.211,50	147.742,00	269.242,84	376.267,20	470.535,81	591.676,56	799.041,70	€3.010.045,48
Total Gastos Operativos	11.379.064,47	13.088.256,88	13.809.766,20	22.277.214,13	18.128.567,03	26.088.841,31	24.557.184,71	25.310.541,59	26.232.082,23	€180.871.546,55

Nota. Tomado de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Figura 52.

Pérdidas y ganancias Tecno Carrocerías Eben Ezer (parte 2).

	ENE 2021	FEB 2021	MAR 2021	ABR 2021	MAY 2021	JUN 2021	JUL 2021	AGO 2021	SEP 2021	TOTAL
Otros Gastos de Operación										
Impuestos Municipales y Territoriales	755.825,00	534.499,13	2.549.897,60		1.466.223,20			1.458.763,60		€6.765.008,53
Papelaría y Útiles de Oficina	393.865,40	390.000,00	263.352,02	671.595,35	98.318,78	645.097,56		197.765,68		€2.619.994,79
Suministros de limpieza	116.470,72	102.046,19	165.940,27	197.368,80		112.515,21	163.751,49	210.238,23	176.318,41	€1.561.720,74
Servicios de transporte	66.000,00	274.610,62	452.390,71	543.400,00	100.000,00				11.700,00	€1.448.101,33
Patente Municipal		805.115,00								€805.115,00
Cuotas y Suscripciones		80.000,00	55.752,21	55.752,21	55.752,21	91.752,21	85.557,52	94.585,00	215.502,21	€734.653,57
Marchamos	400.000,00									€400.000,00
Uniformes de Personal		152.000,00		44.168,39		47.500,00		94.964,60		€338.639,99
Certificaciones			75.000,00							€75.000,00
Publicidad		42.600,00								€42.600,00
Total Otros Gastos de Operación	1.691.961,12	2.380.870,94	3.562.332,81	1.512.284,75	1.832.809,40	1.103.423,19	249.309,01	2.056,317,11	403.518,62	€14.792.826,95
Reparación y mantenimiento										
Mant. y Rep. Equipo Taller		1.730.530,00	590.877,00						35,000,00	€2.321.397,00
Mant. y Reparación de Edificio	201.686,75	154.107,17	150.000,00	358.174,49	657.870,49	178.726,49	318.529,25	67.946,91		€1.951.127,79
Mant. y Rep. Vehículo		25.674,88			500.924,00	451.415,10	78.800,00	261.401,60		€1.318.215,58
Mant. y Rep. Mobiliarios y Equipo Electrónico	184.818,00	159.500,00	38.500,00		295.000,00		53.500,00	32.000,00	225.000,00	€988.318,00
Total Reparación y mantenimiento	386.484,75	2.069.802,05	779.377,00	358.174,49	1.453.794,49	630.141,59	450.829,25	225.454,69	260.000,00	€6.614.058,31
Pólizas										
Póliza de riesgo del trabajo		45.585,00	45.585,00	45.585,00	100.519,50	100.519,50	1.547.292,50	616.646,50	516.127,00	€3.017.860,00
Póliza contra incendios		307.529,83	307.529,83	307.529,83	307.529,83	307.529,83	307.529,83	307.529,83	307.529,83	€2.460.236,64
Póliza de Responsabilidad Civil		62.744,25	62.744,25	62.744,25	70.901,00	70.901,00	70.900,99	212.703,00	0,00	€613.638,74
Pólizas Vehículos		67.233,63			70.949,56			20.928,81	20.928,81	€180.040,81
Total Pólizas		483.092,71	415.859,08	415.859,08	498.989,89	478.950,33	1.925.723,32	1.157.808,14	844.585,64	€6.271.778,19
Gastos totales	€13.457.540,34	€18.022.022,58	€18.567.335,09	€24.563.532,45	€21.965.070,81	€28.301.356,42	€27.183.046,25	€28.750.121,53	€27.740.186,49	€208.550.212,00
Otros gastos										
Gastos No Deducibles										
Gastos sin clasificar	5.004.443,44	6.884.869,33	10.692.047,09	11.139.099,43	3.519.071,45	4.042.459,49	500.000,00	682.586,16	1.671.058,09	€44.135.604,48
Gastos No Deducibles	422.430,00	122.559,00	202.093,00	79.500,00	1.702.310,87	171.668,75	4.394.183,94	6.145.043,01	2.328.948,56	€15.568.771,51
Intereses Moratorios	20.884,43	112.714,00				151.875,00	6.372,85	0,00	69,02	€291.915,30
Total Gastos No Deducibles	443.314,43	235.307,33	202.093,00	79.500,00	1.702.310,87	323.543,75	4.400.556,79	6.145.043,01	2.328.017,58	€15.860.686,43
Intereses Leasing								40.724,28		€40.724,28
Total Gastos No Deducibles	5.447.757,87	7.120.178,33	10.894.140,09	11.218.599,43	5.221.382,32	4.366.003,24	4.900.556,79	6.868.353,45	4.000.075,67	€60.037.015,19
Gasto por Depreciación	2.225.729,65	2.225.729,65	2.252.617,01	2.255.891						

Figura 53.

Pérdidas y ganancias Tecno Carrocerías Eben Ezer (parte 3)

	ENE. 2021	FEB. 2021	MAR. 2021	ABR. 2021	MAY. 2021	JUN. 2021	JUL. 2021	AGO. 2021	SEP. 2021	TOTAL
Diferencial Cambiario	0.01	450.00			-22,009.16	49,140.54		-13.57	68,335.61	€55,903.43
Otros gastos totales	€7,939,191.99	€9,776,409.14	€15,294,895.44	€14,773,748.86	€8,186,819.27	€7,341,040.60	€14,458,450.75	€15,835,608.27	€7,250,833.07	€100,656,997.39
GANANCIAS NETAS	€-1,411,560.33	€-12,909,892.92	€-6,132,013.96	€-32,068,591.28	€-6,979,683.64	€3,049,282.11	€-29,898,044.11	€-15,105,619.68	€5,533,295.49	€-95,882,829.32

Nota. Tomado de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Anexo 2.

Heurística del algoritmo Greedy

“Los así llamados algoritmos voraces (en inglés greedy algorithms), deben su nombre a su comportamiento: en cada etapa toman lo que pueden sin analizar las consecuencias, es decir, son glotones por naturaleza. Los algoritmos voraces resultan fáciles de diseñar, de implementar y, cuando funcionan, son eficientes” (Rodríguez y Vanora, 2015).

Se usan principalmente para resolver problemas de optimización:

- Dado un problema con n entradas, se trata de obtener un subconjunto de estas que satisfaga una determinada restricción definida para el problema.
- Cada uno de los subconjuntos que cumplan las restricciones son soluciones factibles o prometedoras.
- Una solución factible que maximice o minimice una función objetivo se denominará solución óptima.

El funcionamiento de los algoritmos voraces puede resumirse como sigue:

1. Para resolver el problema, un algoritmo voraz tratará de tomar el conjunto de decisiones (escoger el conjunto de candidatos) que, cumpliendo las restricciones del problema, conduzca a la solución óptima.
2. Para ello trabajará por etapas, tomando en cada una de ellas la decisión que le parezca mejor, sin considerar las consecuencias futuras.
3. De acuerdo con esta estrategia, tomará aquella decisión (escogerá a aquel candidato) que produzca un óptimo local en cada etapa, suponiendo que ello conducirá, a su vez, a un óptimo global para el problema.
4. Antes de tomar una decisión, el algoritmo voraz comprobará si es prometedora. En caso afirmativo, la decisión se ejecuta (es decir, se da un nuevo paso hacia la solución) sin posibilidad de retroceder; en caso negativo, la decisión será descartada para siempre.
5. Cada vez que se toma una nueva decisión, el algoritmo voraz comprobará si la solución construida hasta ese punto cumple las restricciones de una solución al problema (p. 3-4).

Anexo 3.

Figura 54.

Cotización herramienta de secuenciación.

03

PROPUESTA ECONÓMICA

1. A continuación, se detalla la propuesta económica para el desarrollo web de la herramienta de secuenciación en plataforma Microsoft Azure:

- Desarrollo Web de la Herramienta de Secuenciación

Cantidad	Puesto	Precios por hora	Inversión Mensual
30	Desarrollo Web de Herramienta de Secuenciación	\$25	\$750,00
		I.V.A (13%)	\$97,50
		Total	\$847,50

- Servicio de hosting de la aplicación

Cantidad	Puesto	Precios Unitario	Inversión Mensual
1	Servidor de almacenamiento	\$50	\$50,00
1	Servidor de Ejecución Web	\$50	\$50,00
		Subtotal	\$100,00
		I.V.A (13%)	\$13,00
		Total	\$113,00

Los montos establecidos en esta propuesta económica están dados en moneda dólar estadounidense, y no contempla horas de trabajo extra, festivos o fines de semana, los costos no considerados en esta oferta deben ser considerados como adicionales. Los montos establecidos en esta propuesta incluyen impuestos de venta, según la ley de la República de Costa Rica.

6

Todos los Derechos Reservados . © 2022 Interfaz Confidencial

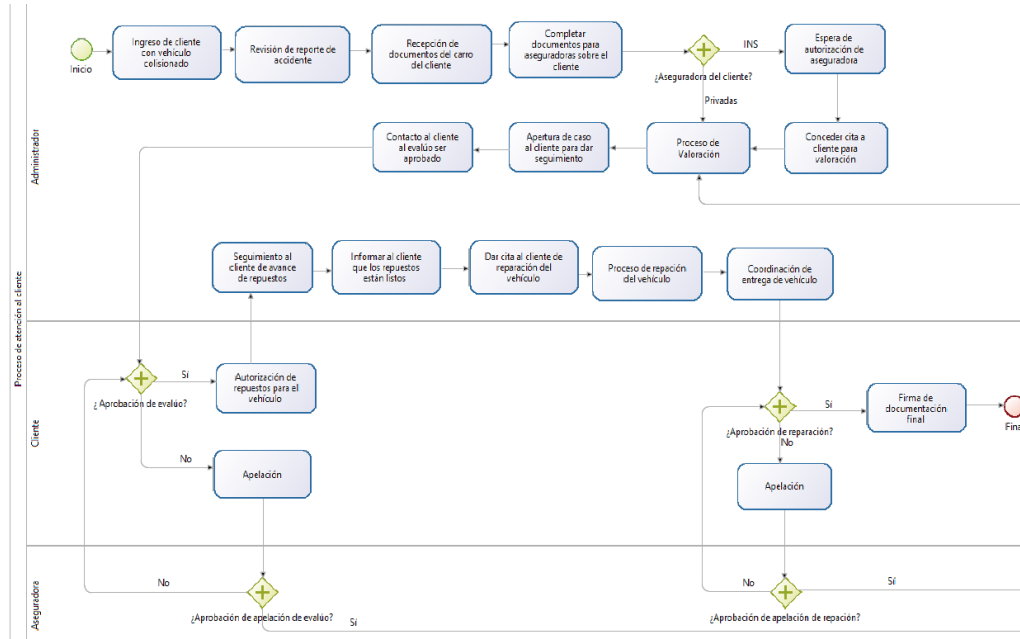
Nota. Tomado de la empresa Interfaz Confidencial (2022).

Apéndices

Apéndice 1

Figura 55.

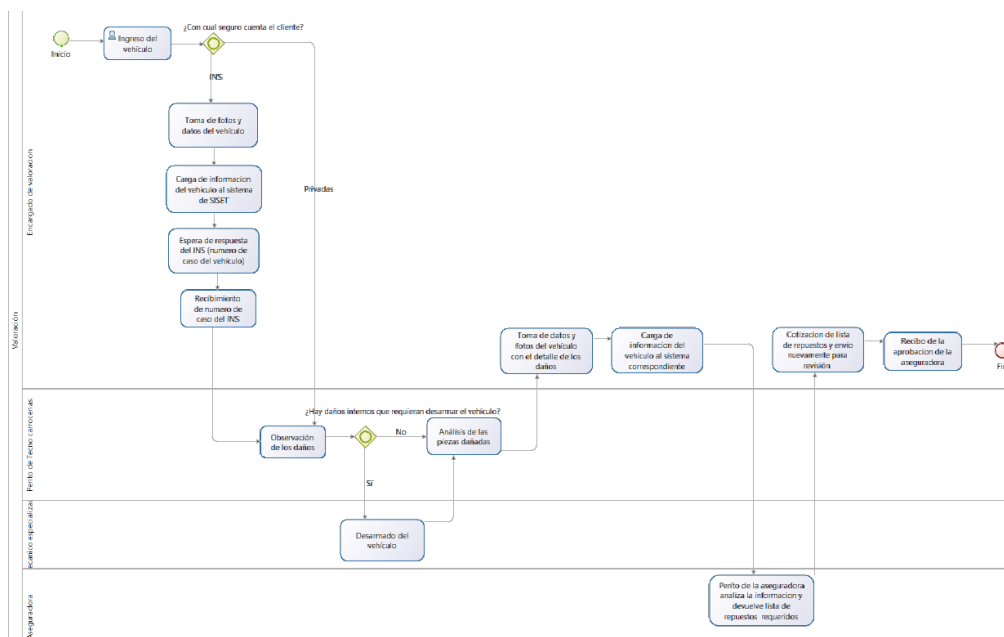
Diagrama de flujo del proceso de atención al cliente



Apéndice 2

Figura 56.

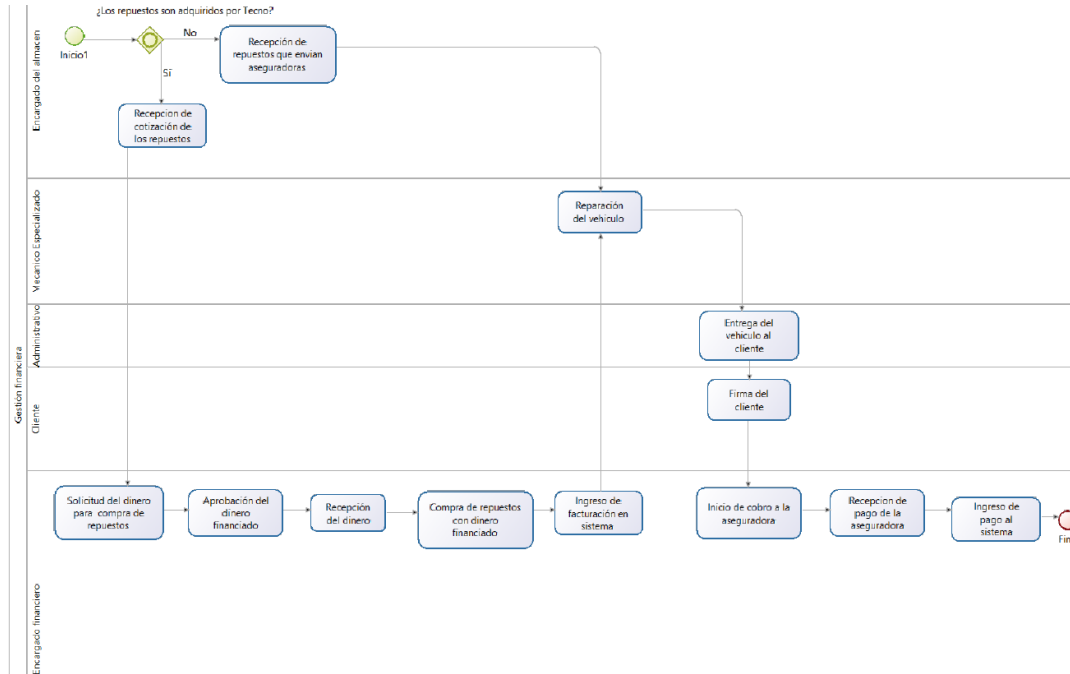
Diagrama de flujo del proceso de valoración



Apéndice 5

Figura 59.

Diagrama de flujo del proceso de gestión financiera



Apéndice 6.

Tabla 65

Entregas de los vehículos

Cantidad de vehículos	Aseguradoras						Total
	Meses	ASSA	INS	LAFISE	MAPFRE	QUALITAS	
2021							
Ene	3	15	2	4	19	43	
Feb	1	2	4	14	18	39	
Mar	10	4	7	12	14	47	
Abr	2	-	4	3	9	18	
May	5	10	7	3	12	37	
Jun	6	12	10	6	13	47	
Jul	3	7	5	5	11	31	
Aug	3	3	4	5	10	25	
Sep	4	4	6	4	16	34	
Oct	1	9	5	4	30	49	
Nov	4	8	-	5	33	50	
Dec	1	10	1	7	18	37	

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 66*Continuación de Entregas de los vehículos*

Cantidad de vehículos	Aseguradoras					Total
	Meses	ASSA	INS	LAFISE	MAPFRE	
2022						
Ene	7	19	6	5	16	53
Feb	5	21	4	9	24	63
Mar	7	35	6	13	20	81
Abr	2	24	4	5	16	51
May	3	27	11	10	22	73
Jun	2	25	5	13	13	58
Total	69	235	91	127	314	836

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 67*Ingresos de los vehículos*

Cantidad de vehículos	Aseguradoras					Total
	Meses	ASSA	INS	LAFISE	MAPFRE	
2021						
Aug	2	39	7	7	20	75
Sep	4	29	3	3	14	53
Oct	2	24	2	3	22	53
Nov	4	36	2	10	22	74
Dec	3	20	1	4	10	38
2022						
Jan	9	31	11	12	25	88
Feb	8	20	6	9	28	71
Mar	4	17	3	9	26	59
Apr	1	15	5	7	16	44
May	5	36	7	10	24	82
Jun	2	26	5	10	22	65
Total	44	293	52	84	229	702

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 68.*Ingresos y entregas por tipo de choque*

Mes	Entregas Línea Rápida	Ingresos Línea Rápidas	Entregas Choque Medio	Ingresos Choque Medio	Entregas Choque Grande	Ingresos Choque Grande
Aug-21	0	0	4	10	21	65
Sep-21	1	1	8	8	25	44
Oct-21	0	0	19	22	30	31
Nov-21	2	2	9	30	39	42
Dec-21	0	0	5	4	32	34
Jan-22	2	2	27	33	24	53
Feb-22	1	1	22	12	40	58
Mar-22	0	0	25	28	56	31
Apr-22	2	2	25	13	24	29
May-22	1	1	38	45	34	36
Jun-22	0	0	24	13	34	52

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 69.*Cola de vehículos en reparación*

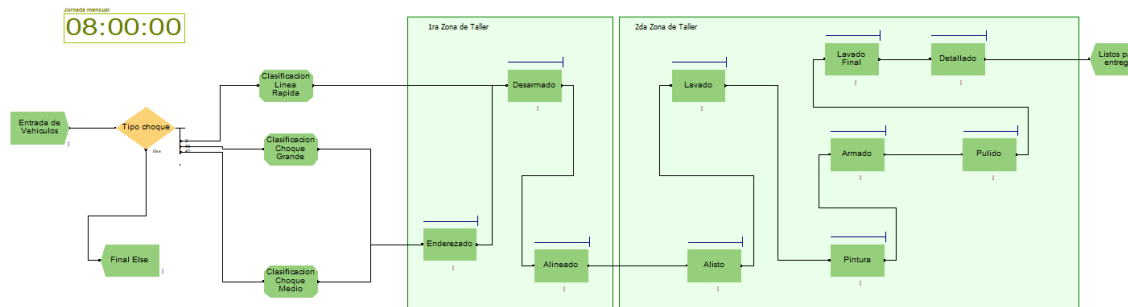
Meses	Ingresos	Entrega en el mismo mes	Entregas por meses anteriores	Cola
Aug-21	75	25	0	50
Sep-21	53	11	23	69
Oct-21	53	18	31	73
Nov-21	74	21	29	97
Dec-21	38	7	30	98
Jan-22	88	42	11	133
Feb-22	71	21	42	141
Mar-22	59	33	48	119
Apr-22	44	18	33	112
May-22	82	40	33	121
Jun-22	65	24	34	127

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Apéndice 7.

Figura 60.

Estado actual de reparación en el simulador



Apéndice 8

Tabla 70

Tipo de distribuciones dadas por la simulación

Proceso	Tipo Choque	Distribución
Enderezado	Choque medio	$9.21 + 7.79 * \text{BETA} (1.43, 1.28)$
	Choque Grande	$26 + 14 * \text{BETA} (1.31, 1.19)$
Armado	Línea rápida	$0.28 + 2.61 * \text{BETA} (0.704, 0.971)$
	Choque medio	$\text{TRIA} (5, 7.92, 10)$
	Choque grande	$\text{TRIA} (15, 18, 24)$
Detallado	Línea rápida	$0.48 + 0.19 * \text{BETA} (0.663, 0.829)$
	Choque medio	$0.39 + \text{LOGN} (0.313, 0.172)$
	Choque grande	$0.59 + \text{LOGN} (0.135, 0.0798)$
Lavado	Línea rápida	$\text{NORM} (0.432, 0.0624)$
	Choque medio	$0.28 + \text{LOGN} (0.18, 0.107)$
	Choque grande	$0.28 + \text{LOGN} (0.192, 0.117)$
Alineado	Línea rápida	$0.23 + \text{GAMM} (0.0195, 3.51)$
	Choque medio	$0.21 + 0.78 * \text{BETA} (1.72, 5.61)$
	Choque grande	$0.2 + \text{WEIB} (0.351, 1.87)$
Desarmado	Línea rápida	$1.47 + 1.13 * \text{BETA} (0.458, 0.41)$
	Choque medio	$1.22 + \text{LOGN} (1.36, 0.681)$
	Choque grande	$2.01 + \text{LOGN} (1.9, 1.3)$
Pintura	Línea rápida	$0.56 + \text{LOGN} (0.625, 0.633)$
	Choque medio	$1 + 2.31 * \text{BETA} (2.3, 3.67)$
	Choque grande	$3.57 + 2.22 * \text{BETA} (3.13, 2.7)$
Alistado	Línea rápida	$2.11 + \text{LOGN} (0.523, 0.528)$
	Choque medio	$7 + 8 * \text{BETA} (0.6, 0.892)$
	Choque grande	$\text{NORM} (37.5, 6.53)$
Pulido	Línea rápida	$1.03 + \text{EXPO} (0.557)$
	Choque medio	$1 + 2.31 * \text{BETA} (2.3, 3.67)$
	Choque grande	$2 + \text{WEIB} (3.11, 4.15)$

Apéndice 9.

Tabla 71

Tamaño de muestra de enderezado, desarmado y alineado

Cálculo de tamaño de muestra	Enderezado		Desarmado			Alineado		
	Choque Medio	Choque Grande	Línea rápida	Choque Medio	Choque Grande	Línea rápida	Choque Medio	Choque Grande
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Desviación	2.06	3.79	0.41	0.69	1.26	0.04	0.12	0.18
e	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
z (95 % NC)	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
Tamaño de muestra	44	45	27	36	42	1	5	10

Tabla 72

Tamaño de muestra de alistado, lavado y pintura

Cálculo de tamaño de muestra	Alistado		Lavado			Pintura		
	Choque Medio	Choque Grande	Línea rápida	Choque Medio	Choque Grande	Línea rápida	Choque Medio	Choque Grande
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Desviación	0.41	2.49	6.60	0.07	0.10	0.11	0.40	0.43
e	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
z (95 % NC)	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
Tamaño de muestra	27	44	45	2	4	4	26	28

Tabla 73*Tamaño de muestra de armado, pulido y detallado*

Cálculo de tamaño de muestra	Armado			Pulido			Detallado	
	Choque Medio	Choque Grande	Línea rápida	Choque Medio	Choque Grande	Línea rápida	Choque Medio	Choque Grande
N	45	45	45	45	45	45	45	45
Desviación	0.79	1.18	2.03	0.46	0.48	0.83	0.06	0.13
e	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
z (95 % NC)	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
Tamaño de muestra	38	42	44	29	30	39	1	6

Apéndice 10.

Análisis de capacidad.

Tabla 74*Cantidad de vehículos reparados*

Mes	Producción			Total
	Línea Rápida	Choque Medio	Choque Grande	
ago-21	0	4	21	25
sep-21	1	8	25	34
oct-21	0	19	30	49
nov-21	2	9	39	50
dic-21	0	5	32	37
ene-22	2	27	24	53
feb-22	1	22	40	63
mar-22	0	25	56	81
abr-22	2	25	24	51
may-22	1	38	34	73
jun-22	0	24	34	58
PONDERADO TOTAL				574

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 75*Horas de reparación*

Producción en horas				
Tiempo Ciclo	4,57	11,54	24,4	
Mes	Línea Rápida	Choque Medio	Choque Grande	Total
ago-21	0,00	46,1	511,9	558,0
sep-21	4,57	92,3	609,4	706,3
oct-21	0,00	219,2	731,3	950,5
nov-21	9,13	103,8	950,7	1063,6
dic-21	0,00	57,7	780,0	837,7
ene-22	9,13	311,5	585,0	905,6
feb-22	4,57	253,8	975,0	1233,4
mar-22	0,00	288,4	1365,1	1653,5
abr-22	9,13	288,4	585,0	882,6
may-22	4,57	438,4	828,8	1271,7
jun-22	0,00	276,9	828,8	1105,7
PONDERADO TOTAL				11168,5

Tabla 76*Distribución de reparación por tipo de choque*

Porcentaje de distribución de la capacidad			
Mes	Línea Rápida	Choque Medio	Choque Grande
ago-21	0 %	16 %	84 %
sep-21	3 %	24 %	74 %
oct-21	0 %	39 %	61 %
nov-21	4 %	18 %	78 %
dic-21	0 %	14 %	86 %
ene-22	4 %	51 %	45 %
feb-22	2 %	35 %	63 %
mar-22	0 %	31 %	69 %
abr-22	4 %	49 %	47 %
may-22	1 %	52 %	47 %
jun-22	0 %	41 %	59 %
PONDERADO TOTAL	2 %	28 %	70 %

Tabla 77*Jornada laboral*

Jornada	Horas	Minutos	Descansos	Disponible
Mañana	5,5	330	0	330
Almuerzo	1	60	45	0
Tarde	4	240	0	240
Sábado	5	300	10	290
		Minutos		570
		Horas		9,50

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 78.*Capacidad línea rápida*

Línea Rápida											
Operación	Desar mado	Alin eado	Alis to	Lav ado	Pin tur a	Arma do	P uli do	Lava do	Det alla do	To tal	
Tiempo(horas)	2,07	0,30	2,62	0,4 3	1,14	1,38	1, 59	0,43	0,5 7	11	
Operarios	2	2	10	1	1	3	2	1	1		
Máquinas	2	1	0	0	4	0	0	0	0		
Restricción Vehículos Simultáneos	2	1	10	1	4	3	2	1	1		
Tiempo de Ciclo (horas)	1,03	0,30	0,26	0,4 3	0,29	0,46	0, 79	0,43	0,5 7	4, 6	
Cantidad de Vehículos por operación	1	3	4	2	4	2	1	2	2		
Utilización de la Línea Rápida				Tiempo ciclo total Línea Rápida				Vehículos Línea Rápida			
	2 %			5				1			

Tabla 79.

Capacidad choque medio

Choque Medio												
Operación	Enderizado	Desarmado	Alineado	Alisto	Lavado	Pinadura	Armado	Pulido	Lavado	Detalle	Total	
Tiempo (horas)	13,31	2,58	0,43	10,22	0,46	1,89	7,75	2,88	0,46	0,71	41	
Operarios	3	2	2	10	1	1	3	2	1	1		
Máquinas	3	2	1	0	0	4	0	0	0	0		
Restricción Vehículos Simultáneos	5	2	1	10	1	4	3	2	1	1		
Tiempo de Ciclo (horas)	2,66	1,29	0,43	1,02	0,46	0,47	2,58	1,44	0,46	0,71	11,5	
Cantidad de Vehículos por operación	7	14	40	17	38	37	7	12	38	25		
Utilización de Choque medio	Tiempo ciclo total Choque Medio						Vehículos Choque Medio					
	34,0 %						12					6

Tabla 80.

Capacidad choque grande

Choque Grande											
Operación	Enderezado	Desarmado	Alineado	Alisto	Lavado	Pinadura	Armado	Pulido	Lavado	Detalle	Total
Tiempo (horas)	32,85	3,91	0,51	37,47	0,47	4,76	18,95	4,83	0,47	0,72	105
Operarios	3	2	2	10	1	1	3	2	1	1	
Máquinas	3	2	1	0	0	4	0	0	0	0	
Restricción Vehículos Simultáneos	5	2	1	10	1	4	3	2	1	1	
Tiempo de Ciclo (horas)	6,57	1,96	0,51	3,75	0,47	1,19	6,32	2,42	0,47	0,72	24,4

Tabla 81.*Capacidad choque grande (continuación)*

Operación	Ende rezad o	Desa rma do	Aline ado	Al ist o	La va do	Pin tur a	Arm ado	Pu lid o	Lav ado	Det alla do	T ot al
Cantidad de Vehículos por operación	5	17	66	9	71	28	5	14	71	46	
Utilización de la Choque Grande	Tiempo ciclo total Choque Grande						Vehículos Choque Grande				
	65 %						24			5	

Tabla 82*Capacidad general sistema de reparación*

Escenari os	Clasificación de la línea	Utilizació n de la línea	Cantida d de vehículo s mensual	Capacida d mensual	Cantidad de horas mensuale s	Ingreso del mes
Promedio (agosto 2021- Jun 22)	Rápida	2 %	4	48	3118	Ø101 647 361
	Choque medio	34 %	24			
	Choque grande	65 %	20			

Apéndice 11.

Tabla 83*Cumplimiento de entrega*

ID	Orden de trabajo	Entrega planeada	Entrega real	Días anticipado s de entrega	Antes	Mismo día	Entrega tardía
1	12272	9/3/2021	9/1/2021	2	1	1	
2	12389	9/4/2021	9/2/2021	2	1	1	
3	12387	9/4/2021	9/2/2021	2	1	1	
4	12310	9/4/2021	9/2/2021	2	1	1	
5	12198	9/4/2021	9/2/2021	2	1	1	
6	12340	9/4/2021	9/4/2021	0		1	

Tabla 84*Cumplimiento de entrega (continuación)*

ID	Orden de trabajo	Entrega planeada	Entrega real	Días anticipados de entrega	Antes	Mismo día	Entrega tardía
7	12386	9/4/2021	9/4/2021	0		1	
8	12378	9/4/2021	9/4/2021	0		1	
9	12337	9/4/2021	9/4/2021	0		1	
10	12360	9/7/2021	9/6/2021	1	1	1	
11	12338	9/6/2021	9/4/2021	2	1	1	
12	12367	9/4/2021	9/8/2021	-4			1
13	12353	9/4/2021	9/4/2021	0		1	
14	12273	9/7/2021	9/6/2021	1	1	1	
15	12398	9/11/2021	9/4/2021	7	1	1	
16	12412	9/4/2021	9/4/2021	0		1	
17	12291	9/10/2021	9/9/2021	1	1	1	
18	12466	9/24/2021	9/21/2021	3	1	1	
19	12417	9/22/2021	9/20/2021	2	1	1	
20	12316	9/22/2021	9/20/2021	2	1	1	
21	12381	9/22/2021	9/20/2021	2	1	1	
22	12390	9/22/2021	9/20/2021	2	1	1	
23	12287	9/23/2021	9/22/2021	1	1	1	
24	12483	10/4/2021	10/2/2021	2	1	1	
25	12346	9/20/2021	9/18/2021	2	1	1	
26	12253	9/22/2021	9/20/2021	2	1	1	
27	12356	9/7/2021	9/6/2021	1	1	1	
28	12402	9/10/2021	9/10/2021	0		1	
29	12377	9/7/2021	9/6/2021	1	1	1	
30	12274	9/10/2021	9/8/2021	2	1	1	
31	12371	9/10/2021	9/9/2021	1	1	1	
32	12411	9/18/2021	9/10/2021	8	1	1	
33	12391	9/10/2021	9/9/2021	1	1	1	
34	12320	9/10/2021	9/9/2021	1	1	1	
35	12352	9/21/2021	9/16/2021	5	1	1	
36	12400	9/11/2021	9/10/2021	1	1	1	
37	12414	9/10/2021	9/10/2021	0		1	
38	12396	9/21/2021	9/20/2021	1	1	1	
39	12332	9/21/2021	9/20/2021	1	1	1	
40	12428	9/21/2021	9/20/2021	1	1	1	
41	12431	10/7/2021	10/5/2021	2		1	
42	12409	9/18/2021	9/20/2021	-2			1

Tabla 85*Cumplimiento de entrega (continuación)*

ID	Orden de trabajo	Entrega planeada	Entrega real	Días anticipados de entrega	Antes	Mismo día	Entrega tardía
43	12245	9/18/2021	9/16/2021	2	1	1	
44	12375	9/24/2021	9/21/2021	3	1	1	
45	12403	9/24/2021	9/21/2021	3	1	1	
46	12433	9/28/2021	10/1/2021	-3			1
47	12430	9/27/2021	9/25/2021	2	1	1	
48	12458	9/29/2021	9/30/2021	-1			1
49	12413	9/18/2021	9/20/2021	-2			1
50	12086	9/14/2021	9/15/2021	-1			1

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Apéndice 12.

Tabla 86*Repuestos no conformes*

Repuestos no conformes					
ID	Fecha	N° orden	Repuestos no conformes	Repuestos totales	Etapas/procesos encontrados
1	20/09/2021	12452	1	3	Armado
2	20/09/2021	12432	1	23	Recepción de repuesto
3	20/09/2021	12406	1	24	Recepción de repuesto
4	10/4/2021	12500	1	2	Armado
5	10/5/2021	12479	1	10	Armado
6	10/12/2021	12484	1	1	Armado
7	10/15/2021	12501	1	18	Armado
8	10/21/2021	12566	1	3	Recepción de repuesto
9	10/22/2021	12578	1	21	Armado
10	10/30/2021	12486	1	10	Armado
11	2/11/2021	12516	1	2	Armado
12	10/11/2021	12531	1	23	Armado
13	14/11/2021	12545	1	12	Recepción de repuesto
14	14/11/2021	12511	1	15	Armado

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 87*Daños ocultos*

Daños ocultos					
ID	Fecha	Nº orden	Daño oculto	Repuestos totales	Etapa/proceso encontrado
1	29/09/2021	JBP-909	1	3	Armado
2	13/10/2021	636303	1	23	Armado
3	21/10/2021	RMV-025	1	14	Armado
4	4/11/2021	BSS-112	1	11	Armado
5	10/11/2021	BLG-142	1	18	Armado

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Apéndice 13.

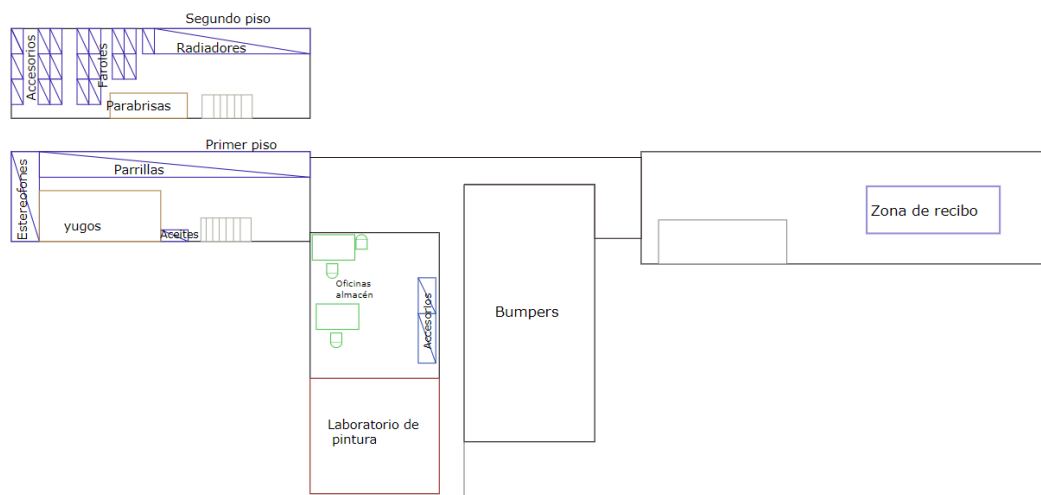
Tabla 88*Propuestas*

Escenarios	Clasificación de la línea	Cantidad de vehículos semanal	Cantidad de vehículos al mes	Capacidad mensual	Ingreso del mes	Margen bruto del mes
Promedio (agosto 21- dic 21)	Rápida	1	4	44	€97 M	€32 M
	Choque medio	5	20			
	Choque grande	5	20			
Propuesta 1	Rápida	1	4	60	€135 M	€45 M
	Choque medio	7	28			
	Choque grande	7	28			
Propuesta 2	Rápida	1	4	64	€140 M	€47 M
	Choque medio	8	32			
	Choque grande	7	28			
Propuesta 3	Rápida	1	4	56	€131 M	€44 M
	Choque medio	6	24			
	Choque grande	7	28			

Apéndice 14.

Figura 61.

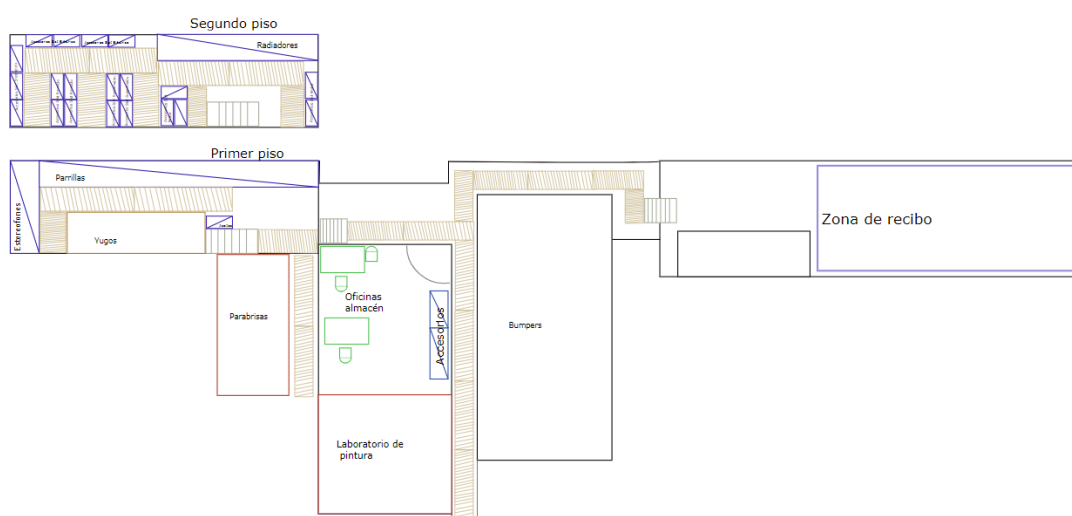
Diseño de almacén actual



Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Figura 62.

Diseño de almacén propuesto



Apéndice 15.

Figura 63.

Protocolo para etiquetado y revisión trimestral

PROTOCOLO PARA ETIQUETADO Y REVISIÓN TRIMESTRAL

Objetivo: Controlar los repuestos que entran al almacén del taller Tecno Carrocerías Eben-Ezer con etiquetado y revisiones periódicas, con el fin de reducir los repuestos obsoletos.

Alcance: Todos los empleados del taller Tecno Carrocerías Eben-Ezer encargados del proceso de inventario.

Instrucciones generales:

1. La etiqueta "ETIQUETA PARA REPUESTOS DE INVENTARIO" se colocará a cada repuesto que entre en el almacén, en esta etiqueta se deberá de colocar la placa del vehículo en la que irá el repuesto, su proveedor y por último, la fecha que ingresa al almacén.
2. Se realizará una revisión trimestral de todos los repuestos, en la cual se revisará cada etiqueta en la sesión de "fecha de ingreso" si la fecha es mayor de hace tres meses, se deberá de notificar al encargado de inventarios para que se realice las acciones correspondientes, sea devolver el repuesto a la aseguradora correspondiente o vender el repuesto.



Apéndice 16.

Tabla 89.

Datos herramienta de secuenciación

Herramienta	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21
Línea Rápida	0	1	0	2	0
Choque Medio	4	9	15	11	8
Choque Grande	24	31	34	36	32
Línea Rápida (%)	0 %	2 %	0 %	4 %	0 %
Choque Medio (%)	14 %	22 %	31 %	22 %	20 %
Choque Grande (%)	86 %	76 %	69 %	73 %	80 %

Tabla 90.

Datos estado actual

Actual	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21
Línea Rápida	0	1	0	2	0
Choque Medio	4	8	16	9	6
Choque Grande	21	25	33	39	31
Línea Rápida (%)	0 %	3 %	0 %	4 %	0 %
Choque Medio (%)	16 %	24 %	33 %	18 %	16 %
Choque Grande (%)	84 %	74 %	67 %	78 %	84 %

Tabla 91.*Datos herramienta de secuenciación*

Herramienta	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21
Línea Rápida	-	₪ 248,600	-	₪ 306,579	-
Choque Medio	₪ 7,482,872	₪ 12,325,822	₪ 11,979,903	₪ 8,373,805	₪ 8,972,934
Choque Grande	₪ 127,548,8 22	₪ 122,927,031	₪ 97,356,544	₪ 99,249,501	₪ 106,695,579

Tabla 92.*Datos estado actual*

Actual	Aug-21	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dec-21
Línea Rápida	-	₪ 248,600	-	₪ 306,579	-
Choque Medio	₪ 7,482,872	₪ 11,757,957	₪ 13,079,903	₪ 6,073,805	₪ 6,872,934
Choque Grande	₪ 110,383,124	₪ 102,516,659	₪ 93,596,621	₪ 79,998,062	₪ 85,556,354

Apéndice 17.

Figura 64.

Matriz de cuadro de mando integral

Finanzas							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Aumentar la liquidez de la empresa	Alcanzar el punto de equilibrio	Ganancias reportadas	Σ Ganancias por vehículos	€	€ 135 000 000	€ 106 676 524	Mensual
	Aumentar el margen operativo	Margen operativo	$\frac{Utilidad\ operativa}{Ventas}$	%	60%	55%	Mensual
Procesos Internos							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Aumentar la eficiencia operativa	Aumentar el porcentaje de utilización	Porcentaje de utilización de la capacidad	$\frac{Horas\ utilizadas}{Horas\ disponibles}$	%	95%	96%	Mensual
	Aumentar la cantidad de vehículos reparados	Porcentaje de vehículos reparados vs. ingresados a cola	$\frac{Vehículos\ reparados}{Vehículos\ ingresados}$	%	85%	83%	Mensual
		Disminuir el tiempo de ciclo de las reparaciones	$\frac{\Sigma TC\ Vehículos\ reparados}{Vehículos\ Reparados}$	días	CG: 12 CM: 5	CG: 15 CM: 7	Mensual
	Disminuir la cantidad de vehículos en espera	(Choque grande y Choque Medio)	Σ Vehículos en cola	Vehículos	20	72	Mensual
		Cantidad de vehículos en cola	Σ Tiempo de espera Vehículos en cola	días	30	148	Mensual
Clientes							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Aumentar la tasa de satisfacción del cliente	Aumentar el cumplimiento de entrega	Cumplimiento de entrega	$\frac{\Sigma Vehículo\ entregado\ a\ tiempo}{Total\ vehículos\ entregados}$	%	95%	88%	Mensual
Aprendizaje y Crecimiento							
Objetivo general	Objetivo estratégico	Indicador	Formula	Unidad de medida	Meta	Estado actual	Tipo de revisión
Mejorar la disponibilidad de los recursos	Disminuir la presencia de repuestos obsoletos	Repuestos Inconformes	$\frac{\Sigma Repuestos\ inconformes}{Total\ repuestos}$	%	10%	9%	Mensual
	Disminuir los vehículos afectados por la presencia de repuestos obsoletos	Vehículos con repuestos inconformes	$\frac{\Sigma Vehículos\ con\ repuestos\ inconformes}{Total\ vehículos}$	%	5%	16%	Mensual

Apéndice 18. Análisis de herramienta de secuenciación vs. método actual.xlsx

Tabla 93.

Resumen resultados comparativos generales

	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
Ingresos	75	53	53	74	38	88	71	59	44	82	65
Cantidad vehículos actual	25	34	49	50	37	53	63	81	51	73	58
Cantidad herramienta	28	41	49	49	40	54	63	85	52	76	58
Horas Hombre actual	3948	4290	5420	5472	4018	4951	7004	9128	4613	6502	6604
Horas Hombre Herramienta	4110	5026	5297	5256	4430	5327	6992	8920	5301	6501	6601

Ganancia Actual	₡ 117	₡ 114	₡ 106	₡ 86	₡ 92	₡ 84	₡ 131	₡ 154	₡ 105	₡ 125	₡ 138
total	865	523	676	378	429	243	097	683	519	731	774
	996	216	524	446	288	985	817	188	539	919	685
Ganancia Herramienta	₡ 134	₡ 135	₡ 109	₡ 107	₡ 110	₡ 117	₡ 153	₡ 186	₡ 114	₡ 138	₡ 157
total	031	301	336	929	668	577	945	188	855	794	614
	694	453	447	885	513	236	604	010	090	381	804
Cola de espera actual	50	69	73	97	98	133	141	119	112	121	128
Cola de espera herramienta	47	59	63	88	86	120	128	102	94	100	107
Aumento en ingresos vehículos	3	7	0	-1	3	1	0	4	1	3	0
Ganancia total	₡ 16	₡ 20	₡ 2	₡ 21	₡ 18	₡ 33	₡ 22 847	₡ 31	₡ 9 335	₡ 13	₡ 18
	165	778	659	551	239	333	787	504	551	062	840
	698	237	923	439	225	251		822		462	119

Tabla 94.

Resumen resultados comparativos generales (continuación)

	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
Diferencia en cola	-3	-10	-10	-9	-12	-13	-13	-17	-18	-21	-21
Diferencia en horas hombre	161	736	-123	-216	412	375	-11	-208	688	-1	-3

Tabla 95.

Distribuciones herramienta de secuenciación

Herramienta	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	Promedio
Línea Rápida	2	1	0	2	1	0	
Choque Medio	27	26	33	16	47	13	
Choque Grande	25	36	52	34	28	45	
Línea Rápida (%)	4 %	2 %	0 %	4 %	1 %	0 %	2 %
Choque Medio (%)	50 %	41 %	39 %	31 %	62 %	22 %	45 %
Choque Grande (%)	46 %	57 %	61 %	65 %	37 %	78 %	53 %

Tabla 96.*Distribuciones método actual*

Actual	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	Promedio
Línea Rápida	2	1	0	2	1	0	
Choque Medio	27	22	25	25	38	24	
Choque Grande	24	40	56	24	34	34	
Línea Rápida (%)	4 %	2 %	0 %	4 %	1 %	0 %	2 %
Choque Medio (%)	51 %	35 %	31 %	49 %	52 %	41 %	44 %
Choque Grande (%)	45 %	63 %	69 %	47 %	47 %	59 %	54 %

Apéndice 19.

Tabla 97.*Calculo salarios y horas extra*

Cálculo salarios	
Salario jornada	₡ 12 290
Salario por hora	₡ 1 536
Salario 51,6 horas	₡ 79 268
Salario mensual	₡ 317 071
Deducciones de empleado	
CCSS (10,50 %)	₡ 33 292
Impuesto de renta (0 %)	₡ -
Total, deducciones (10,50 %)	₡ 33 292,50
Salario Neto	₡ 283 778,92
Aportes del patrono	
CCSS (14,50 %)	₡ 45 975
Otras Instituciones (7,25 %)	₡ 22 988
Ley de protección al trabajador (4,75 %)	₡ 15 061
Total, Aporte (26,50 %)	₡ 84 024
Costo total	₡ 401 095
Costo Hora Extra	₡ 2 304

Nota. Elaboración propia con datos tomados de la empresa Tecno Carrocerías Eben-Ezer (2022).

Tabla 98.

Resumen resultados comparativos generales Escenario 1

	ago -21	sep -21	oct -21	nov -21	dic -21	ene -22	feb -22	mar -22	abr -22	may -22	jun -22
Producción	75	53	53	74	38	88	71	59	44	82	65
Cantidad vehículos actual	25	34	49	50	37	53	63	81	51	73	58
Cantidad vehículos herramienta	46	54	60	58	52	62	54	53	68	79	59
Horas Hombre actual	394 8	429 0	542 0	547 2	401 8	495 1	700 4	912 8	461 3	650 2	660 4
Horas Hombre Herramienta	666 7	657 4	652 5	668 3	490 0	664 6	667 0	663 3	653 2	660 4	667 4

Tabla 99.

Resumen resultados comparativos generales Escenario 1 (continuación)

	ago- 21	sep- 21	oct-21	nov -21	dic- 21	ene- 22	feb- 22	mar -22	abr- 22	may -22	jun- 22
Ganancia Actual total	117 865 996	114 523 216	106 676 524	86 378 446	92 429 288	84 243 985	131 097 817	154 683 188	105 519 539	125 731 919	138 774 685
Ganancia Herramienta total	193 468 187	171 236 146	158 761 727	140 790 669	95 370 251	147 145 133	132 536 157	144 147 843	137 238 831	127 937 570	159 398 226
Cola de espera actual	50	69	73	97	98	133	141	119	112	121	128
Cola de espera herramienta	29	28	21	37	23	49	66	72	48	51	57

Tabla 100.

Análisis económico Escenario 1

Comparaciones											
	ago- -21	sep- 21	oct-21	nov -21	dic- 21	ene -22	feb- 22	mar -22	abr -22	ma y- 22	jun -22
Aumento en ingresos vehículos	21	20	11	8	15	9	-9	-28	17	6	1
Ganancia sobre punto de equilibrio	₡ 58	₡ 36	₡ 23 761	₡ 5	-₡ 39	₡ 12	-₡ 2	₡ 9	₡ 2	-₡ 7	₡ 24
Diferencia en cola	468	236	727	790	629	145	463	147	238	062	398
Capacidad extra requerida (Horas hombre)	187	146		669	749	133	843	843	831	430	226
Horas extra por operario	-21	-41	-52	-60	-75	-84	-75	-47	-64	-70	-71
Capacidad extra requerida (Horas hombre)	682	589	540	698	410	661	685	648	547	619	689
Horas extra por operario	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 101.

Análisis económico Escenario 1 (continuación)

	ago- 21	sep- 21	oct-21	nov -21	dic- 21	ene- 22	feb- 22	mar -22	abr- 22	may -22	jun- 22
Costo hora extra	₡ 2	₡ 2	₡ 2 304	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2
Costo total horas extras	304	304		304	304	304	304	304	304	304	304
Operarios extra	₡ 1	₡ 1	₡ 1 244 782	₡ 1	₡ 944	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1
Salario operario s + Cargas sociales	571	356		607	301	522	577	492	260	425	587
Costo de contratar	531	310		939		219	983	724	451	900	201
Operarios extra	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salario operario s + Cargas sociales	₡ 401	₡ 401	₡ 401 095	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401
Costo de contratar	095	095		095	095	095	095	095	095	095	095
Costo de contratar	₡ 1	₡ 1	₡ 1 203 286	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1	₡ 1
Costo de contratar	203	203		203	203	203	203	203	203	203	203
Costo de contratar	286	286		286	286	286	286	286	286	286	286

operarios											
Ganancia neta	₡	₡	₡	₡	-₡	₡	-₡	₡	-₡	-₡	₡
	55	33	21 313	2	41	9	5	6	224	9	21
	693	676	659	979	777	419	245	451	906	691	607
	370	550		444	336	628	112	833		616	739

Tabla 102.

Resumen resultados comparativos generales Escenario 2

	ago- -21	sep- -21	oct- -21	nov- -21	dic- -21	ene- -22	feb- -22	mar- -22	abr- -22	may- -22	jun- -22
Producción	75	53	53	74	38	88	71	59	44	82	65
Cantidad vehículos actual	25	34	49	50	37	53	63	81	51	73	58
Cantidad vehículos herramienta	46	55	61	58	53	66	52	57	64	81	61
Horas hombre actual	394	429	542	547	401	495	700	912	461	650	660
	8	0	0	2	8	1	4	8	3	2	4

Tabla 103.

Resumen resultados comparativos generales Escenario 2 (continuación)

	ago- 21	sep- 21	oct- 21	nov- 21	dic- 21	ene- 22	feb- 22	mar- -22	abr- 22	may- -22	jun- 22
Horas Hombre Herramienta	6667	6719	6709	6668	5022	6710	6659	6710	6704	6672	6715
Ganancia Actual total	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡
	117	114	106	86	92	84	131	154	105	125	138
	865	523	676	378	429	243	097	683	519	731	774
	996	216	524	446	288	985	817	188	539	919	685
Ganancia Herramienta total	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡	₡
	193	177	158	139	99	146	132	140	151	126	156
	468	636	940	717	789	923	553	205	136	108	704
	187	998	901	287	193	415	124	008	831	326	220
Cola de espera actual	50	69	73	97	98	133	141	119	112	121	128
Cola de espera herramienta	29	27	19	35	20	42	61	63	43	44	48

Tabla 104.

Análisis económico Escenario 2

Comparaciones											
	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22
Aumento en ingresos vehículos	21	21	12	8	16	13	-11	-24	13	8	3
Ganancia sobre punto de equilibrio	₡ 58	₡ 42	₡ 23	₡ 4	-₡ 35	₡ 11	-₡ 2	₡ 5	₡ 16	-₡ 8	₡ 21
Diferencia en cola	468	636	940	717	210	923	446	205	136	891	704
Capacidad extra requerida (Horas hombre)	187	998	901	287	807	415	876	008	831	674	220
Horas extra por operario	-21	-42	-54	-62	-78	-91	-80	-56	-69	-77	-80
	887	939	929	888	692	930	879	930	924	892	935
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabla 105.

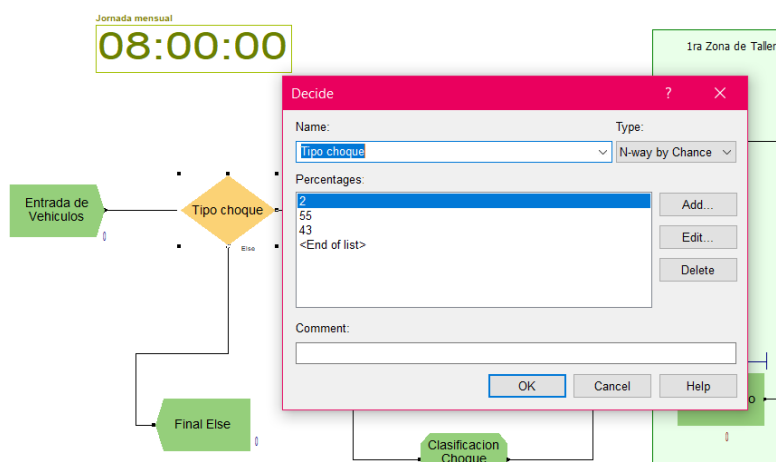
Análisis económico Escenario 2 (continuación)

ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	ago-21
Costo hora extra	₡ 2	₡ 2	2 304	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2	₡ 2
Costo total horas extras	₡ 304	₡ 304	₡ 2 141	₡ 304	₡ 304	₡ 304	₡ 304	₡ 304	₡ 304	₡ 304	₡ 304
Operarios extra	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Salario operarios + Cargas sociales	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401	₡ 401
Costo de contratar operarios	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095	₡ 095
Ganancia neta	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802	₡ 802
	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
	₡ 55	₡ 39	₡ 20	₡ 1	-₡ 37	₡ 8	-₡ 5	₡ 2	₡ 13	-₡ 11	₡ 18
	622	671	997	869	607	977	275	259	206	750	746
	084	993	556	801	572	305	006	359	391	220	589

Apéndice 20.

Figura 65.

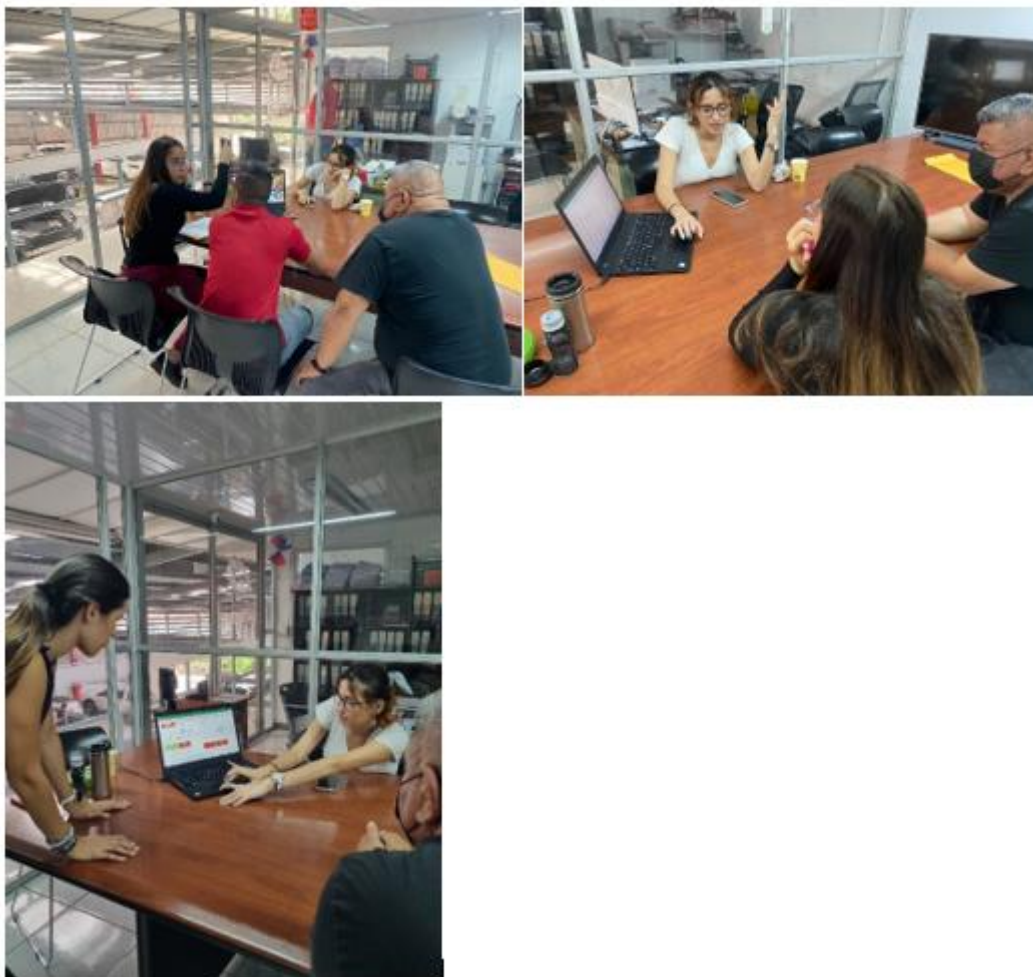
Estado propuesto reparación.



Apéndice 21.

Figura 66.

Evidencias de las capacitaciones realizadas.



Apéndice 22.

Figura 67.

Encuestas de herramienta de secuenciación gerente

Encuesta para usuario que use la herramienta de secuenciación de vehículos

Tecno carrocerías Eben-Ezer

Grupo de tesis de la Universidad de Costa Rica

Septiembre 2022

Cargo que ocupa en la empresa: Gerente

Escala establecida para valoración:

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. No estoy seguro
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

Para responder señale con X la opción elegida por usted.

	Pregunta	Valoración				
1	La herramienta se adecua a mis necesidades para mi labor diario	1	2	3	4	5
2	La información que me brinda la herramienta es confiable	1	2	3	4	5
3	Las consultas y reportes que me brinda la herramienta son exactas y no se presenta Inconsistencias	1	2	3	4	5
4	La funcionalidad que ofrece la herramienta apoya el proceso de la empresa	1	2	3	4	5
5	La navegación por la herramienta es fácil	1	2	3	4	5
6	El registro o modificación de información en la herramienta es fácil	1	2	3	4	5
7	La apariencia de la herramienta es estética y agradable	1	2	3	4	5
8	Para usar esta herramienta se requirió de una capacitación extensa	1	2	3	4	5
9	La herramienta presenta errores continuamente mientras se opera en él	1	2	3	4	5
10	Cuando se solicita información de la herramienta se despliega la información en el tiempo esperado	1	2	3	4	5
11	Se emplea un lenguaje claro y conciso	1	2	3	4	5
12	Me encuentro satisfecho con la herramienta	1	2	3	4	5

Gracias por sus respuestas.

Total de puntuación: 69

Puntuación final debe ser mayor a 48 puntos que representa satisfacción con el uso de la herramienta.

Figura 68.

Encuestas de herramienta de secuenciación asesor de servicio

Encuesta para usuario que use la herramienta de secuenciación de vehículos

Tecno carrocerías Eben-Ezer

Grupo de tesis de la Universidad de Costa Rica

Septiembre 2022

Cargo que ocupa en la empresa: Asesor de Servicio

Escala establecida para valoración:

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. No estoy seguro
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

Para responder señale con X la opción elegida por usted.

	Pregunta	Valoración				
1	La herramienta se adecua a mis necesidades para mi labor diario	1	2	3	(4)	5
2	La información que me brinda la herramienta es confiable	1	2	3	(4)	5
3	Las consultas y reportes que me brinda la herramienta son exactas y no se presenta inconsistencias	1	2	3	(4)	5
4	La funcionalidad que ofrece la herramienta apoya el proceso de la empresa	1	2	3	4	(5)
5	La navegación por la herramienta es fácil	1	2	3	4	(5)
6	El registro o modificación de información en la herramienta es fácil	1	2	3	(4)	5
7	La apariencia de la herramienta es estética y agradable	1	2	3	(4)	5
8	Para usar esta herramienta se requirió de una capacitación extensa	1	2	3	4	(5)
9	La herramienta presenta errores continuamente mientras se opera en él	1	2	(3)	4	5
10	Cuando se solicita información de la herramienta se despliega la información en el tiempo esperado	1	2	3	(4)	5
11	Se emplea un lenguaje claro y conciso	1	2	3	(4)	5
12	Me encuentro satisfecho con la herramienta	1	2	3	4	(5)

Gracias por sus respuestas.

Total de puntuación: 54

Puntuación final debe ser mayor a 48 puntos que representa satisfacción con el uso de la herramienta.

Apéndice 23.

Figura 69.

Encuestas de panel de control gerente

Encuesta para usuario que use el Panel de Control

Teco carrocerías Eben-Ezer

Grupo de tesis de la Universidad de Costa Rica

Septiembre 2022

Cargo que ocupa en la empresa: Gerente

Escala establecida para valoración:

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. No estoy seguro
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

Para responder señale con X la opción elegida por usted.

	Pregunta	Valoración				
1	El panel de control se adecua a mis necesidades para mi labor diario	1	2	3	4	5
2	La información que me brinda el panel de control es confiable	1	2	3	4	5
3	Las consultas y reportes que me brinda el panel de control son exactas y no se presenta Inconsistencias	1	2	3	4	5
4	La funcionalidad que ofrece el panel de control apoya el proceso de la empresa	1	2	3	4	5
5	La navegación por el panel de control es fácil	1	2	3	4	5
6	El registro o modificación de información en el panel de control es fácil	1	2	3	4	5
7	La apariencia del panel de control es estética y agradable	1	2	3	4	5
8	Para usar el panel de control se requirió de una capacitación extensa	1	2	3	4	5
9	El panel de control presenta errores continuamente mientras se opera en él	1	2	3	4	5
10	Cuando se solicita información del panel de control se despliega la información en el tiempo esperado	1	2	3	4	5
11	Se emplea un lenguaje claro y conciso	1	2	3	4	5
12	Me encuentro satisfecho con el panel de control	1	2	3	4	5

Gracias por sus respuestas.

Total de puntuación: 62

Puntuación final debe ser mayor a 48 puntos que representa satisfacción con el uso del panel de control.

Figura 70.

Encuestas de panel de control asesor de servicio

Encuesta para usuario que use el Panel de Control

Tecno carrocerías Eben-Ezer

Grupo de tesis de la Universidad de Costa Rica

Septiembre 2022

Cargo que ocupa en la empresa: Asesor de Servicio

Escala establecida para valoración:

1. Muy en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. No estoy seguro
4. De acuerdo
5. Muy de acuerdo

Para responder señale con X la opción elegida por usted.

	Pregunta	Valoración				
1	El panel de control se adecua a mis necesidades para mi labor diario	1	2	3	(4)	5
2	La información que me brinda el panel de control es confiable	1	2	3	(4)	5
3	Las consultas y reportes que me brinda el panel de control son exactas y no se presenta inconsistencias	1	2	3	(4)	5
4	La funcionalidad que ofrece el panel de control apoya el proceso de la empresa	1	2	3	4	(5)
5	La navegación por el panel de control es fácil	1	2	3	(4)	5
6	El registro o modificación de información en el panel de control es fácil	1	2	3	(4)	5
7	La apariencia del panel de control es estética y agradable	1	2	3	(4)	5
8	Para usar el panel de control se requirió de una capacitación extensa	1	2	3	(4)	5
9	El panel de control presenta errores continuamente mientras se opera en él	1	2	(3)	4	5
10	Cuando se solicita información del panel de control se despliega la información en el tiempo esperado	1	2	3	(4)	5
11	Se emplea un lenguaje claro y conciso	1	2	3	(4)	5
12	Me encuentro satisfecho con el panel de control	1	2	3	4	(5)

Gracias por sus respuestas.

Total de puntuación: 49

Puntuación final debe ser mayor a 48 puntos que representa satisfacción con el uso del panel de control.

Apéndice 24.

Tabla 106.

Información relevante para análisis de viabilidad

Gastos de salarios	
Gerente	¢ 2 200 000
Asistente administrativo	¢ 850 000
Inversión inicial	
Cotización de herramienta	¢ 551 000
Mantenimiento de la herramienta	¢ 74 000
Computadora para uso de software	¢ 450 000

Tabla 107.

Amortización

Tabla de amortización	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Herramienta	¢107 500	-¢107 500	¢107 500	-¢107 500	¢107 500

Tabla 108.

Viabilidad financiera

Ingresos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total, de ingresos	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	8 000 000	8 120 000	8 241 800	8 365 427	8 490 908	
Gasto en salarios	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	3 050 000	3 355 000	3 690 500	4 059 550	4 465 505	
Mantenimiento	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	92 500	115 625	144 531	180 664	225 830	
Total, de gastos	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	3 142 500	3 470 625	3 835 031	4 240 214	4 691 335	
Utilidad bruta	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	4 857 500	4 649 375	4 406 769	4 125 213	3 799 573	
Impuesto sobre renta (30 %)	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	1 457 250	1 394 813	1 322 031	1 237 564	1 139 872	
Utilidad neta	¢	¢	¢	¢	¢	¢
	3 400 250	3 254 563	3 084 738	2 887 649	2 659 701	

Tabla 109.*Viabilidad financiera (continuación)*

Amortización		₡ 107 500	₡ 107 500	₡ 107 500	₡ 107 500	₡ 107 500
Inversión inicial	₡ 1 075 000					
Flujo de proyecto	-₡ 1 075 000	₡ 3 507 750	₡ 3 362 063	₡ 3 192 238	₡ 2 995 149	₡ 2 767 201
VAN						₡ 8 098 666
TIR						322 %