

UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA

INGENIERIA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN
PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL
PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022.

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN
LA CARRERA DE INGENIERIA
INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: SERGIO FERNANDO MURILLO TORRES

TUTOR: ING. JONATHAN PEREZ LARGAESPADA

SAN JOSE, AGOSTO, 2022

CARTA DEL TUTOR

Puntarenas, 29 de agosto de 2022

Señores:
Carrera: Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Sergio Fernando Murillo Torres, cédula de identidad número 113540236, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"Optimización de los tiempos de mantenimiento preventivo en las bahías de servicio rápido en Purdy motor Zapote, durante el primer semestre del año 2022"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes; marco teórico; marco metodológico; tabulación; análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19%
	TOTAL		94%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

JONATHAN PEREZ
LARGAESPADA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
JONATHAN PEREZ LARGAESPADA
(FIRMA)
Fecha: 2022.08.29 14:45:30 -06'00'

Nombre: Jonathan Pérez Largaespada

Cédula identidad: 205820315

Carné Colegio Profesional: NA 2871

CARTA DEL LECTOR

San José, 18 de Octubre de 2022.

Miembros del comité de Trabajos Finales de Graduación.

Universidad Hispanoamericana

Estimados Señores:

Como lector de este proyecto de graduación, he revisado el Trabajo Final de Graduación, denominado: "OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022", elaborado por el estudiante de Licenciatura: SERGIO FERNANDO MURILLO TORRES, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad Hispanoamericana, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Cordialmente,

MANUEL
ALEJANDRO
MENDEZ
FLORES (FIRMA)

Firmado digitalmente
por MANUEL
ALEJANDRO MENDEZ
FLORES (FIRMA)
Fecha: 2022.10.18
11:03:17 -06'00'

Ing. Manuel Alejandro Méndez Flores.

IPI18-990

Autorización de publicación

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 19 octubre 2022

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Sergio Fernando Murillo Torres con número de identificación 113540236 autor del trabajo de graduación titulado OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022 presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


Firma y Documento de Identidad

1 13540236

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

DECLARACIÓN JURADA

Yo Sergio Fernando Murillo Torres, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1354-0236 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecinueve días del mes de octubre del año dos mil veintidós.



Firma del estudiante

Cédula 1 1354 0236.

Dedicatoria

Este proyecto es dedicado a Dios, a mi esposa Jharumi, que me inspira día a día para ser mejor, a mis padres, Francisco y Yamileth, que me formaron, me inculcaron todos los valores que practico y todo lo bueno que soy, por supuesto, a mis hermanos, Leonardo y Adriana, que crecieron conmigo y he aprendido con ellos; y por último a todos mis compañeros de trabajo y amigos que siempre me han apoyado.

Agradecimientos

Este proyecto fue una realidad gracias al apoyo de Grupo Purdy, y todo el equipo de la sucursal de Zapote, mi casa por mucho tiempo en esta gran empresa, a Marcia como gerente y Olman como jefe de taller, a todo el equipo técnico y cuerpo de asesores, al departamento de Kaizen de Operaciones por el acompañamiento y apertura durante la investigación.

También deseo agradecer al personal docente de la UH que me formó durante estos años y a mi tutor Jonathan Perez por la paciencia y apoyo.

INDICE

Capítulo I: Introducción	1
1.1 Descripción general del proyecto	2
1.2. Identificación de la empresa.....	3
1.2.1. Descripción general de la empresa.....	3
1.2.2 Antecedentes de la empresa	3
1.2.3 Misión.....	6
1.2.4 Visión	7
1.2.5 Valores.....	7
1.2.6 Proceso productivo	8
1.3 Planteamiento del problema.....	10
1.3.1 La idea del problema.....	10
1.3.2 Definición del problema.....	11
1.3.3 Justificación	11
1.4 Objetivos del proyecto	12
1.4.1 Objetivo general.....	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.5 Alcances y limitaciones.....	13
1.5.1 Alcances	13
1.5.2 Limitaciones	14
Capítulo II: Marco Teórico.....	15
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera.....	16
2.1.1 Definición de Ingeniería	16

2.1.2 Ingeniero	16
2.1.3 Definición de Ingeniería Industrial	17
2.1.4 Mantenimiento	17
2.1.5 Mantenimiento preventivo	18
2.1.6. Control de calidad	18
2.1.7. Cuidado del cliente.....	19
2.1.8 Satisfacción del cliente.....	19
2.1.9 Expectativas del cliente.....	20
2.1.10 Servicio después de la venta	21
2.1.11 Programación de instalaciones orientadas a proceso.....	21
2.1.12 Productividad	22
2.1.13 Control de tiempo para mejorar la productividad de la empresa .	22
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.....	23
2.2.1 Metodología DMAIC.....	23
2.2.1.1 Definir	23
A. Gemba Walk.....	23
B. Diagrama de flujo.....	24
C. Cuestionarios	24
2.2.1.2 Medir	25
A. Inspección visual	25
B. Estudio de métodos.....	25
C. Estudio de tiempo con cronómetro.....	26
D. Recolección de los datos.....	26
E. Tablas de valores	26
F. Representaciones gráficas	27
G. Gráficos de control para variables.....	27

2.2.1.3 Analizar	27
A. Diagrama de Pareto.....	28
B. Diagrama de Ishikawa	29
C. Cuantificación.....	30
D. Cinco por qué	30
E. Lluvia de ideas.....	31
F. 5 S	31
2.2.1.4. Mejorar	31
A Diagramas de Gantt.....	31
B. Matriz toma decisiones.....	32
C. Plan de implementación	32
2.2.1.5 Controlar.....	33
A. Hojas de comprobación	33
B Indicadores de rendimiento de Gantt.....	34
2.3 El marco conceptual referente al impacto del proyecto.....	34
2.3.1 Tasa interna de rendimiento (TIR).....	34
2.3.2 El valor presente neto (VAN).....	35
2.3.3 El método costo-beneficio.....	35
2.3.4 Satisfacción del cliente.....	35
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....	36
Proyecto #1.....	36
Proyecto #2.....	38
Proyecto #3.....	40
Capítulo III: Marco Metodológico.....	43
3.1 Metodología para la definición del problema	44
3.1.1 Gemba Walk	44
3.1.2 Diagrama de flujo.....	44

3.1.3 Cuestionarios	44
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.....	52
3.2.1 Inspección visual.....	52
3.2.2 Estudio de métodos	52
3.2.3 Estudio de tiempos con cronómetro.....	52
3.2.4 Recolección de datos.....	53
3.2.5 Tablas de valores.....	53
3.2.6 Gráficos de control para variables	53
3.2.7 Diagrama de Ishikawa.....	53
3.2.8 Diagrama de Pareto	54
3.2.9 Cuantificación	54
3.2.10 Cinco por qué.....	54
3.2.11 5S.....	54
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....	55
3.3.1 Matriz toma decisiones	55
3.3.2 Representaciones gráficas.....	55
3.3.3 Lluvia de ideas	55
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	56
3.4.1 Plan de implementación.....	56
3.4.2 Diagrama de Gantt.....	56
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	59

3.5.1 Hojas de comprobación	59
3.5.2 Indicadores de rendimiento de Gantt.....	59
Capítulo IV: Línea base y análisis de causas.....	61
4.1. Definición del proceso.	62
4.1.1 Diagrama de flujo.....	62
4.1.2 Definición del cliente	66
4.2 Medición del proceso.....	68
4.2.1 Indicadores del proceso.....	68
4.2.1.A Espera por servicio	68
4.2.1.B Proceso técnico	68
4.2.1.C Espera por cierre	69
4.2.1.D Espera por prefacturación.....	69
4.2.1.E Espera por facturación.....	69
4.2.1.F Lead time total.....	69
4.2.3 Gráficos de control para variables	71
4.2.3.1 Gráficos de control para bahía EM1.....	73
4.2.3.2 Gráficos de control para bahía EM2.....	80
4.2.4 Inspección visual del proceso	86
4.3 Análisis del proceso.....	90
4.3.1 Gráficos de Pareto	91
4.3.2 Lluvia de ideas factor descuido del asesor	92
4.3.3 Diagrama de Ishikawa.....	93
4.3.4 Cuestionarios	95
4.3.5 Cinco por qué factor cotización de trabajos adicionales	98
4.3.6 Cinco por qué factor ítem no disponible en PMP	100

4.4 Conclusiones de la situación actual.....	102
Capítulo V: Diseño e implementación de la solución	104
5.1 Planteamiento de propuestas	105
5.2 Matriz de decisión.....	107
5.3 Plan de implementación	112
5.4 Cronograma de implementación.....	116
5.4.1 Diagrama de Gantt.....	118
5.5 Análisis económico general del proyecto.....	119
5.5.1 Análisis costo beneficio.....	119
5.5.2 Calculo del TIR	123
5.6 Plan de control y seguimiento.....	124
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones	127
6.1 Conclusiones	128
6.2 Recomendaciones.....	131
Bibliografía	132
Anexos	137
1. Orden de trabajo del Grupo Purdy Motor.....	137
2. Matriz de mantenimiento Toyota.	138
3. Aplicación de formato 4 s	139
4. Observaciones diarias para EM1 etapa de cierre de OT, primer trimestre 2022	140
5. Observaciones diarias para EM2 etapa de cierre de OT, primer trimestre 2022	143

6. Cálculo de tiquete promedio para los periodos de enero 2021 a junio 2022	146
7. Unidades atendidas como EM120 de enero 2021 a junio 2022.	147
8. Estimación de ingresos para el segundo semestre de 2022.	148

Índice de figuras

Figura 1: Primera sucursal de Purdy Motor.....	3
Figura 2: Primer taller mecánico de Purdy Motor.....	4
Figura 3: Sucursal Ciudad Toyota.....	5
Figura 4: Logo antiguo Purdy Motor.....	6
Figura 5: Logo actual Grupo Purdy.....	6
Figura 6: Diagrama de Pareto.....	29
Figura 7: Diagrama de Ishikawa.....	30
Figura 8: Matriz de operacionalización de variables y objetivos.....	46
Figura 9: Propuesta Gantt general del proyecto.....	57
Figura 10: Diagrama de flujo EM120.....	63
Figura 11: Gráfico de control de promedios enero 2022 EM1.....	74
Figura 12: Gráfico de rango enero 2022 EM1.....	75
Figura 13: Gráfico de control de promedios febrero 2022 EM1.....	76
Figura 14: Gráfico de rango para febrero 2022 EM1.....	77
Figura 15: Gráfico de control de promedios marzo 2022 EM1.....	78
Figura 16: Gráfico de rango para marzo 2022 EM1.....	79
Figura 17: Gráfico de control de promedios enero 2022 EM2.....	80
Figura 18: Gráfico de rango para enero 2022 EM2.....	81
Figura 19: Gráfico de control de promedios febrero 2022 EM2.....	82
Figura 20: Gráfico de rango para febrero 2022 EM2.....	83
Figura 21: Gráfico de control de promedios marzo 2022 EM2.....	84
Figura 22: Gráfico de rango para marzo 2022 EM2.....	85

Figura 23: Marca de inicio de proceso EM120, para la bahía EM1.....	86
Figura 24: Proceso técnico EM120	87
Figura 25: Bahías de mantenimiento EM120	88
Figura 26: Preparación de la cita	89
Figura 27: Gráfico de Pareto para los factores que afectan el cierre de la OT	91
Figura 28: Diagrama de Ishikawa para el efecto descuido del asesor	94
Figura 29: Pregunta N°1	95
Figura 30: Pregunta N°2	96
Figura 31: Pregunta N°3	97
Figura 32: Pregunta N°4	98
Figura 33: Matriz cinco por que para cotización de trabajos adicionales	99
Figura 34: Matriz cinco por que para el factor Ítem no disponible en PMP .	101
Figura 35: Diagrama de Gantt.....	118
Figura 36: Matriz RACI.....	125

Índice de tablas

Tabla 1: Herramientas aplicadas del método DMAIC según las etapas	60
Tabla 2: Representación de las oportunidades según la voz del cliente para el periodo 2021, taller zapote, bahías EM120	67
Tabla 3: Comparación de tiempos promedios ideales y tiempos actuales para el primer trimestre 2022	70
Tabla 4: Contabilización factores que generan incumplimiento en el cierre OT para el proceso EM120 durante el primer trimestre 2022	90
Tabla 5: Planteamiento de propuestas para las demoras en la etapa de cierre de la OT.	106
Tabla 6: Escala para la matriz de decisión.....	108
Tabla 7: Problema #1Seguimiento inadecuado en el proceso técnico.....	109
Tabla 8: Problema #2 Asesor desenfocado de proceso EM120.	110
Tabla 9: Problema #3 Deficiente preparación de la cita	111
Tabla 10: Plan de implementación para el problema #1	113
Tabla 11: Plan de implementación para el problema #2	114
Tabla 12: Plan de implementación para el problema #3	115
Tabla 13: Cronograma de implementación	117
Tabla 14: Costos de implementación de las propuestas (tiempo invertido).119	
Tabla 15: Costos de salarios para los participantes del proceso EM120. ...	120
Tabla 16: Cantidad de unidades atendidas como EM120 por mes.	121
Tabla 17: Costo mensual por unidad atendida.....	122
Tabla 18: Flujos de caja segundo semestre 2022.....	122
Tabla 19: Análisis costo beneficio general del proyecto.....	123

Tabla 20: Cálculo de la TIR para el segundo semestre de 2022 123

Acrónimos y siglas

DMAIC: Metodología definir, medir, analizar, implementar y controlar.

EM: express maintenance.

EM120: mantenimiento expreso con tiempo de entrega 120 minutos (incluye lavado de carrocería externo).

EM60: mantenimiento expreso con tiempo de entrega 60 minutos (no incluye lavado de carrocería externo).

JCPB: Job control processes board, pantalla de control de procesos.

Kms: kilómetros.

Lead Time: Tiempo total del proceso.

MRS: maintenance required system.

New TSA 21: Programa de entrenamiento de Toyota para asesores de servicio.

OT: orden de trabajo.

PMP: Plan de mantenimiento preventivo.

SIPP: sistema Purdy post venta.

Capítulo I: Introducción

1.1 Descripción general del proyecto

El proyecto se realiza en las bahías de mantenimiento preventivo de Purdy Motor Zapote, se delimita al proceso EM120 (duración del proceso 120 minutos). El problema que tiene la empresa es que no se está entregando el vehículo en el tiempo correcto. Se utilizan las herramientas del DMAIC para descomponer el problema e identificar que el proceso que excede hasta en 6 veces o más el tiempo requerido es el cierre de la orden de trabajo.

Se procede con el análisis del proceso de cierre de la OT y se identifica que en este proceso se acumulan tareas que pueden adelantarse y confirmarse en procesos como preparación de la cita y el proceso técnico, los factores que contribuyen a este efecto es la deficiente preparación de la cita y el seguimiento durante el proceso técnico, donde se pueden adelantar tareas como presupuestos para el cliente, preparación de la factura y adjuntar al archivo digital la hoja de comprobación de frenos.

Se establecen contramedidas para el proceso evitar este efecto en el proceso de cierre, además de delegar el seguimiento a un solo asesor, el cual debe estar enfocado únicamente en el proceso EM120.

Se evalúa desde el punto de vista económico y se determina que el proyecto es viable, por lo cual se implementa un plan piloto como evaluación inicial de los tiempos, lo cual demuestra que el proceso si se puede cumplir en el tiempo estimado por el distribuidor. Se establecen recomendaciones para mantener el proceso bajo control y complementos que ayuden a establecer prioridad de atención.

1.2. Identificación de la empresa.

1.2.1. Descripción general de la empresa

Grupo Purdy, es la empresa automotriz líder del mercado, se dedica a la industria de la movilidad y los servicios de valor agregado que complementa este sector, opera en Costa Rica y Estados Unidos, con 21 sucursales al inicio del 2021 y emplea 1473 colaboradores, los cuales denominada Gente Purdy.

En nuestro país es el distribuidor de los productos del grupo Toyota, a saber, Toyota, Lexus e Hino. Además, Ford, Volkswagen y Subaru. Opera 3 sucursales en el mercado estadounidense, estado de Texas desde el 2013, donde tiene presencia con la marca Toyota y Lexus.

La venta de vehículos nuevos representa el eje principal de su negocio, también venta de repuestos, servicio de taller mecánico, enderezado y pintura. Como complemento de sus servicios tiene una corredora de seguros, un brazo financiero llamado Cafsa y un servicio de movilidad multimodal llamado Kinto.

1.2.2 Antecedentes de la empresa

Fue fundada el 7 de enero de 1957, como Purdy Motor, por el señor Xavier Quirós Oreamuno, en San José centro, con tan solo 4 colaboradores, al importar 2 vehículos Toyota para su comercialización, de esta forma se convierte en el cuarto distribuidor Toyota Motor Company. En la figura 1 se presenta la fotografía de la primera sucursal de Purdy Motor; y en la figura 2 se muestra el primer taller de servicio.

Figura 1

Primera sucursal de Purdy Motor.



Fuente: archivo interno Grupo Purdy

Figura 2

Primer taller mecánico de Purdy Motor



Fuente: archivo interno Grupo Purdy

Para el año 1964 se funda la ensambladora ECASA, y para 1971 se posiciona como el número 1 en ventas con el Toyota Corolla.

En la década de 1980, asume la dirección de la empresa la segunda generación de la familia, Javier y Amadeo Quirós, debido al fallecimiento de su padre fundador de la empresa en 1981. En 1998, los hermanos Quirós crean una junta directiva y un equipo de gerentes, los cuales apoyan en la dirección de la empresa.

El nuevo milenio trajo un gran crecimiento de la empresa, para el año 2004, se vende en Costa Rica el primer vehículo híbrido en Latinoamérica, Toyota Prius. En 2005 innovó con el primer punto de venta en un centro comercial,

en el cantón de la Unión, también se adquiere la representación de la marca de camiones Hino, y al año siguiente se construye el complejo llamado Ciudad Toyota en la Uruca, San José. En la figura 3 se muestra la sede principal de la empresa.

Figura 3

Sucursal Ciudad Toyota



Fuente: archivo interno Grupo Purdy

Para el 2012 se introduce de manera formal la marca Lexus en nuestro país y se construye la sucursal de Torre Lexus. Además, en 2013, se compra de primer distribuidor en el estado norteamericano de Texas, incursionando en el mercado automotriz más importante del mundo.

Para el 2019 se compra la empresa Automotriz, la cual posee los derechos de las marcas Ford y Volkswagen, así como la introducción del servicio multimodal de movilidad Kinto. Para el 2020 la empresa se certifica como Carbono Neutral Plus, siendo la primera empresa automotriz latinoamericana en lograrlo.

En el año 2021, se anunció la representación de Subaru, la cual mundialmente tiene participación accionaria de Toyota Motor Company, además la empresa comunicó la venta del 10% de sus acciones a Toyota Tsusho Corporation, y en diciembre del mismo año cambió de imagen, logo,

visión y misión, en las figuras 4 y 5 corresponden al logo anterior y logo actual de la empresa respectivamente.

Figura 4

Logo antiguo Purdy Motor (1998-2021)



Fuente: archivo interno Grupo Purdy

Figura 5

Logo actual Grupo Purdy



Fuente: archivo interno Grupo Purdy

1.2.3 Misión

Liderar con integridad y servir con excelencia a través de un equipo excepcional, nuestra gran familia llamada: Gente Purdy.

1.2.4 Visión

Facilitar y conectar la vida de las personas creando un nuevo mundo de movilidad confiable y sostenible.

1.2.5 Valores

- Espíritu de servicio: siempre decimos sí podemos y tratamos a nuestros clientes como nos gustaría ser tratados.
- Servicio al cliente interno y atención de nuestra gente es clave.
- Realizamos bien nuestras labores desde la primera vez.
- Buscamos día a día hacer nuestras labores mejor y más eficientemente.
- Practicamos lo que predicamos.
- Nos comportamos éticamente y con puntualidad.
- Los valores familiares guían nuestras relaciones.
- Nos entusiasma el mundo automotriz
- Contribuimos responsablemente a mejorar nuestra comunidad y medio ambiente.
- Entendemos y respetamos la cultura, variedad de idiosincrasia de nuestros compañeros de trabajo y de los sitios donde operamos.

Fuente: página web de Grupo Purdy www.grupopurdy.com/es/nosotros/

1.2.6 Proceso productivo

La empresa se dedica a la comercialización de vehículos, nuevos y usados, y sus servicios complementarios, entre ellos el servicio de taller mecánico, área de la empresa donde se enfocará el presente proyecto. En el caso específico del taller de zapote, el mismo atiende mantenimientos preventivos y correctivos, que abarcan una importante cantidad de labores, desde el servicio más rápido y sencillo como un cambio de aceite de motor, hasta reparaciones de motor, cajas de cambios, entre otros.

El mantenimiento preventivo o servicio rápido, comprende dos bahías con tres técnicos cada una, donde se desarrollan labores según la matriz de mantenimiento del fabricante de cada vehículo, las cuales varían según el kilometraje y la marca.

El proceso inicia desde la asignación de la cita, esta labor la realiza el contact center nacional, ya sea, por solicitud del cliente o por medio del sistema de recordatorio de mantenimiento, MRS, por sus siglas en inglés, que posee la empresa, el cual emite la alertas y los funcionarios se ponen en contacto con el cliente, por medio de teléfono, mensaje de texto SMS o correo, también el cliente puede contactar a la empresa por medio de aplicación Purdy Go y por Whats App.

Una vez definida la cita, se refleja en la pantalla de control de procesos, la cual es revisada por los asesores de servicio, desde los días previos para asegurar la disponibilidad de los repuestos. El día hábil antes de la cita, el asesor imprime las órdenes de trabajo, revisa el histórico de servicios para confirmar las recomendaciones y/o notas de servicios anteriores, también se hace un alistado de los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento.

El día de la cita, el cliente es atendido por el asesor de servicio, quien es el enlace entre los técnicos de taller y el cliente, como parte del protocolo, el asesor confirma los datos del cliente, datos del vehículo, mantenimiento a realizar, costo aproximado y tiempo requerido, también le consulta al cliente

si desea el lavado externo del vehículo, en caso afirmativo el tiempo estimado será de 120 minutos (EM120), en caso de que no desee lavado se denomina EM60, es decir, el tiempo del servicio será de 60 minutos.

Se realiza un inventario general del vehículo, en compañía del cliente, además se colocan cobertores plásticos en asiento de conductor, palanca de freno de estacionamiento y palanca de transmisión, ya sea el asesor o el técnico líder de la bahía ingresa el vehículo para realizar el mantenimiento, a continuación, se detallan las labores que desarrollan los técnicos:

- Cambio de aceite de motor.
- Cambio y limpieza del filtro de aire de motor.
- Balanceo, rotación y alineamiento de las ruedas.
- Reemplazo de filtro de combustible.
- Reemplazo de bujías en vehículos motor gasolina.
- Limpieza y ajuste de frenos.
- Engrase general.
- Cambio aceites de transmisión, diferenciales y transfer (cuando aplique).
- Cambio de líquido de frenos.
- Resoque e inspección de suspensión.
- Limpieza de inyectores por recirculación.
- Inspección general de mantenimiento (revisión de luces, estado de bujes, revisión de fajas de motor, revisión de escobillas limpiaparabrisas).

Durante el proceso técnico pueden surgir demoras o trabajos adicionales, que se procuran solucionar rápidamente para no atrasar la operación, posterior al mantenimiento preventivo, uno de los técnicos lleva el vehículo a lavado si así corresponde y el asesor de servicio se encarga de preparar la factura, recomendar servicios adicionales o futuros según la necesidad.

El proceso finaliza cuando se emite la factura y se entrega el vehículo al cliente, en la entrega se debe explicar los servicios realizados, explicar las recomendaciones y recordar el próximo mantenimiento.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 La idea del problema

El mercado automotriz en Costa Rica se ha desacelerado en los últimos años, con la contingencia sanitaria mundial el crecimiento ha sido menor, en nuestro país cada día se venden menos vehículos por tal motivo los distribuidores y representantes de las diferentes marcas deben crear lazos fuertes con sus clientes y potenciales clientes, para atraer nuevos prospectos y retener a los clientes actuales en la marca.

El servicio de postventa, tanto en servicio, como de venta de repuestos, debe ser ágil, eficiente y puntual, para garantizar la permanencia del cliente en el círculo de lealtad de la marca, el servicio rápido o mantenimiento express debe cumplir las expectativas del cliente, ser preciso y puntual; desde el 2012, Grupo Purdy ha realizado mejoras al proceso de mantenimiento preventivo, con importantes implementaciones, como el uso de un sistema de pre-alistado de los repuestos desde el día anterior, equipos exclusivos para los técnicos de mantenimientos preventivo, uso de indicadores visuales para mejorar el seguimiento por parte del asesor de servicio, entre otros, sin embargo con el paso del tiempo se ha descuidado el seguimiento al proceso de trabajo y se ha perdido la mejora continua del proceso.

Además, en los procesos internos existen esperas que extienden el tiempo total del servicio, de tal modo que el asesor de servicio le propone al cliente un tiempo de entrega mayor al ideal, mismo que desalienta al cliente esperar en el taller la finalización del servicio, retirando el vehículo al final del día o incluso al día siguiente. Derivado de lo anterior, durante el 2020 y 2021, se

hizo evidente tener y mejorar el servicio donde el tiempo de espera sea el mínimo para el cliente, para evitar conglomeraciones en las salas de espera u horas “pico”.

1.3.2 Definición del problema

Los tiempos de servicio de EM120 se han extendido a niveles muy altos, tiempos de más de 5 horas de servicio; solo se está cumpliendo en el 38.05% de los casos, según el análisis de datos realizado por la empresa en el periodo comprendido entre enero y octubre de 2021, en la sucursal de zapote, la expectativa de la empresa es despachar el 90% a tiempo, de esta forma la organización busca demostrar el respeto por el cliente, y cumplir el valor de la gente Purdy de la puntualidad. Además, busca elevar la productividad a 10 servicios realizados en promedio por día hábil, incluyendo el EM60 y EM120.

Desde el punto de vista económico, al optimizar los tiempos de los servicios de mantenimiento preventivo se estima que se puede atender 1 unidad extra EM120 por día, lo que representa \$4494 mensuales, según el tiquete promedio de mantenimiento EM120, para el periodo comprendido entre enero y octubre 2021. Además, al cliente se le respetará lo prometido de atender el vehículo en el tiempo prometido desde la asignación de la cita, donde el cliente ya tiene un tiempo estimado para seguir con su agenda, puede esperar por el vehículo y confiar en el proceso.

1.3.3 Justificación

La realización de este proyecto apoyará a Grupo Purdy a diferenciarse de la competencia, donde en promedio se dura 1 día hábil o más, para hacer el mantenimiento preventivo, esto permitirá a la empresa ofrecer a sus clientes menos tiempo del vehículo en el taller, optimizando sus vehículos

particulares, flotas, y vehículos de servicios de emergencia (fuerza pública, policía de tránsito, bomberos, cruz roja, entre otros). Además, será una guía para implementar las mejoras del proceso en las demás sucursales, de forma que se estandarice el proceso de mantenimiento EM120.

Desde el punto de vista académico, aportará la experiencia en el campo para desarrollar de forma exitosa los proyectos de mejora que se presenten en el ejercicio de su carrera como futuro ingeniero, y llenará un vacío sobre la investigación en los procesos de mejora en los talleres automotrices.

La realización de este proyecto dotará de herramientas a la empresa para medir de forma correcta el proceso, conservar datos históricos y además, este proyecto será un punto de partida para la toma de decisiones y ajuste del proceso en futuras mejoras, siguiendo la cultura de mejora continua.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Definir el proceso de mantenimiento preventivo EM120, mediante un diagrama de flujo para determinar las entidades involucradas en el proceso y la duración de cada actividad.
- Medir el proceso actual apoyado en el uso de los indicadores del proceso para determinar cuáles etapas presentan mayores demoras y

enfocar las contramedidas en los subprocesos con mayor variación según los tiempos meta.

- Analizar a través de herramientas de mejora continua, los datos obtenidos a partir de las mediciones de tiempo y observaciones en el campo, con el uso de gráficos de control X-R para determinar los puntos donde el proceso supera el límite de control superior.
- Cuantificar los factores que generan incumplimientos de los tiempos meta de servicio, para determinar la causa raíz de los 3 factores con mayor impacto en el proyecto con el uso de gráficos de Pareto, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, cinco por qué y cuestionarios.
- Plantear soluciones, basado en la causa raíz de los factores que generan incumplimientos de los tiempos meta, a través de matrices de implementación para elegir la alternativa que mejor se adapte a las necesidades de tiempo, costo, valor agregado para el cliente y cambio en el proceso actual que mejor se adapte.
- Implementar las soluciones propuestas con mayor puntuación según las matrices de decisión mediante un cronograma y diagrama de Gantt que establezca las responsabilidades de cada una de las personas involucradas en esta etapa.
- Controlar el proceso con las mejoras implementadas, para darle el seguimiento periódico, mejorar continuamente el proceso y asegurar que las soluciones se ejecutan correctamente según lo planeado.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

Este proyecto se desarrollará en la sucursal de Grupo Purdy ubicada en Zapote, San José, Costa Rica, durante el primer semestre del 2022, en las

bahías de servicio rápido, (mantenimiento preventivo EM120) del taller de servicio, donde se atiende las marcas de vehículos Toyota, Subaru y Lexus. El taller de servicio de Zapote posee dos bahías de servicio rápido, en promedio cada una atiende 224 vehículos al mes, de las cuales el 45.76% corresponde al servicio EM120, que es el proceso que se optimizará en el presente proyecto.

Se identificarán las demoras entre los diferentes subprocesos productivos para implementar las mejoras necesarias y cumplir con el indicador de orden entregada a tiempo del 38.05% para lograr el 75% según la expectativa de la organización.

La empresa se beneficiará del presente proyecto, ya que puede replicar el modelo en las diferentes sucursales en nuestro país.

1.5.2 Limitaciones

La empresa no permite realizar cambios al proceso de mantenimiento preventivo realizado por los técnicos, ya que el procedimiento de operación estándar está autorizado y especificado por los fabricantes de los vehículos.

La empresa se reserva el derecho de compartir las cifras mensuales de facturación y otros datos financieros que considere confidenciales.

Pueden existir variaciones en los datos del sistema informático con las muestras presenciales ya que el sistema informático en ocasiones sufre caídas y, además, existen mantenimientos que se deben facturar a una cuenta prepago que en ocasiones requiere asistencia de los encargados del proceso.

Capítulo II: Marco Teórico

En este capítulo se abordan los conceptos teóricos adquiridos y relacionados al proyecto, tanto de la carrera de Ingeniería Industrial como conceptos básicos de mantenimiento preventivo vehicular para comprender mejor los conceptos utilizados en los próximos capítulos.

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

2.1.1 Definición de Ingeniería

El Consejo de Acreditación para la ingeniería y la Tecnología de Estados Unidos de América, citado por Baca Urbina, define: la ingeniería es la profesión en la que los conocimientos de matemáticas y ciencias naturales, obtenidos a través del estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con juicio para desarrollar diversas formas de utilizar, de manera económica, las fuerzas y los materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad (Baca Urbina, 2015, p. 15).

2.1.2 Ingeniero

Baca Urbina (2015), deduce y considera que el ingeniero “es aquella persona que, con cierta base científica, diseña o construye máquinas y aplica su conocimiento e ingenio para resolver problemas en bien de la comunidad; también, tiene la aceptación de guía o líder” (p. 15).

Este mismo autor también menciona también define al ingeniero como: “aquel profesional que tiene conocimientos adquiridos con base en estudio, que posee un talento natural, que es creativo y que aplica sus conocimientos en el diseño de máquinas y procesos industriales para el beneficio de la humanidad (Baca Urbina, 2015, p. 15).

2.1.3 Definición de Ingeniería Industrial

Para la Universidad de Galileo (2022) *“La Ingeniería Industrial integra prácticas y funciones de recursos humanos, materiales, sistemas financieros y de información, entre otras, para aumentar la productividad de una empresa...esta rama de la ingeniería es multidisciplinaria y se especializa en conocimientos de funciones importantes para el crecimiento de una empresa, como lo son la producción, la administración, las finanzas y la economía. La Ingeniería Industrial se ocupa de la optimización del uso de recursos humanos, técnicos e informativos, y del manejo y gestión óptimos de los sistemas de transformación de bienes y servicios de una empresa o compañía. (párr. 1,2 y 3).*

“Ingeniería Industrial: Área encargada de la elaboración de los productos, en todos los sentidos, de la empresa o la organización. Se enfoca principalmente en la optimización del empleo de todos los insumos del proceso productivo, como materias primas, mano de obra, energía eléctrica, entre otros” (Baca Urbina, 2015, p. 31).

2.1.4 Mantenimiento

Son las actividades que permiten mantener los equipos de un sistema en buen estado de funcionamiento (Heizer y Render, 2015, p. 282). Estos autores también hacen énfasis al concepto de fiabilidad, donde lo definen como *“es la probabilidad de que una pieza de una máquina o un producto funcionen correctamente durante un periodo de tiempo determinado, bajo unas condiciones establecidas” (p. 282).* Es decir, un correcto mantenimiento proporcionará seguridad que el equipo opere de forma adecuada.

2.1.5 Mantenimiento preventivo

Plan que implica realizar inspecciones y servicios rutinarios y mantener las instalaciones en buen estado para prevenir averías...también implica el diseño de sistemas técnicos y humanos que mantendrán funcionando el proceso productivo dentro de los límites de tolerancia, lo que permite que el sistema funciona según lo diseñado (Heizer y Render, 2015, p. 282), de esta afirmación podemos llevarlo al contexto automotriz podemos relacionarlo con “la atención temprana de los distintos componentes del vehículo, sea que se alcance primero el kilometraje debido o bien el tiempo transcurrido” (Car Club Firestone, 2022 ,párr. 3).

También esta empresa hace la comparación con los conocimientos populares sobre mantenimiento preventivo vehicular “Tradicionalmente asociamos mantenimiento del vehículo sólo con cambio de aceite de motor; sin embargo, nuestro vehículo para operar tiene más componentes como ruedas, frenos, articulaciones en la suspensión, un sistema de enfriamiento para el motor y otro para la cabina (aire acondicionado) entre otros. Todos estos componentes requieren atención periódica para su buen funcionamiento, esto se conoce como mantenimiento preventivo”. (Car Club Firestone, 2022, párr.1 y 2).

2.1.6. Control de calidad

Según Ishikawa (citado por Baca Urbina, 2015): “Proporcionar el control de calidad es “desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor”. (p. 118)

Partiendo de la definición anterior, se puede comentar que la calidad de un producto depende, fundamentalmente, de dos elementos relacionados: la decisión del cliente, la cual deriva en sus necesidades y experiencias, así

como de la perspectiva individual de las personas; y el análisis de los procesos que fabrican el bien o servicio (Baca Urbina, 2015, p. 118).

2.1.7. Cuidado del cliente

Dentro del programa de capacitación para asesores de servicio de Toyota Motor Company, TSA-21, asesor de servicio de Toyota, por sus siglas en inglés, menciona define el cuidado al cliente como” es la habilidad para relacionarse y comunicarse con otras personas

Ejemplos importantes son:

- La capacidad para saludar y dar la bienvenida a los clientes.
- La capacidad para mostrar amabilidad y cortesía.
- La capacidad para escuchar, preguntar y recomendar a los clientes.
- La capacidad para mostrar respeto por los sentimientos de los demás”.

(Toyota Service Advisor Program, New TSA-21, sin fecha, Modulo 2, diap. 4).

2.1.8 Satisfacción del cliente

Dentro del mismo programa de capacitación también se menciona las 4 acciones de satisfacción del cliente

1. Promover: los beneficios del servicio, de los repuestos y los accesorios Toyota, e incentivar a los clientes a que hagan citas cuando hable con ellos. Hablarles sobre los beneficios de usar el servicio Toyota, tales como, técnicos capacitados y repuestos genuinos, por ejemplo.
2. Recomendar: dar la bienvenida al cliente. Escuchar las solicitudes y requerimientos de los clientes. Determinar lo que realmente necesitan, y darles la mejor recomendación sugiriendo el servicio más efectivo al costo basándose en la condición del vehículo.

3. Construir confianza: significa crear una relación confiable entre el asesor de servicio y el cliente.
4. Satisfacer: siempre apuntar a superar las expectativas básicas del cliente. Hacer el trabajo bien la primera vez, dar explicaciones claras sobre lo que se hizo, y hacer el seguimiento para asegurarse que el cliente esté completamente satisfecho.

(Toyota Service Advisor Program, New TSA-21, sin fecha, Modulo 2, diap. 7).

Las ventajas de un proceso más enfocado al cliente pueden incrementar el valor neto para el cliente. Algunos clientes buscan la participación activa y el control sobre el proceso de servicio, en particular si disfrutan ahorros tanto en precio como tiempo. El administrador debe evaluar si las ventajas compensan las desventajas, juzgando los términos de las prioridades competitivas y satisfacción del cliente. (Krajewski, Malhotra y Ritzman, 2013, p. 123).

2.1.9 Expectativas del cliente.

Según el New TSA-21, define cuatro expectativas principales del cliente, a saber:

1. Servicio personalizado.
2. Honestidad.
3. Valor por el dinero.
4. Conveniencia.

2.1.10 Servicio después de la venta

Una característica esencial de la satisfacción del cliente se presenta después de la venta. Una organización puede crear una ventaja en el mercado por ser la mejor, además de su desempeño, entrega y precios. La calidad del servicio es un producto, por consiguiente, se puede mejorar y controlar. (Besterfield, 2009, p. 40).

Besterfield (2009) también menciona que los aspectos básicos de la calidad desde la perspectiva del cliente, los cuales define:

- Obtener el punto de vista del cliente.
- Cumplir las expectativas del cliente, entregando lo que se promete.
- Hacer que el cliente se sienta apreciado.
- Responder todas las quejas.
- Abundar en la respuesta al cliente. (p. 40).

2.1.11 Programación de instalaciones orientadas a proceso

Para Heizer y Render (2015) describen que, para los talleres, la programación es “contra los pedidos del cliente, en la que los cambios tanto en el volumen como en la variedad de trabajos/clientes/pacientes son frecuentes. Los programas se centran a menudo en las fechas previstas de entrega, con el proceso de carga refinado con técnicas de carga finitas. (p. 206).

En esta literatura también se menciona “los artículos producidos difieren entre ellos considerablemente, así como los conocimientos y habilidades, material, y equipamiento requeridos para elaborarlos. La programación exige que se conozca la secuencia de trabajo (su hoja de ruta), el tiempo requerido

para cada artículo, y la capacidad y disponibilidad de cada centro de trabajo. La variedad de productos y sus singulares requisitos hacen que la programación sea a menudo compleja” (p. 206).

2.1.12 Productividad

La productividad (P) es entendida como la relación volumétrica, es decir, no dineraria, entre los resultados producidos y los insumos utilizados en un periodo determinado (Baca Urbina, 2015, p. 75).

$P = \text{Volumen de resultados obtenidos} / \text{Volumen de insumos utilizados}$.

2.1.13 Control de tiempo para mejorar la productividad de la empresa

Según (Kyocera Document Solutions, 2022) “optimizar el tiempo de los trabajadores es una de las principales prioridades de las empresas, y es que esto recoge dos objetivos, por un lado, controlar los costes de la empresa y, por otro lado, aumentar la productividad sin necesidad de recurrir a nuevas contrataciones o a horas extras.

Para poder conseguirlo es necesario poner especial atención en cosas como: una buena programación del trabajo, control sobre el descanso de los trabajadores, estudio del rendimiento obtenido en función del trabajo realizado o, poder identificar los principales puntos de pérdida de tiempo” (párr. 4 y 5).

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

En este apartado se explicará con detalle las fases de la metodología DMAIC, el cual será la metodología seleccionada para desarrollar el proyecto, además se explicará las diferentes herramientas complementarias que se utilizarán en cada una de las etapas.

2.2.1 Metodología DMAIC

Según Dropbox (2022) “DMAIC es un enfoque de resolución de problemas basado en datos que ayuda a realizar mejoras y optimizaciones incrementales en los productos, diseños y procesos comerciales. Fue creado en los años 1980 como parte de la metodología Six Sigma por el ingeniero de Motorola, Bill Smith. El enfoque Six Sigma fue diseñado para impulsar la mejora continua de los procesos de fabricación utilizando datos y estadísticas” (párr. 2).

La metodología es definida por Torres (2022) como “teoría de los procedimientos generales de investigación que describen las características que adopta el proceso general del conocimiento científico y las etapas en que éste se divide”.

Relacionando ambos conceptos se puede afirmar que la metodología DMAIC son procedimientos enfocados en solucionar problemas, basados en datos científicos, y dividido en etapas definidas. (p. 367).

2.2.1.1 Definir

Es la primera etapa del proceso DMAIC, según Gutiérrez y Vara (2013) “en la que se enfoca y delimita el proyecto, precisando por qué se hace, los beneficios esperados y las métricas con las que se medirá su éxito” (p. 404). A continuación, se describen las herramientas utilizadas para describir los procesos

A. Gemba Walk

Para De León (2022) “significa ir al lugar donde suceden las cosas, observar el proceso, entender la manera en como se está desarrollando el trabajo, hacer preguntas y aprender para mejorar de forma continua los procesos”. (párr 9).

También este autor menciona que “La Caminata Gemba se basa en identificar el valor agregado en el proceso, en observar y buscar entender ¿Por qué se están haciendo las cosas de esta manera? Buscar oportunidades para facilitar el trabajo, las actividades, las condiciones, las herramientas, la comunicación, etc.” (párr 14).

B. Diagrama de flujo

Los autores Gutiérrez Pulido y Vara Salazar (2013) lo describen como “una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso” (p. 158).

C. Cuestionarios

Un cuestionario es un conjunto de preguntas sobre una o más variables o conceptos que se van a medir o evaluar. El contenido de las preguntas de un cuestionario es tan variado como los aspectos que mide. Básicamente, se consideran dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas.

Las preguntas cerradas contienen opciones de respuesta que han sido definidas previamente. Es decir, se presentan las posibilidades de respuesta a los participantes, quienes deben escoger una. Pueden ser dicotómicas (dos posibilidades de respuesta) o incluir varias opciones de respuesta. En cambio, en las preguntas abiertas no delimitas las opciones de respuesta, son diversas, de antemano, por lo cual el número de opciones es muy

elevado y puede variar entre diferentes poblaciones (Hernández, Mendoza, Méndez y Cuevas, 2019, p.113).

Las encuestas son el método más utilizado en la actualidad para obtener datos de fuentes primarias. Para que la entrevista personal sea un instrumento valioso para la cuantificación del consumo de productos, hay dos aspectos básicos que se deben considerar: las preguntas en la entrevista y la estratificación de la muestra. (Baca Urbina, 2015, p.266).

2.2.1.2 Medir

“Segunda fase de DMAMC, donde se entiende y cuantifica mejor la magnitud del problema. Además, se debe mostrar evidencia de que se tiene un sistema de medición adecuado...el objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Por ello, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento” (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 406).

A. Inspección visual

La inspección visual no sólo es importante como método de ensayo no destructivo de amplísimo campo de aplicaciones, sino esencial como metaensayo; esto es, por ser imprescindible para la adquisición de los resultados obtenidos mediante otros ensayos, así como muy conveniente como protoensayo; o sea, como ensayo previo y preliminar a cualquier otro. (Gómez y Delojo, 2011, p.33).

B. Estudio de métodos

Es estudio de métodos (EM), también conocido como análisis de métodos, se centra en determinar cómo se realiza un trabajo considerando que las tareas o actividades pueden ser realizadas por un solo operario o por un

grupo de ellos, utilizando herramientas, equipo o maquinaria... se puede definir como el registro y el examen crítico-sistemático que se efectúa a las maneras de realizar actividades, con el fin de proponer mejoras que incrementen el rendimiento de los empleados y la calidad de los productos y/o servicios resultado de su trabajo (Baca Urbina, 2015, p.176 y 177).

C. Estudio de tiempo con cronómetro

Su objetivo es registrar los tiempos de ejecución de las actividades de los empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronómetro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas (Baca Urbina, 2015, p. 187). Dentro de los puntos más importantes que señala el autor es que el empleado que se utilizará como estudio sea el trabajador con desempeño promedio, además de seleccionar correctamente la muestra para hacer el estudio.

D. Recolección de los datos

Se pueden reunir datos por observación directa, o en forma indirecta a través de preguntas escritas o verbales. Esta última técnica la usa extensamente el personal de Investigación de mercado, y los encuestadores de opinión pública. Los datos que se recolectan para fines de calidad se obtienen por observación directa, y se clasifican como variables o atributos. Las variables son aquellas características de la calidad que se pueden medir, como peso en gramos. Los atributos, por otra parte, son aquellas características de calidad que se clasifican como conformes o no conformes a las especificaciones, como un “calibrador pasa-no pasa.” (Besterfield, 2009, p. 119).

E. Tablas de valores

La tabla de valores es una herramienta matemática que fue creada con el propósito de ayudar a representar valores de manera más sencilla y fácil de entender. Se trata de una especie de lista en la que se almacenan o recogen algunos resultados que vienen de evaluaciones a un determinado intervalo de una función...sirve para poder representar dos o más valores. (Estudianteo, 2022, párr.1).

F. Representaciones gráficas

“Una gráfica es una presentación pictórica de la relación entre variables. En estadística se emplean muchos tipos de gráficas, lo cual depende de la naturaleza de los datos involucrados y del propósito para el que se pretende usar la gráfica. Entre las gráficas están las gráficas de barras, gráficas de pastel, pictografías, etcétera” (Spiegel y Stephens, 2020, p. 5).

G. Gráficos de control para variables

Para indicar cuándo las variaciones observadas en la calidad son mayores que las que causaría la casualidad, se usa el método de análisis y presentación de datos llamado gráfica de control. El método de la gráfica de control para variables es un medio de visualizar las variaciones que se presentan en la tendencia central y en la dispersión de un conjunto de observaciones. Es un registro gráfico de la calidad de determinada característica. Muestra si el proceso está o no en un estado estable (Besterfield, 2009, p. 182).

2.2.1.3 Analizar

Tercera etapa de DMAMC, en donde se identifican y confirman las causas, además se entiende cómo generan el problema...la meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos.

Entonces, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 406).

A. Diagrama de Pareto

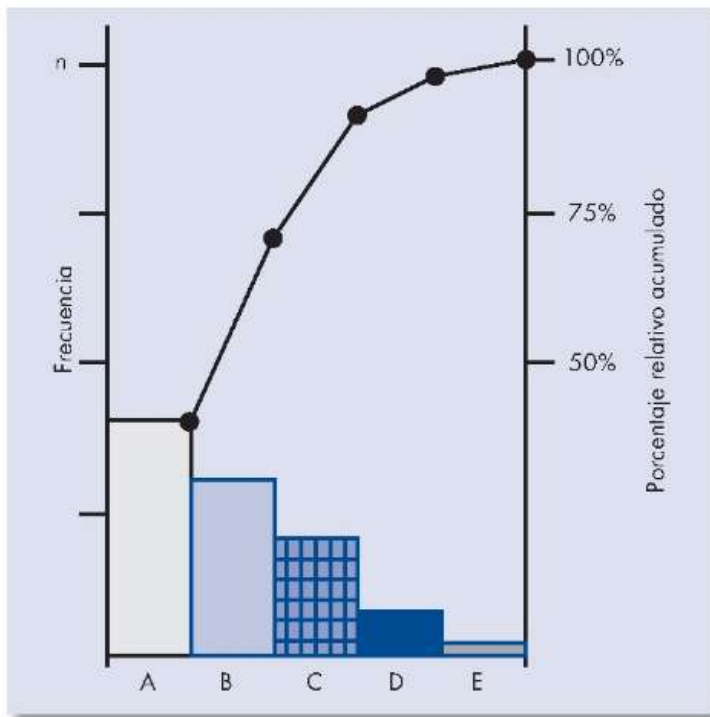
Para (Besterfield, 2009) es una gráfica que clasifica los datos en orden descendente, de izquierda a derecha. (p. 78).

“Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” al trabajar en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos puedan tener mayor impacto”. (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 136).

Se debe tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no corresponden a un proceso lineal, más bien se refieren a que el 20 % del total de las causas origina el 80 % de los efectos. Si resolvemos este 20 % de las causas, resolveremos el 80 % de las consecuencias (Lizarzaburu, Chávez, Barriga y Castro, 2018, p. 198). En la imagen 6 se presenta el gráfico de Pareto.

Figura 6.

Diagrama de Pareto.



Fuente: Baca Urbina, 2015, p. 124

B. Diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto).

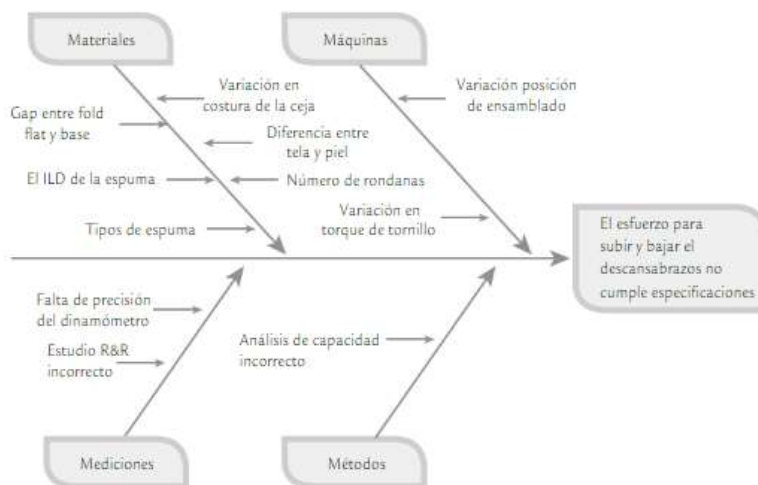
El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas". (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 147).

Un diagrama de causa y efecto (C&E) es una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar una relación significativa entre un

efecto y sus causas (Besterfield, 2009, p. 81). En la imagen 7 se representa el diagrama de Ishikawa.

Figura 7.

Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Gutiérrez y Vara, 2013, p. 237.

C. Cuantificación.

En matemáticas y ciencias empíricas, la cuantificación es el acto de contar y medir que mapea las observaciones de los sentidos humanos y las experiencias en cantidades. La cuantificación en este sentido es fundamental para el método científico. (Aleph, 2022, párr. 1).

D. Cinco por qué.

Técnica que busca profundizar en el análisis de causas, preguntando y respondiendo en forma sucesiva el por qué de un problema. (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 407).

E. Lluvia de ideas

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 153).

F. 5 S

La denominación 5 S proviene de los vocablos japoneses seiri (clasificar y hacer sitio), seiton (ordenar y configurar), seiso (fregar y limpiar), seiketsu (mantener la salubridad y limpieza de uno mismo y del lugar de trabajo) y shitsuke (autodisciplina y estandarización de estas prácticas). (Heizer y Render, 2015, p.249).

2.2.1.4. Mejorar

El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 407).

A. Diagramas de Gantt

Diagramas de planificación usados para programar recursos y asignar duraciones y fechas, son ayudas visuales que son útiles en la carga y la programación. El nombre proviene de Henry Gantt, que los desarrolló a

finales del siglo XIX. Los diagramas muestran el uso de recursos, tales como los centros de trabajo o la mano de obra. Cuando se usan para cargar, los diagramas de Gantt muestran los tiempos de carga e inactividad de diferentes departamentos, máquinas o instalaciones. Muestran las cargas de trabajo relativas en el sistema para que el directivo sepa qué ajustes son los apropiados. (Heizer y Render, 2015, p. 208).

B. Matriz toma decisiones

La matriz de decisión es una herramienta gráfica que ayuda a una persona o grupo de personas a tomar decisiones racionales ante diferentes alternativas posibles...es una manera objetiva de tomar decisiones porque se utiliza un proceso estructurado y un método sistemático. Utiliza números para valorar, de esa manera se usa un lenguaje universal. Puesto que se pondera numéricamente el cumplimiento de cada alternativa o criterio empleado. Luego se integran los resultados en una calificación general. Para decidir se elige la alternativa con mayor puntuación. (Economipedia, 2022, párr. 1 y 3).

C. Plan de implementación.

Un plan de implementación es un documento en el que se detallan los pasos que debe seguir un equipo para lograr una meta u objetivo compartidos. La planificación de la implementación es la contrapartida del plan estratégico. Si en el plan estratégico se detallan las estrategias que se usarán para cumplir con un objetivo específico, en el plan de implementación se describe paso a paso cómo se alcanzará ese objetivo.

El propósito de contar con un plan de implementación es garantizar que el equipo pueda responder quién, qué, cuándo, cómo y por qué se lleva a cabo el proyecto antes de avanzar a la etapa de ejecución. En pocas palabras, es el plan de acción con el que se transforma a la estrategia en tareas específicas

(Asana, 2022. Párr. 4 y 5).

2.2.1.5 Controlar

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso, por lo que se pueden presentar resistencias y complicaciones (Gutiérrez y Vara, 2013, p. 408).

A. Hojas de comprobación

El objetivo principal de las hojas de comprobación es asegurar que los datos se reúnan con cuidado y fidelidad por parte del personal de operación para controlar el proceso y resolver problemas. Los datos deben presentarse de tal manera que se puedan utilizar y analizar con rapidez y facilidad. La forma de la hoja de comprobación se adapta para cada situación y la diseña el equipo del proyecto. (Besterfield, 2009, p. 84).

Para Gutiérrez y Vara Salazar (2013), la hoja de verificación es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos. Una buena hoja de verificación debe reunir la característica de que, visualmente, permita hacer un primer análisis para apreciar las principales características de la información buscada. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.

- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora. (p. 143)

B. Indicadores de rendimiento de Gantt

Un diagrama de programación de Gantt se utiliza para realizar el seguimiento de los trabajos en curso (y también se usa para la programación de proyectos). Indica qué trabajos cumplen el programa y cuáles están adelantados o retrasados respecto a lo programado. (Heizer y Render, 2015, p. 208).

El diagrama de Gantt de seguimiento le permite al equipo del proyecto actualizar constantemente el estado del proyecto registrando la finalización de cada tarea en la línea base del cronograma. Más que los costos de control o gastos del presupuesto, un diagrama de Gantt de seguimiento identifica el grado de realización que cada tarea ha alcanzado en una fecha específica del proyecto (Pinto, 2015, p.438).

2.3 El marco conceptual referente al impacto del proyecto.

En este apartado se explicarán las herramientas que se utilizan para cuantificar el impacto del proyecto en el marco económico, productivo y de satisfacción al cliente.

2.3.1 Tasa interna de rendimiento (TIR).

La ganancia anual que tiene cada inversionista se puede expresar como una tasa de rendimiento o de ganancia anual llamada tasa interna de

rendimiento... conforme ésta aumenta el VPN se reduce, hasta que en determinado valor se convierte en cero, y es precisamente en ese punto donde se encuentra la TIR. (Baca Urbina, 2015, p. 73).

2.3.2 El valor presente neto (VAN).

El valor presente simplemente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. En términos formales de evaluación económica, cuando se trasladan cantidades del presente al futuro se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se expresan cantidades del futuro en el presente, como en el cálculo del VPN, se dice que se utiliza una tasa de descuento; por ello, a los flujos de efectivo ya trasladados al presente se les llama flujos descontados.

(Baca Urbina, 2015, p. 71).

2.3.3 El método costo-beneficio.

Una forma alternativa de evaluar económicamente un proyecto es mediante el método costo-beneficio, el cual consiste en dividir todos los costos del proyecto sobre todos los beneficios económicos que se van a obtener. Si se quiere que el método tenga una base sólida, tanto costos como beneficios deberán estar expresados en valor presente. No se trata entonces de sumar algebraicamente todos los costos por un lado, y beneficios del proyecto por otro lado, sin considerar el cambio del valor del dinero a través del tiempo.

(Baca Urbina, 2016, p. 220).

2.3.4 Satisfacción del cliente.

La satisfacción del cliente se refiere al grado en que los resultados del proyecto cumplen o superan las expectativas. Esto abarca la calidad de las entregas, la experiencia general del cliente, el servicio al cliente, y la

comunicación entre las partes interesadas internas y externas a lo largo del ciclo de vida del proyecto. (Capterra, 2022, párr. 43).

Hay varias maneras de recopilar y analizar los comentarios de tus clientes, incluyendo:

- Poner atención a las redes sociales
- Encuestas a los clientes (incluyendo respuestas de campo abierto, no sólo una calificación numérica) (Capterra, 2022, párr. 47).

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

Se investigó sobre proyectos de optimización de tiempos en el campo automotriz, las investigaciones básicamente se basan en la aplicación del mantenimiento preventivo para las flotas vehiculares y la importancia para la disponibilidad de este recurso. Ampliando el horizonte hacia proyectos de mejora de tiempos en procesos de atención de clientes, encontramos varios proyectos:

Proyecto #1

Alfaro Camacho, (2021) MEJORAR EL SISTEMA DE SECUENCIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN QUE GARANTICE LA ENTREGA A TIEMPO DE LAS ÓRDENES AL CLIENTE, MEDIANTE EL MÉTODO LEAN MANUFACTURING PARA MAYORES APROVECHAMIENTOS DE LOS TIEMPOS Y RECURSOS. Universidad Hispanoamericana.

El autor presenta el objetivo general “Mejorar el sistema de secuenciación de la producción que garantice la entrega a tiempo de las Ordenes al cliente, mediante el método Lean Manufacturing para mayores aprovechamientos de los tiempos y recursos. (p. 24).

Alfaro Camacho determina en su proyecto “se llegó a la conclusión que, generaba atrasos y reprocesos en la secuenciación de las actividades, por lo

que se realiza un análisis por medio de la creación de identificación del proceso y diagrama de flujo para identificar cada una de las actividades que componen este proceso, con el fin de determinar cuáles de estas generan valor al proceso y cuales no, para implementar proceso de mejora continua, adicional a estos, se genera diagrama de Ishikawa que nos ayudaron a identificar las posibles causas del planteamiento de nuestro problema, estas reflejan la necesidad de un sistema que permita llevar un control más estricto de los inventarios y que permita agilizar la toma de datos de manera automatizada y no manual tal como se venía.” (p. 103).

La empresa Montres S.A. carece de controles ingenieriles, el manejo de sus procesos se basaban en los conocimientos de sus colaboradores, con base a la experiencia de estos, razón por la cual se realiza una identificación de las actividades y se le entrega un flujo para sean de conocimientos de los demás colaboradores, adicional que el manejo de inventarios era por medio de algunas listas con poca información sobre los repuestos y separadas por lo que se realizan una sola base de datos con la información que la administración estableció como más importante que debía contener de acuerdo a sus necesidades, la administración conocía de la necesidad de un sistema para tener mayor control de sus necesidades, razón por la cual toman la decisión de adquirir un sistema de manejo de inventarios y facturación, esto durante el desarrollo de mi investigación, la adquisición de este fue solo de la plataforma, mas no todo el proceso de relleno y capacitación, razón por la que la administración me solicita si puedo realizar este proceso como parte de mi proyecto (p. 103).

el beneficio más significativo y objeto de esta investigación es a automatización del proceso de toma de datos que genera beneficios significativos en las economías de la empresa Montres S.A. generando una mayor productividad ya que sus procesos son ágiles y sus tiempos de respuesta más cortos, tanto así que se establece un tiempo de respuesta en

la emisión de cotizaciones de 12 horas, que antes de la aplicación de esta investigación algunas superaban hasta las 72 horas por la movilización y la ausencia de un sistema que permitiera la toma de datos de manera remota tal como se logró con la aplicación de este sistema. (p. 104).

El autor también menciona que al implementar el sistema se pagan menos horas extras y genera un beneficio económico de ₡2 275 600 aproximado. (p. 104).

Proyecto #2

Lobo Mussio, (2021). MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN QUE GARANTICE LA ENTREGA A TIEMPO DE LAS ÓRDENES AL CLIENTE, EN LA EMPRESA GRAFO PRINT S.A, UBICADA EN ALTO DE GUADALUPE, DURANTE EL II SEMESTRE DEL 2020. Universidad Hispanoamericana.

Lobo define su objetivo como “Mejorar el sistema de producción que garantice la entrega a tiempo de las órdenes a los clientes, en la empresa Grafo Print S. A, a partir de cambios y diseños en el proceso que se logren adaptar a las necesidades y expectativas de la empresa.” (p. 30).

Respecto al proceso actual de la empresa en cuanto a la producción, se concluye que, no existe estandarización, ni delimitación por lo que hay un proceso “común” para todos los productos mantenimiento preventivo ni planeación de la producción (Lobo Mussio, p. 155).

Según Lobo (2021), la empresa debe conocer sus clientes claves: Al diseñar la clasificación de los clientes según la cantidad total de producto solicitado en el 2020, mediante la herramienta ABC, se concluye que el cliente Pfizer, a pesar de ser el que más pedidos realizó en el 2020, no es cliente más importante, Irex solicitó 38% más cantidad de producto. (p.156).

En el caso del control de producción, en el estudio se evidencia que no existe planeación y solo se programa FIFO (first in first out), En el caso que Pfizer entra, desplaza a los demás (se atrasa la producción lo que provoca entregas tardías a otros clientes. (p.155).

Respecto a la priorización de las oportunidades de mejora, se hace uso de la matriz multicriterio para la valoración de los aspectos viables a diseñar e implementar, por lo cual el estudio concluye que el método y materia prima 156 son los elementos válidos para desarrollar al presentar un porcentaje mayor al 70 % de viabilidad. (p.155).

Se plantea el rediseño del proceso, en un diagrama de flujo donde se eliminan las tareas que no aplican para esta línea., en este caso se incorpora las tareas que agregan valor al proceso de producción como el muestreo de aceptación diseñado, la incorporación de requerimientos de calidad y producción y se establecen las funciones para cada una de las asignaciones. (p.156).

Posterior a la implementación comparan los datos antes y después de la puesta en marcha del proceso, en donde el estudio concluye que, la productividad aumentó 19 % respecto al mes de enero y un 22 % en lo que respecta a la medición inicial realizada para el planteamiento del problema. (p. 156).

Finalmente, la investigación concluye mediante el estudio financiero que, el VAN de la inversión es de ₡70,810,048, esto representa, la rentabilidad de la producción de cajas en los próximos cinco años y el período de recuperación se calcula en 1,2 años, lo que representa un TIR de 85% en comparación con la tasa de rentabilidad definida en 25%, esto le confiere viabilidad al proyecto (p. 157).

Proyecto #3

Molina Solís (2019). REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA LAS CALIBRACIONES DE INSTRUMENTOS EN LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO METCAL, PARA EL PERIODO DE MAYO DEL 2018 A FEBRERO DEL 2019. Universidad Hispanoamericana.

En este proyecto, desarrollado por el estudiante Rolando Molina Solís establece como objetivo general: “Reducir el tiempo de calibración de los equipos en las instalaciones del laboratorio MET-CAL, a través de la aplicación de la metodología de mejora de procesos de Seis Sigma, para la mejora de la productividad y el logro de una diferenciación en el mercado”. (p. 18).

Molina (2019) justifica su proyecto ya que: Desde hace más de un año se han presentado varias quejas en el sentido de que los equipos que llegan al laboratorio para su proceso de calibración tardan más de una semana en ser calibrados y entregados de nuevo al cliente. Los encargados de programar el servicio en las instalaciones de MET-CAL no llevan un control consistente sobre el tiempo que tardan o permanecen los equipos en la empresa; únicamente en ocasiones levantan una hoja de cálculo en Excel llamada “control de equipos en el laboratorio”. De este documento se logró extraer información que permite detectar que en el laboratorio se calibran por mes aproximadamente 520 equipos, los cuales tienen una permanencia promedio de 21.78 días. El 63.28 % de los equipos superan más de 7 días de permanencia en el laboratorio. (p. 15).

La Gerencia toma la decisión de atacar el problema; es acá donde surge la necesidad de realizar este proyecto, pues las quejas constantes de los clientes ocasionan una mala imagen para el laboratorio, posibles pérdidas de contratos y un estrés general en los colaboradores del laboratorio. Al lograr corregir el problema se podría reducir la insatisfacción de los clientes hasta en un 60 %, Molina concluye que:

- Se reduce el tiempo de permanencia de los equipos en el laboratorio de 22 días a 14 días, lo que beneficia a toda la organización y se convierte en una ventaja competitiva que marcará la diferencia en el mercado. Antes de la mejora solo el 11 % de los clientes preferenciales estaba dentro de la meta de 7 días.
- Después de la mejora este porcentaje aumentó al 36 %, o incluso al 89 % si se considera un tiempo de entrega menor a 15 días.
- Se redujo el tiempo de permanencia de los equipos en un 64.3 % de los principales clientes del laboratorio.
- Al analizar todos los clientes en general, encontramos que el 63 % de los equipos estaba fuera de la meta de 15 días, y después de la mejora el porcentaje se redujo a 47%. Asimismo, antes de la mejora el 37 % de los equipos cumplía efectivamente con el límite de los 7 días, y después de la mejora el porcentaje aumentó a un 53 %.
- Después de ejecutar la mejora para el 79 % de las variables que se calibran en las instalaciones del laboratorio, se logró reducir el porcentaje de los equipos que se encuentran fuera de la meta.
- Con este proyecto se mejora el flujo de caja de la organización, ya que al reducir el tiempo de permanencia de los equipos en el laboratorio se eleva el nivel de facturación por mes y por ende la recuperación del efectivo. (p. 150).

Se lograron determinar las principales causas que afectaban el tiempo de permanencia de los equipos en el laboratorio, y fue posible minimizarlas con las soluciones planteadas, lo que produjo una mejora en los tiempos de entrega y que el riesgo asociado a estas causas se redujera considerablemente. Las causas determinadas de nivel alto se redujeron en un 51 %, las causas de nivel medio se redujeron en un 75 % y las de nivel bajo pasaron de 9 % a 64 % (p. 151).

En el aspecto económico Molina establece: “Al hacer un análisis de las medidas de valor, se puede determinar que el proyecto fue rentable para la organización y que la propuesta de invertir \$21 500 para la compra de equipos patrón requeridos es una opción viable, ya que tiene una tasa interna de retorno del 91 % “(p. 151).

Capítulo III: Marco Metodológico.

3.1 Metodología para la definición del problema

Para definir el problema se utilizan las herramientas que permiten darle un enfoque cuantitativo donde se evidencie el problema, el uso correcto de las herramientas del DMAIC establece una secuencia adecuada para las siguientes etapas del proyecto. A continuación, se establecen las herramientas utilizadas para la etapa de definición del problema.

3.1.1 Gemba Walk

Se hace observaciones del proceso EM120, durante las diferentes etapas que realiza el equipo técnico y el equipo administrativo, para entender el proceso actual, también se pretende que la observación sea analítica, generar valor y opinión para las próximas etapas.

3.1.2 Diagrama de flujo

Con la aplicación de esta herramienta se define la ruta del proceso productivo del EM120, también determina las personas que participan en el proceso, se espera obtener información relevante como subprocesos que no pueden sufrir demoras, además de procesos que no generen valor

3.1.3 Cuestionarios

Es una herramienta primaria para obtener información, se aplica a los clientes para determinar qué aspectos son fundamentales desde su perspectiva, además de los funcionarios técnicos y administrativos para comprender su conocimiento del proceso.

3.1.4 Matriz de operacionalización de variables y objetivos

En este apartado se desarrolla la matriz que servirá de guía para para desarrollar cada una de las etapas del proceso según los objetivos planteados, de modo que se permita visualizar las herramientas del DMAIC

para cada variable en estudio. En la figura 8 se muestra la matriz de operacionalización de variables y objetivos para el proyecto.

Figura 8

Matriz de operacionalización de variables y objetivos

Título		OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022					
Objetivo General		OBJETIVO GENERAL: Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.					
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Objetivo específico	1	Definir el proceso de mantenimiento preventivo EM120, mediante un diagrama de flujo para determinar las entidades involucradas en el proceso y la duración de cada actividad.	Tiempo total de una actividad	La cuantificación es el acto de contar y medir que mapea las observaciones de los sentidos humanos y las experiencias en cantidades.	Duración de la actividad en minutos y segundos, excluyendo el tiempo en que la actividad se pausó.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistar a colaboradores del taller, tanto asesores como técnicos de EM120. • Investigar con el departamento de Kaizen de operaciones sobre los tiempos ideales para cada proceso. • Visitar la empresa y tomar tiempos del proceso. • Elaboración de diagrama de flujo. • Presentar el diagrama realizado a la gerencia de taller. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramas de Flujo • Gemba Walk • Entrevistas / Cuestionarios

Título		OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022					
Objetivo General		OBJETIVO GENERAL: Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.					
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Objetivo específico	2	Medir el proceso actual apoyado en el uso de los indicadores del proceso para determinar cuáles etapas presentan mayores demoras y enfocar las contramedidas en los subprocesos con mayor variación según los tiempos meta	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de espera. • Tiempos de proceso • Tiempo total 	El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Espera por servicio: tiempo que el vehículo espera en ser atendido por los técnicos EM120. • Proceso técnico: se relaciona con las marcas de inicio y fin de proceso que marca el técnico EM120 en la pizarra de control. • Espera por cierre: cantidad de minutos que la orden de trabajo pasa en la bandeja de espera de pre entrega. • Espera por prefacturación: se determina desde el cierre de la OT hasta el paso de prefacturación en sistema. • Espera por facturación: consiste en la diferencia de tiempo desde la prefacturación hasta la facturación. • Lead time total: tiempo total de la permanencia del vehículo en el taller 	<ul style="list-style-type: none"> • Extraer la información necesaria de los reportes elaborados por el departamento de Kaizen de operaciones • Validación de datos en el sistema SIPP. • Elaboración de tablas comparativas de tiempos ideales y tiempos actuales del proceso. • Análisis de las etapas del proceso con mayores variaciones porcentuales de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemba Walk • Recolección de datos • Tablas de valores. • Análisis de los indicadores del proceso.

Título		OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022					
Objetivo General		OBJETIVO GENERAL: Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.					
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Objetivo específico	3	Analizar a través de herramientas de mejora continua, los datos obtenidos a partir de las mediciones de tiempo y observaciones en el campo, con el uso de gráficos de control X-R para determinar los puntos donde el proceso supera el límite de control superior.	Cantidad de minutos en espera por cierre de la OT.	Es la cantidad de minutos que la orden de trabajo pasa en la bandeja de espera de pre entrega, se relaciona con el tiempo necesario donde el asesor de servicio debe cerrar la orden en sistema, para ello debe tener lista la prefectura.	<ul style="list-style-type: none"> • Se mide mediante los reportes que se genera del control de procesos, en la cual se extraen 3 observaciones diarias por bahía, para un total de 20 registros mensuales durante los meses de enero, febrero y marzo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de tablas de valores con las observaciones tomadas del sistema • Elaboración de gráficos de control de variables para los promedios y rango del proceso. • Análisis de los gráficos de control. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de valores de datos actuales. • Gráficos de control para variables X-R

Título	OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022						
Objetivo General	OBJETIVO GENERAL: Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.						
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Objetivo específico	4	Cuantificar los factores que generan incumplimientos de los tiempos meta de servicio, para determinar la causa raíz de los 3 factores con mayor impacto en el proyecto con el uso de gráficos de Pareto, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, cinco por qué y cuestionarios.	Factores que generan atrasos en el proceso de cierre de la OT.	Se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación de los factores que afectaron el proceso de cierre, mediante el análisis de cada una de las OT que superaron los 60 minutos. • Asignación de una categoría para cada factor 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los gráficos de control para determinar las principales categorías de demoras. • Elaboración de gráfico de Pareto para establecer las 3 categorías con mayor frecuencia. • Lluvia de ideas para buscar causas de los factores • Elaboración de gráfico de Ishikawa • Elaboración de cuestionario para buscar las causas con mayor peso según el diagrama de Ishikawa. • Sesiones de matriz 5W para los factores con segundo y tercer frecuencia según lo establecido en el Pareto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas • Gráficos de Pareto • Diagrama de Ishikawa • Matriz 5 por qué.

Título	OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022						
Objetivo General	OBJETIVO GENERAL: Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.						
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Objetivo específico	5	Plantear soluciones, basado en la causa raíz de los factores que generan incumplimientos de los tiempos meta, a través de matrices de implementación para elegir la alternativa que mejor se adapte a las necesidades de tiempo, costo, valor agregado para el cliente y cambio en el proceso actual que mejor se adapte.	Propuestas para las demoras en la etapa de cierre de la OT.	Definición de las propuestas que mejor se adapten como soluciones a los problemas detectados.	• Se escoge la propuesta con mayor puntuación según la escala definida en la matriz de decisión	<ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento de propuestas para cada uno de los tres problemas principales detectados. • Definición de los elementos a considerar en la escala para elaborar la matriz de decisión. • Aplicación de la matriz de decisión para cada una de las propuestas. • Elección de la mejor solución para cada problema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de decisión

Título		OPTIMIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LAS BAHÍAS DE SERVICIO RÁPIDO EN PURDY MOTOR ZAPOTE, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2022					
Objetivo General		OBJETIVO GENERAL: Optimizar los tiempos de los mantenimientos preventivos, mediante la aplicación del método DMAIC, para cumplir con los tiempos de servicios ideales de mantenimiento preventivo EM120, en la sucursal de Zapote durante el primer semestre del 2022.					
Descp.	N	OBJETIVO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR (como se mide)	MÉTODO	HERRAMIENTAS
Objetivo específico	6	Implementar las soluciones propuestas con mayor puntuación según las matrices de decisión mediante un cronograma y diagrama de Gantt que establezca las responsabilidades de cada una de las personas involucradas en esta etapa.	Propuestas con mayor puntuación.	Definir responsables para el proceso, contemplar los costos de las etapas, y el resultado esperado al realizar cada una de las tareas.	Definición de las tareas por realizar, donde se estime el costo, tiempo requerido, encargado y resultado esperado.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer las tareas necesarias para implementar la contramedida escogida. • Calcular el costo de cada una de las soluciones escogidas. • Definir el responsable de la ejecución en piso de las propuestas. • Elaboración de un análisis costo-beneficio y calculo del TIR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma de implementación. . • Diagrama de Gantt. • Análisis C/B. • Calculo TIR.
Objetivo específico	7	Controlar el proceso con las mejoras implementadas, para darle el seguimiento periódico, mejorar continuamente el proceso y asegurar que las soluciones se ejecutan correctamente según lo planeado.	Control de tiempos del proceso	Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas.	Medición de tiempo de cierre de la OT mediante reportes del sistema SIPP.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir responsable de elaboración de gráficos de control de variables • Establecer la periodicidad con que serán evaluados los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de valores de datos actuales. • Gráficos de control para variables X-R.

Fuente: elaboración propia.

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En este apartado se explica cómo se utilizan las herramientas de medición y análisis del DMAIC para establecer el diagnóstico correcto y ordenado del problema abordado en este proyecto.

3.2.1 Inspección visual

Es la forma de análisis básica, donde se observa y cuestiona la forma de hacer las cosas, se pretende extraer información importante como la estandarización del proceso, comprobar de acuerdo con el diagrama de flujo que las tareas se realicen en la práctica tal y como se establece por escrito, también es determinante para establecer actividades que no aporten valor o unificar procesos.

3.2.2 Estudio de métodos

Con la aplicación de esta herramienta se espera que ayude a confirmar si la manera de hacer los procesos es correcta, el empleo de las herramientas es el adecuado, y tecnologías empleadas, además se espera obtener información importante para las etapas de diseño, donde en la medida de lo posible la empresa autorice el cambio en procesos que nos permitan disminuir los tiempos de las tareas.

3.2.3 Estudio de tiempos con cronómetro

Es la herramienta que se utiliza durante las diferentes partes del proyecto, en sus diferentes subprocesos, los tiempos se obtienen con los datos suministrados por los reportes del departamento de Kaizen de operaciones, sin embargo, se pueden confirmar de forma manual con cronómetro mediante observaciones, también se establece si hay concordancia entre el reporte y la observación en piso.

3.2.4 Recolección de datos

Es una herramienta fundamental para desarrollar para desarrollar correctamente el proceso de medición, análisis y futuras etapas, la recolección de datos, en este caso tiempos se tomarán de los reportes que elabora el departamento de Kaizen de operaciones, además de las observaciones en campo. Se pretende obtener información relevante del proceso actual y también comprobar las mejoras implementadas.

3.2.5 Tablas de valores

Se utiliza para medir y comparar ambas bahías de mantenimiento preventivo de la sucursal de zapote, de esta forma se confrontan los datos obtenidos, medir y analizar las diferencias para establecer la causa raíz de las demoras en los procesos.

3.2.6 Gráficos de control para variables

La aplicación de esta herramienta permite observar variaciones en los tiempos de los procesos, para determinar si está o no estable. La información que obtenida será determinante para establecer si existen días u horarios donde el proceso esté controlado y estable, o no; de esta forma se pueden identificar con mayor facilidad la causa raíz.

3.2.7 Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta establece posibles causas que generan las demoras e incumplimiento de tiempos ideales de servicio según el ideal de la empresa, además permite el enfoque en las verdaderas causas y no en los síntomas.

3.2.8 Diagrama de Pareto

Una vez establecidos las causas según el diagrama de Ishikawa, se utiliza el diagrama de Pareto para determinar el 20% de las causas que generan el 80% de los problemas y de esta manera, enfocar en medidas correctivas que impacten positivamente hacia el cumplimiento del objetivo planteado. La información obtenida será útil en la etapa de mejora para implementar las medidas correctivas que impacten positivamente en la optimización de tiempos.

3.2.9 Cuantificación

Es una herramienta básica del método científico que nos permitirá recolectar los datos de forma ordenada para su posterior presentación en tablas y gráficos, además de comprobar las mejoras implementadas.

3.2.10 Cinco por qué

Método de análisis que permite junto con herramientas como Ishikawa y Pareto, determinar la causa raíz de las demoras, la información para encontrar las causas las podemos extraer de los cuestionarios y entrevistas realizadas al personal técnico y administrativo que interviene en el proceso.

3.2.11 5 S

Esta técnica aplicada por la empresa en su cultura de mejora continua, permitirá enfocar lo estrictamente necesario para realizar el trabajo y eliminar los elementos que no aporten valor a la operación. Se pretende establecer un ideal, tanto en las bahías de trabajo, escritorios de asesores y tablero de control.

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

En la presente sección se justifica el uso de las herramientas de mejora de la metodología DMAIC, para su uso en la construcción de las correcciones a la situación actual y eliminar los problemas.

3.3.1 Matriz toma decisiones

Con el uso de esta herramienta se toma la decisión de forma racional, mediante la evaluación sistemática de las posibles mejoras, se establecen criterios de acuerdo tomando en cuenta aspectos como inversión que desee realizar la empresa y el impacto que obtendrá. Se espera que la alternativa seleccionada cuente con el respaldo de la empresa.

3.3.2 Representaciones gráficas

Se presentan gráficos comparativos de los resultados con base en la recolección de datos y las tablas de valores construidas, la idea es visualizar el desempeño actual y posterior a la implementación de mejoras, también ayudará a establecer tendencias en la parte de análisis.

3.3.3 Lluvia de ideas

La utilización de esta herramienta busca involucrar al personal de la empresa mediante el aporte de pensamiento analítico donde su experiencia sea aprovechada para explicar o determinar las causas que previamente se tienen priorizadas de acuerdo con el impacto que tiene en el proyecto y búsqueda de soluciones a los problemas.

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

En esta sección se explicará y justificará el uso de las herramientas de DMAIC para las etapas de implementación según el orden lógico que sigue la investigación desarrollada, a continuación, se explica cómo las herramientas son utilizadas en esta etapa del proyecto.

3.4.1 Plan de implementación

El desarrollo del plan define el quién, que, cómo y por qué se ejecutan los pasos para lograr los objetivos específicos, se pretende establecer de forma clara los responsables de cada actividad, involucrando a los dueños del proceso para que tengan un sentido de pertenencia en el proyecto y se involucren de forma positiva.

Con esta herramienta se espera establecer una hoja de ruta clave en el proyecto, de forma que los objetivos específicos planteados en el capítulo I sean materializados.

3.4.2 Diagrama de Gantt

Esta herramienta trabaja en simultáneo y complementa el plan de implementación, cuando ya se tienen definidas las tareas se establecen los plazos máximos y estimados para la elaboración de cada una de las labores asignadas a los responsables. El uso de esta herramienta permite establecer las tareas que se encuentran desarrollando cada uno de los responsables, los recursos necesarios y los plazos, además al tener la programación podemos confirmar si un responsable que se encuentre ocioso puede adelantar otro proceso o apoyar a otro responsable, puede ser de forma individual o como equipo.

En la figura 9 se muestra la propuesta Gantt general del proyecto

Figura 9
Propuesta Gantt general del proyecto

Propuesta Gantt de Actividades							
N	Actividad	Duración	Inicio	Final	Responsable	Medio	Estado
1	Entrevistar a colaboradores del taller, tanto asesores como técnicos de EM120.	2 días	11-abr	12-abr	Estudiante	Presencial	Pendiente
2	Investigar con el departamento de Kaizen de operaciones sobre los tiempos ideales para cada proceso.	10 días	13-abr	22-abr	Estudiante	Virtual	Pendiente
3	Visitar la empresa y tomar tiempos del proceso.	2 días	25-abr	26-abr	Estudiante	Presencial	Pendiente
4	Elaboración de diagrama de flujo.	10 días	05-may	14-may	Estudiante	Virtual	Pendiente
5	Presentar el diagrama de flujo realizado a la gerencia de taller.	1 día	15-may	15-may	Estudiante	Presencial	Pendiente
6	Extraer la información necesaria de los reportes elaborados por el departamento de Kaizen de operaciones	3 días	16-may	18-may	Estudiante	Virtual	Pendiente
7	Validación de datos en el sistema SIPP.	8 días	19-may	27-may	Estudiante	Virtual	Pendiente
8	Elaboración de tablas comparativas de tiempos ideales y tiempos actuales del proceso.	4 días	28-may	31-may	Estudiante	Virtual	Pendiente
9	Análisis de las etapas del proceso con mayores variaciones porcentuales de tiempo.	1 día	01-jun	01-jun	Estudiante	Virtual	Pendiente
10	Elaboración de tablas de valores con las observaciones tomadas del sistema SIPP	3 días	02-jun	04-jun	Estudiante	Virtual	Pendiente
11	Elaboración de gráficos de control de variables para los promedios y rango del proceso	15 días	05-jun	19-jun	Estudiante	Virtual	Pendiente
12	Análisis de los gráficos de control.	3 días	20-jun	22-jun	Estudiante	Virtual	Pendiente
13	Elaboración de gráfico de Pareto para establecer las 3 categorías con mayor frecuencia.	2 días	23-jun	24-jun	Estudiante	Virtual	Pendiente
14	Lluvia de ideas para buscar causas de los factores	2 días	27-jun	28-jun	Estudiante / Jefaturas de taller	Presencial	Pendiente

15	Elaboración de gráfico de Ishikawa	2 días	29-jun	30-jun	Estudiante	Virtual	Pendiente
16	Elaboración de cuestionario para buscar las causas con mayor peso según el diagrama de Ishikawa.	3 días	01-jul	03-jul	Estudiante	Virtual	Pendiente
17	Sesiones de matriz 5W para los factores con segundo y tercer frecuencia según lo establecido en el Pareto.	2 días	04-jul	05-jul	Estudiante / Jefaturas de taller	Presencial	Pendiente
18	Planteamiento de propuestas para cada uno de los tres problemas principales detectados.	5 días	06-jul	10-jul	Estudiante	Virtual	Pendiente
19	Definición de los elementos a considerar en la escala para elaborar la matriz de decisión.	1 día	11-jul	11-jul	Estudiante / Jefaturas de taller	Presencial	Pendiente
20	Aplicación de la matriz de decisión para cada una de las propuestas.	3 días	12-jul	14-jul	Estudiante / Jefaturas de taller	Presencial	Pendiente
21	Elección de la mejor solución para cada problema.	1 día	15-jul	15-jul	Estudiante / Jefaturas de taller	Presencial	Pendiente
22	Establecer las tareas necesarias para implementar la contramedida escogida.	4 días	16-jul	19-jul	Estudiante	Virtual	Pendiente
23	Calcular el costo de cada una de las soluciones escogidas.	2 días	20-jul	21-jul	Estudiante	Virtual	Pendiente
24	Definir el responsable de la ejecución en piso de las propuestas	4 días	22-jul	25-jul	Estudiante / Jefaturas de taller	Virtual	Pendiente
25	Elaboración de un análisis costo-beneficio y cálculo del TIR.	4 días	27-jul	30-jul	Estudiante	Virtual	Pendiente
26	Definir responsable de elaboración de gráficos de control de variables	2 días	31-jul	1-ago	Estudiante / Jefaturas de taller	Virtual	Pendiente
27	Establecer la periodicidad con que serán evaluados los resultados.	2 días	2-ago	3-ago	Estudiante	Virtual	Pendiente
28	Realización de la matriz RACI.	1 día	4-ago	5-ago	Estudiante	Virtual	Pendiente

Fuente: elaboración propia.

Por temas de estética no se incluye el diagrama ya que en este formato no se puede apreciar con detalle las actividades y graficar los días para cada una de las actividades.

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.

En este apartado, se explica las herramientas del DMAIC empleadas para confirmar los resultados, asegurar que al cierre del proyecto se asegure, controle y la empresa tenga los mecanismos para dar seguimiento a los resultados, también con la revisión periódica de los indicadores del proceso incentiva la mejora continua.

3.5.1 Hojas de comprobación.

Se crea un formato básico y simple de forma tal que los datos se obtengan con facilidad de forma continua, para analizar de forma periódica el proceso implementado y su estado, para analizar y corregir los elementos que generan demoras. Esta herramienta será clave luego del cierre del proyecto, ya que la administración del taller de servicio dará seguimiento al proceso.

3.5.2 Indicadores de rendimiento de Gantt

La utilización de esta herramienta permite actualizar el estado real del proyecto y ajustar las fechas y cronogramas de entrega, su uso será enfocado en la revisión constante del proceso y la disciplina de estandarización de la administración de la empresa será clave para el éxito del proyecto.

En la tabla 1 se presentan las herramientas utilizadas del DMAIC utilizadas en cada etapa de las anteriores mencionadas.

Tabla 1*Herramientas aplicadas del método DMAIC según las etapas*

	Etapas de diagnóstico			Etapas de diseño	
	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Gemba Walk		Inspección visual	Diagrama de Pareto	Matriz toma decisiones	Hojas de comprobación
Diagrama de flujo		Estudio de métodos	Diagrama de Ishikawa	Representaciones gráficas	Indicadores de rendimiento de Gantt
Cuestionarios		Estudio de tiempo con cronómetro	Cuantificación	Lluvia de ideas	
		Recolección de los datos	Cinco por qué	Plan de implementación	
		Tablas de valores	5 S	Diagramas de Gantt	
		Gráficos de control			

Fuente: elaboración propia

Capítulo IV: Línea base y análisis de causas.

4.1. Definición del proceso.

El servicio EM120 se ofrece principalmente al cliente particular, que tiene cierta flexibilidad en los horarios donde se puede desplazar y trabajar desde su computadora, de ahí que la empresa busca cumplir con el tiempo ofrecido al cliente.

4.1.1 Diagrama de flujo

El proceso inicia desde días antes cuando se agenda el mantenimiento EM120, este proceso es fundamental para preparar la cita, el cliente puede contactar a la empresa por varios canales, entre ellos, teléfono, Whats App, SMS, Messenger, Web, correo o presencial, también Grupo Purdy ofrece el sistema recordatorio de mantenimiento, MRS por sus siglas en inglés, cuando el sistema detecta que en 6 meses no hay visitas al taller (el aceite de motor se debe cambiar cada 6 meses o cada 5000 kms en los vehículos Diesel, y en el caso de los vehículos gasolina cada 6 meses o 10 000 kms, lo que ocurra primero), también el MRS hace un promedio diario de kilometraje donde puede enviar alertas al equipo cuando del Contac Center cuando está cerca del mantenimiento, al cliente se le envía un correo y un SMS recordatorio.

La cita se prepara desde el día hábil anterior, donde el asesor de servicio revisa el historial de servicio y disponibilidad de repuestos, por su parte el departamento de repuestos hace un alistado de repuestos que entrega a los técnicos EM120. En la figura 10 se presenta el diagrama de flujo del proceso para el día que se atiende el vehículo en el mantenimiento programado.

Figura 10

Diagrama de flujo EM120

NO	PROCESO DESCRIPCION	ENTIDADES					LAVADO	TIEMPO
		CLIENTE	ANFITRI	ASESOR	TECNICO	CHOFER		
01	Confirmar mantenimiento a realizar, costo, duración y chequeo de carrocería			○				0:15:00
02	Actualizar OT en sistema y dar el paso de recepción en sistema (inicio de los 120 min)			○				0:01:00
03	Trasladar vehículo de recepción a bahía EM según SOP-CT-004-Proceso Técnico -			➡				0:05:00
04	Iniciar el proceso técnico en pantalla de control de procesos JCPB y llevar OT hacia			○				0:00:00
05	Efectuar el mantenimiento de acuerdo al Procedimiento de Trabajo de EM120			□				0:43:00
06	Surgen trabajos adicionales?			◇				0:00:00
07	Solicitar autorización de cliente			○				0:05:00
08	Cliente autoriza?	◇						0:00:00
09	Actualizar nueva hora de entrega y costo en sistema			○				0:00:00
10	Realizar trabajos adicionales según corresponda			○				0:10:00
11	Cerrar orden de trabajo en pizarra de control JCPB y completar información escrita			○				0:03:00
12	Colocar orden de trabajo en bandeja de espera por cierre			○				0:01:00
13	Colocar notas y recomendaciones en sistema, cerrar OT en sistema			○				0:05:00
14	Trasladar vehículo bahía EM a lavado según SOP-CT-004-Proceso Técnico -			➡				0:01:00
15	Lavar carrocería externa y confirmar culminación de proceso					○		0:15:00
16	Hacer preentrega, contactar a cliente y prefacturar OT			○				0:05:00
17	Cliente espera vehículo en sala?					◇		0:00:00
18	Trasladar vehículo a parqueo vehículos listos y avisar por radio la finalización					➡		0:00:00
19	Almacenar vehículo en espera de llegada de cliente					➡		0:00:00
20	Trasladar vehículo desde lavado a recepción y entregar llaves a asesor					➡		0:01:00
21	Presentarse de nuevo a la recepción de taller	○						0:00:00
22	Recibir al cliente de manera amable y ubicarlo con el asesor de servicio.		○					0:00:00
23	Trasladar vehículo de parqueo vehículos listos a recepción de taller					➡		0:01:00
24	Buscar a cliente en sala de espera			○				0:02:00
25	Explicar mantenimiento, dar recomendaciones y cobrar factura			○				0:10:00
26	Recibir vehículo y retirarse de taller			○				0:00:00
TOTAL								01:48:00

Fuente: elaboración propia.

El día de la cita es muy importante que el cliente se presente de forma puntual, ya que al ser un servicio lineal debe iniciar en el momento justo o antes, para no ocasionar demoras en los siguientes vehículos programados, como en cualquier proceso, existen circunstancias que puede ocasionar distorsiones, de ahí es donde el equipo de trabajo debe tener creatividad para solventar esas situaciones.

Una vez en el taller el cliente es recibido por la anfitriona, quién le asigna un asesor de servicio, este a su vez, le explica al cliente el servicio a realizar, confirma datos del cliente, duración del servicio, en el caso de EM120 es de dos horas, si el cliente no desea lavado del vehículo es EM60. También el asesor inspecciona la carrocería, anota el kilometraje y el nivel de combustible.

El asesor de servicio debe actualizar el sistema SIPP en el momento que termina la interacción con el cliente, ya que el técnico debe marcar en pizarra de control de procesos, JCPB por sus siglas en inglés, el inicio del proceso, la diferencia en ambos tiempos se conoce como espera de servicio, es un indicador que se detalla más adelante.

El proceso técnico es donde se agrega mayor valor agregado, ya que es la razón de la visita del cliente al taller, acá es donde los técnicos deben brindar sus recomendaciones al asesor, se prepara el presupuesto y se le solicita autorización al cliente, en caso de no autorizar o que las labores adicionales no representen demora en la entrega el proceso sigue igual (EM120), si al contrario son labores que requieren mayor tiempo de ejecución el asesor de previo se lo debe comunicar al cliente y actualizar en sistema el nuevo costo y tiempo de entrega, en ocasiones, según la complejidad de la reparación adicional se asigna a otro técnico de mayor rango.

Cuando se finaliza el proceso técnico, se marca en la pizarra de control de procesos y se la OT en la bandeja de espera por cierre, acá es donde el

asesor tiene 6 minutos según la meta establecida para colocar las notas en el sistema, y adjuntar un archivo sobre el desgaste de los frenos del vehículo. La diferencia entre el tiempo de la marca de finalización por parte del técnico y el cierre de la OT por parte del asesor es donde se obtiene el indicador de espera por cierre. Además, cuando el técnico marca la finalización se termina el registro del indicador “proceso técnico”.

De forma paralela mientras se realizan los procesos administrativos descritos en el párrafo anterior el vehículo pasa al área de lavado, donde se aplica el lavado externo de la carrocería, el encargado de este departamento comunica por radio de comunicación en el momento de la finalización y en caso que el cliente esté esperando en la sucursal se traslada el vehículo a la recepción, si el cliente no está presente se traslada el vehículo al estacionamiento de vehículos terminados y se le informa al asesor, éste se presenta e inspecciona que los requerimientos del cliente hayan sido atendidos, además confirmar que la calidad del lavado, sticker recordatorio de cambio de aceite y si los repuestos utilizados están dentro del vehículo para la explicación al entregar el vehículo al cliente, el asesor debe volver a su escritorio y contactar al cliente para indicarle que el automotor se encuentra listo. El tiempo transcurrido entre el cierre de la OT y la prefacturación se conoce como espera por pre facturación.

Cuando el cliente se presenta de nuevo a la sucursal es recibido por la anfitriona quien le asigna el mismo asesor que le atendió al inicio, para personalizar el servicio, en caso de que el asesor no esté disponible se le asigna a otro asesor de su grupo de trabajo. El asesor explica nuevamente el servicio realizado y las recomendaciones, también explica detalladamente la factura, realiza el cobro, confirma los detalles de la factura electrónica promueve la cita del próximo mantenimiento; acompaña al cliente al vehículo muestra los repuestos, calcomanía de cambio de aceite y atiende cualquier otra consulta que el cliente le realice, se despide del cliente de forma cordial.

El tiempo registrado desde el momento de la prefacturación hasta la facturación se conoce como espera por cliente.

4.1.2 Definición del cliente

El servicio se enfoca al cliente externo, por lo cual es de suma importancia que el servicio tenga sea de calidad, personalizado, eficaz y preciso, ya que la percepción del cliente debe ser agradable, la empresa tiene un departamento de relaciones con el cliente el cual se encarga de registrar y darle seguimiento a los requerimientos del cliente, también impulsa planes de acción en conjunto con las sucursales. Dentro de los datos del informe anual de 2021, destaca que, de los 122000 clientes atendidos en los talleres, el 2.5% de los clientes tuvo una expectativa inferior a su expectativa. También en el informe considera que el factor más importante de lealtad es reducir el esfuerzo al cliente.

En el informe también se recomienda que las maneras correctas de cuidado y trato del cliente deban enfocarse en la preparación de la cita del día anterior, seguimiento post servicio, la atención debe ser de forma amable, sonriendo; además la explicación del servicio debe incluir notas técnicas, explicación de componentes revisados, confirmar atención de detalles reportados.

Este departamento define las siguientes acciones como maneras de generar confianza:

- Cumpla lo que prometa.
- Sea responsable (Sin culpar a otros).
- Pida por favor y diga gracias.
- Sea puntual (Respeto).
- Practique el servicio proactivo.
- Supere las expectativas (Prometa poco y entregue más).
- Sea constante y predecible.

Se procedió a revisar los informes mensuales de la experiencia de nuestros clientes, donde se determina el factor que debe reforzarse según los comentarios y percepción del cliente, para el taller de zapote, ambas bahías de EM120, en el año 2021.

En la tabla 2 se contabiliza los factores que influyen en la experiencia del servicio recibido, según la clasificación que realiza el departamento encargado del servicio al cliente.

Tabla 2.

Representación de las oportunidades según la voz del cliente para el periodo 2021, taller zapote, bahías EM120.

Factor	EM1	EM2	Total 2021	Valor porcentual
Calidad	16	12	28	31%
Explicación	10	7	17	19%
Cuidado del cliente	10	5	15	17%
Instalaciones	5	3	8	9%
Tiempo	3	3	6	7%
Lavado	6	0	6	7%
Precio	1	3	4	4%
Citas	3	0	3	3%
Otros	2	0	2	2%
Entrega	0	0	0	0%
Total	56	33	89	100%

Fuente: elaboración propia.

Según los datos, la calidad del servicio es el factor sobre el cual se deben enfocar los esfuerzos más importantes, la investigación se enfoca en la

reducción de los tiempos de servicio, y en este caso se observa que el factor del tiempo es considerado por los clientes como una oportunidad de mejora.

4.2 Medición del proceso

El proceso EM120 es medido mediante el sistema operativo de taller, las marcas que realizan los técnicos y asesores en las diferentes etapas del proceso, por eso es muy importante que los colaboradores utilicen el equipo de forma correcta. Los reportes son elaborados de forma mensual por el departamento de kaizen de operaciones, se comparten con la gerencia y jefaturas de taller mediante reuniones mensuales.

4.2.1 Indicadores del proceso.

El proceso consta de varios indicadores clave para determinar si los procesos se encuentran dentro del tiempo correcto, esta meta es determinada por el departamento de ingeniería y Kaizen. A continuación, se explica cada uno de los indicadores:

4.2.1.A Espera por servicio

Se refiere al tiempo que el vehículo espera en ser atendido por los técnicos EM120, en el sistema corresponde a la diferencia de los tiempos entre la marca de recepción en SIPP e inicio de proceso técnico.

4.2.1.B Proceso técnico

Es el mantenimiento preventivo realizado por los técnicos, es la parte fundamental del proceso, donde debe iniciar en el tiempo programado, a nivel de sistema SIPP se relaciona con las marcas de inicio y fin de proceso que marca el técnico EM120 en la pizarra de control.

4.2.1.C Espera por cierre

Es la cantidad de minutos que la orden de trabajo pasa en la bandeja de espera de pre entrega, se relaciona con el tiempo necesario donde el asesor de servicio debe cerrar la orden en sistema, para ello debe tener listo el nombre al cual se factura, forma de pago, notas y presupuestos adicionales, así como la hoja de frenos adjunta en el sistema. Para contabilizar los minutos, es el lapso transcurrido desde la finalización del chip hasta el cierre de la OT en sistema.

4.2.1.D Espera por prefacturación

Se determina desde el cierre de la OT hasta el paso de prefacturación en sistema, en el proceso se relaciona con el tiempo necesario para lavar la carrocería en la parte externa, luego la pre entrega que el asesor hace en el vehículo, donde valida los requerimientos del cliente, por último el asesor debe contactar al cliente para indicarle que el vehículo está listo.

4.2.1.E Espera por facturación

Consiste en la diferencia de tiempo desde la prefacturación hasta la facturación, en el proceso se entiende como el tiempo necesario para explicarle al cliente la factura y realizar el cobro, en el caso de los clientes en espera, la meta es de 13 minutos.

4.2.1.F Lead time total

Tiempo total de la permanencia del vehículo en el taller, se determina desde la marca de la recepción de la OT hasta la facturación, en el caso de los clientes en espera, la meta es de 120 minutos. La empresa pretende que aumentar el porcentaje de clientes espera para tener menos vehículos en los parqueos, lo cual se entiende como menos inventario en proceso.

Se procedió a realizar el análisis de la totalidad de registros para el primer trimestre en ambas bahías, en la tabla 3 se muestran los tiempos ideales definidos por la empresa para el proceso y los tiempos medidos según el sistema durante el primer trimestre de 2022.

Tabla 3

Comparación de tiempos promedios ideales y tiempos actuales para el primer trimestre 2022.

Proceso	Tiempo ideal	Tiempo actual por bahía		Variación porcentual	
		EM1	EM2	EM1	EM2
Espera por servicio	5	34	71	682%	1425%
Proceso técnico	43	70	72	162%	168%
Espera por cierre	6	154	208	2573%	3469%
Espera por prefacturación	20	142	64	708%	319%
Espera por facturación (cliente espera)	13	145	101	1118%	775%
Lead time total (máximo) (cliente espera)	120	564	699	470%	583%

*Tiempo en minutos

Fuente: elaboración propia

En el detalle de la tabla anterior se observa que las variaciones porcentuales de los tiempos están excesivamente por encima de la meta, también se determina que el proceso que tiene mejores registros en el proceso técnico, en esta etapa están restringidos los cambios. Por otro lado, la espera por cierre es la parte que presenta mayores variaciones para ambas bahías, de

ahí que se decide enfocar la investigación de las demoras en este subproceso.

4.2.3 Gráficos de control para variables.

Se elaboran los gráficos de control de promedios y rangos (X-R) para determinar los puntos donde el proceso se sale de control y ayudar a determinar las causas de las demoras en la etapa de cierre de la OT.

Se procede a tomar registros del sistema, durante 20 días hábiles de cada mes, con una muestra de 3 registros diarios en minutos para ambas bahías, es decir, 60 registros mensuales por bahía EM120, el estudio se hace durante los meses de enero, febrero y marzo 2022, es importante mencionar que los registros se obtuvieron del sistema operativo que utiliza la empresa, llamado SIPP. En el anexo 4 y 5 se adjuntan los registros del primer trimestre para ambas bahías.

Para realizar los cálculos de los gráficos de control de promedios, se tomaron las 3 observaciones diarias y se calculó el promedio diario, este es el dato que vemos representado en el gráfico según el registro que hace referencia, a continuación, se representa la ecuación:

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + x_3)/3$$

Donde x_1, x_2, x_3 representan las observaciones diarias, el divisor (3) es la cantidad de observaciones promediadas.

El cálculo del límite central en la gráfica de promedios, es el promedio de promedios, a continuación, se detalla el cálculo:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{g}$$

Donde \bar{x}_i es el promedio del subgrupo observado y g , la cantidad de subgrupos, para efectos de este cálculo $g = 20$.

Para los límites de control superiores e inferiores se utiliza el promedio del rango (\bar{R}) y se multiplica por los factores A_2 , para el caso de 3 observaciones $A_2 = 1.023$

$$\text{LC superior} = \bar{\bar{x}} + A_2 * \bar{R}.$$

$$\text{LC inferior} = \bar{\bar{x}} - A_2 * \bar{R}.$$

Es importante indicar que en caso de la variable tiempo el tiempo negativo no existe, por lo cual para el límite de control inferior se coloca 0.

Los cálculos para obtener los datos del rango se explican a continuación:

Rango (R) = La diferencia entre los valores máximos y mínimos observados en un subgrupo.

El rango promedio \bar{R} es la sumatoria de los rangos dividido entre la cantidad de subgrupos, se detalla el cálculo de la siguiente manera:

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{g}$$

Donde R_i es el rango del subgrupo observado y g , la cantidad de subgrupos. Seguidamente se muestra la fórmula de los límites de control superior e inferior:

$$\text{LC superior del rango} = D_4 * \bar{R}.$$

$$\text{LC inferior del rango} = D_3 * \bar{R}.$$

Donde los valores de D_4 es 2.5735 y en el caso de D_3 es 0.

4.2.3.1 Gráficos de control para bahía EM1.

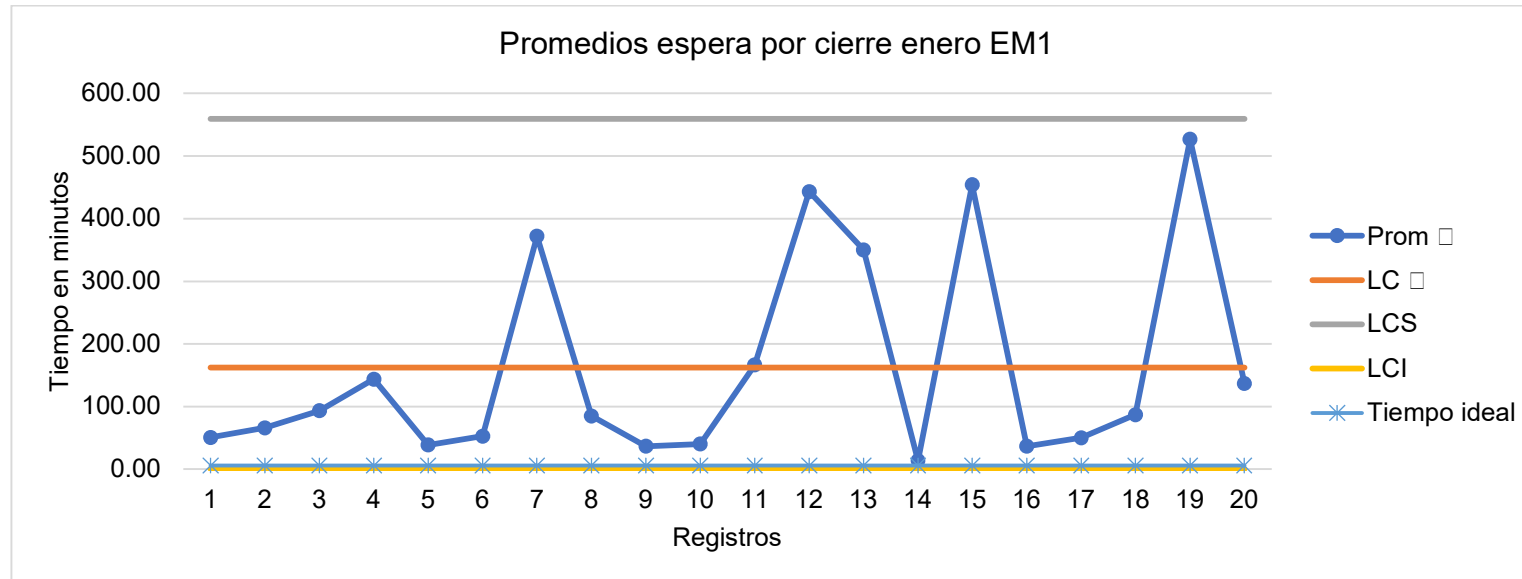
Se analiza ambas bahías por separado para entender si la causa de las demoras es diferente a las mismas y de sus grupos de trabajo, además de confirmar si existen otros factores que puedan causar alguna variación.

Para construir los gráficos se tomaron tres observaciones diarias, durante veinte días, es importante entender que un registro en el gráfico \bar{x} es el promedio de las tres observaciones.

En la figura 11 se representa el gráfico de control de promedios para enero 2022, para la bahía EM1, en la etapa de cierre de la OT.

Figura 11

Gráfico de control de promedios enero 2022 EM1.

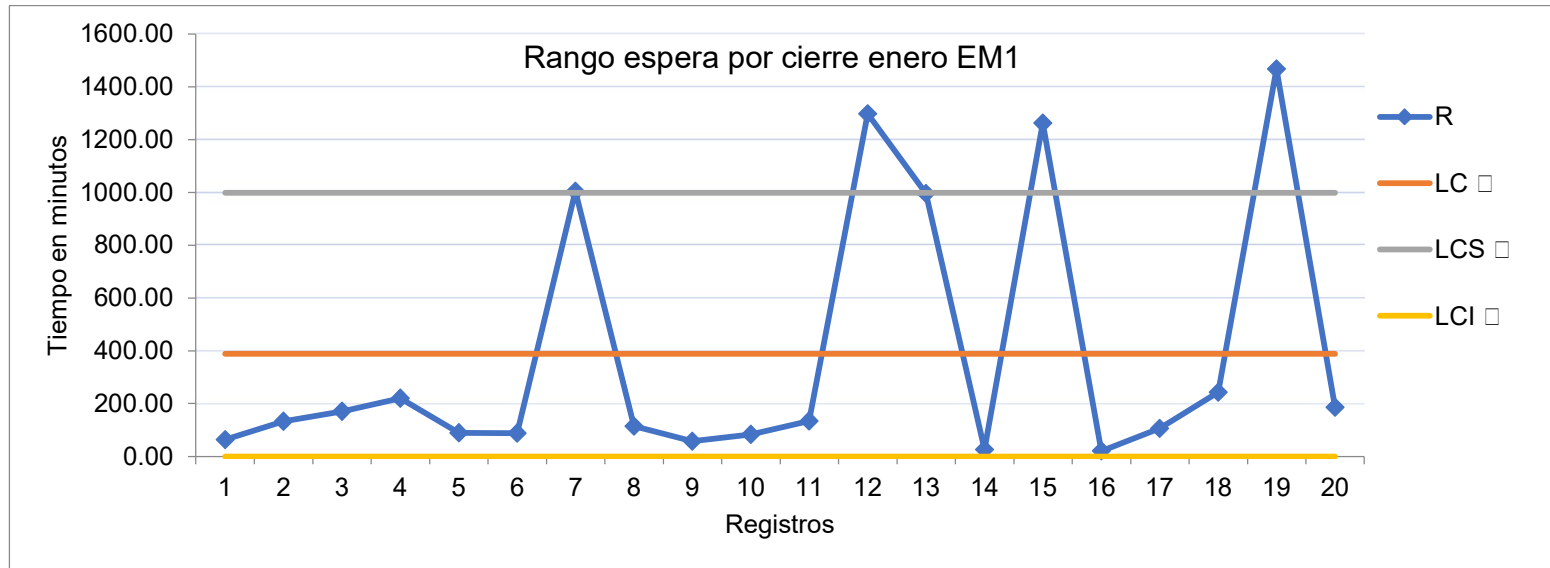


Del gráfico anterior se puede observar que ningún registro sobrepasa el límite de control superior, sin embargo, al comparar con el tiempo de ideal de cierre (6 minutos), es notable que los tiempos presentan una tendencia al alza y los límites son muy amplios.

En la figura 12 se representa de manera gráfica el comportamiento de la variabilidad del rango para el mes de enero 2022.

Figura 12

Gráfico de rango enero 2022 EM1.

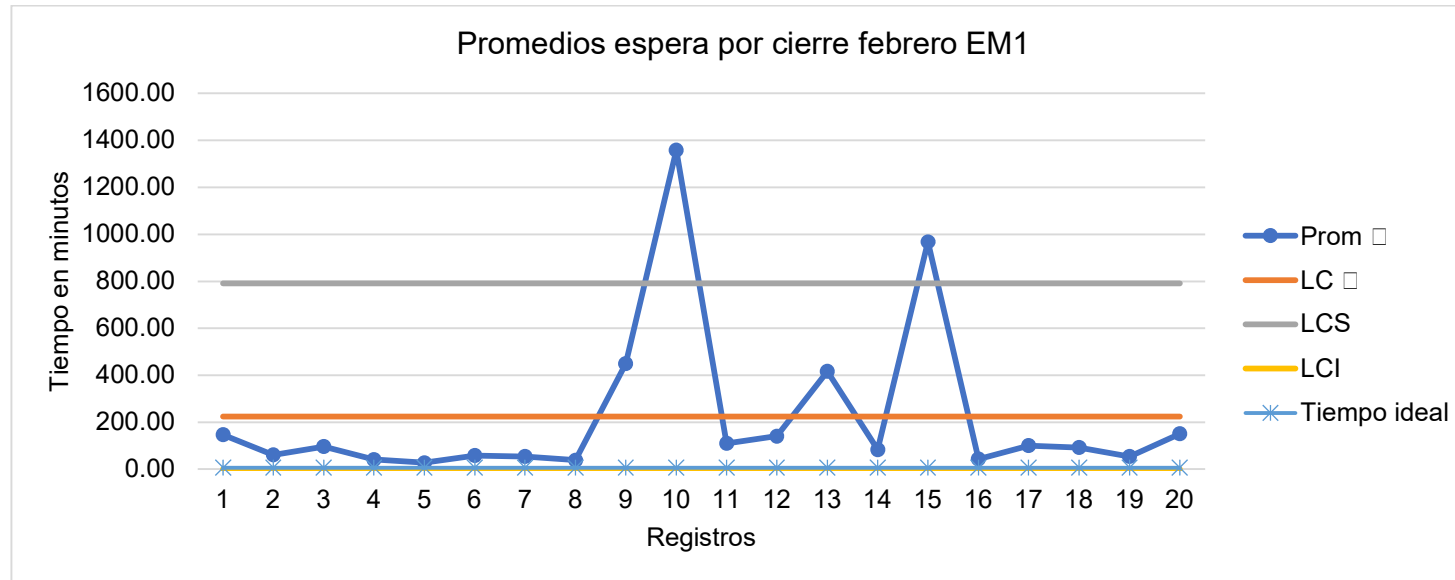


Según la figura 12, se puede completar que la variación de rango de la segunda parte del mes corresponde a los puntos donde el proceso presenta registros promedios que sobrepasan el límite de control central; revisando las observaciones diarias, los puntos donde el proceso presenta picos los valores superan los mil minutos para una de las tres observaciones diarias.

Para el mes de febrero de 2022 se elabora el gráfico de control con los 60 registros, en la figura 13 se muestra el gráfico correspondiente.

Figura 13

Gráfico de control de promedios febrero 2022 EM1.

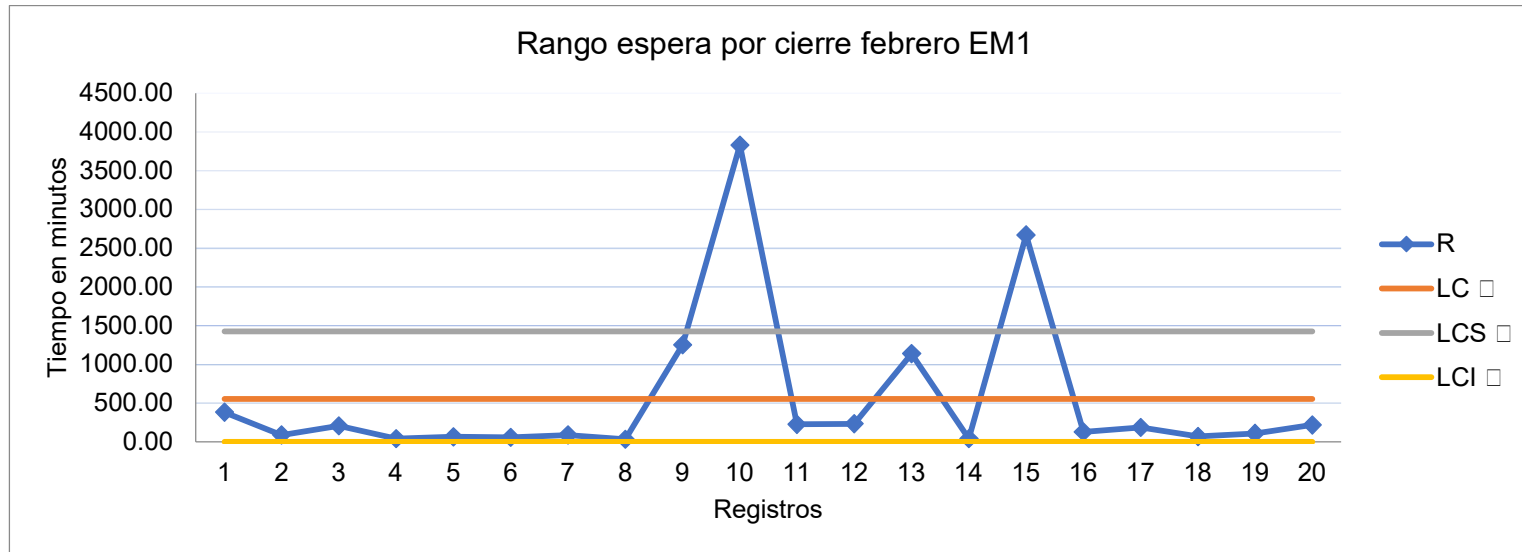


Para el mes de febrero se observa que los datos en su mayoría estuvieron por debajo de línea central, sin embargo, a pesar de la estabilidad se sobrepasa el tiempo meta de seis minutos, existe una mejoría en estar cerca de la meta, pero no es suficiente.

En la figura 14 se presenta el gráfico para el comportamiento del rango en el mes de febrero 2022, bahía EM1.

Figura 14

Gráfico de rango para febrero 2022 EM1.

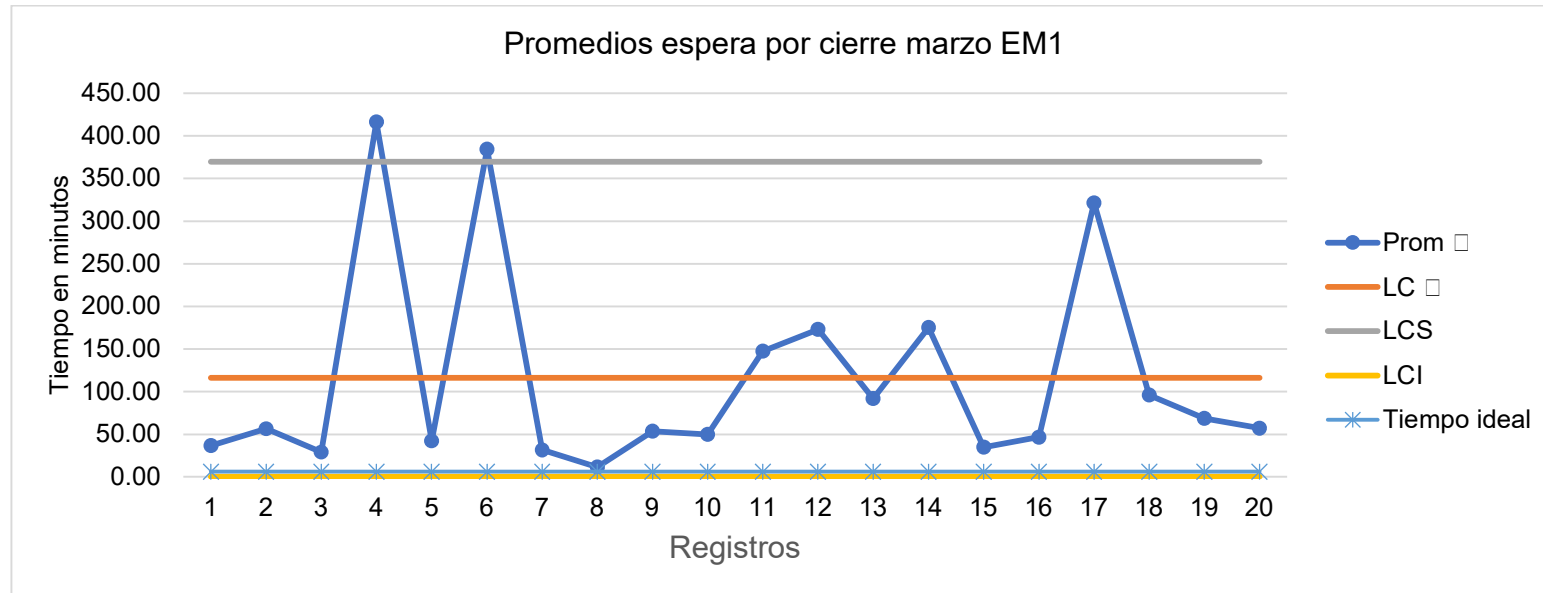


El comportamiento del rango para febrero 2022 en la bahía EM1, muestra que se mantuvo estable, a excepción de los registros 10 y 15 donde una observación para cada registro ocasionó que una alta variabilidad.

Para el mes de marzo 2022 también se elaboró el respectivo gráfico de control de promedios, en la figura 15 se representan los datos recolectados para la bahía EM1.

Figura 15

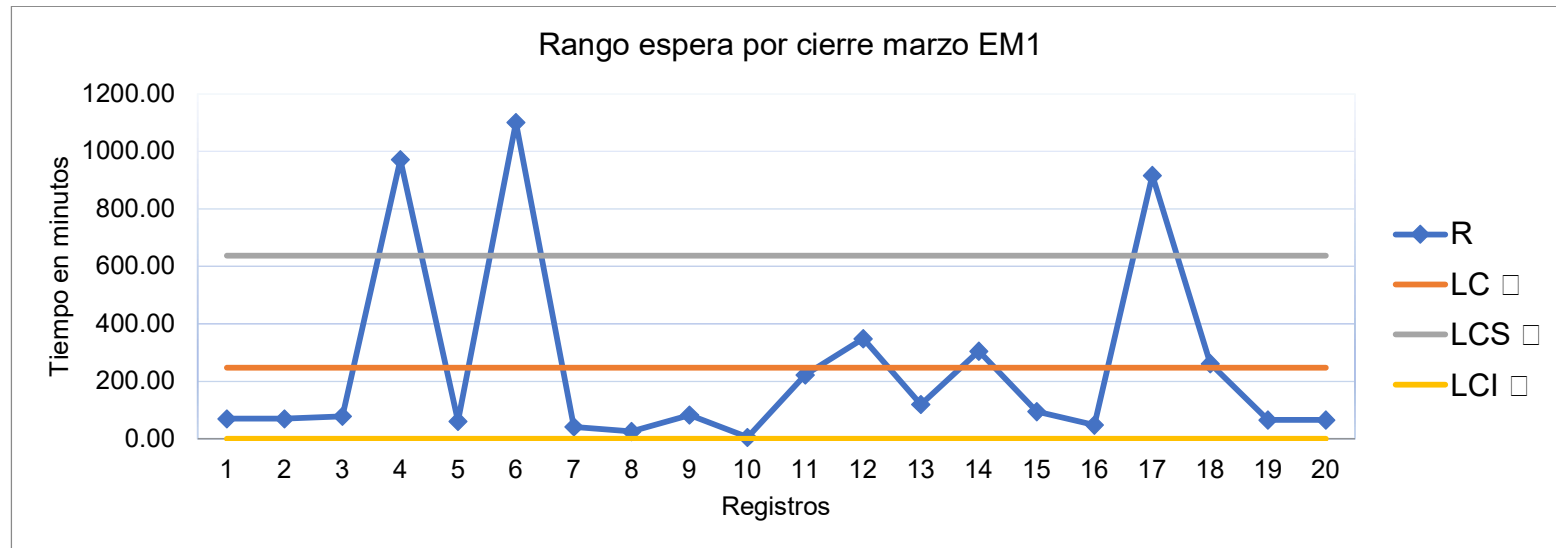
Gráfico de control de promedios espera por cierre marzo 2022 EM1.



Se observa que el proceso tuvo picos de tiempos, que demuestra inestabilidad sin embargo el límite superior y central están más esbeltos que los meses anteriores y se acerca al tiempo ideal que desea cumplir la empresa. En la figura 16 se muestra el comportamiento de la variabilidad del rango para el mes de marzo 2022, en la bahía EM1.

Figura 16

Gráfico de rango para marzo 2022 EM1.



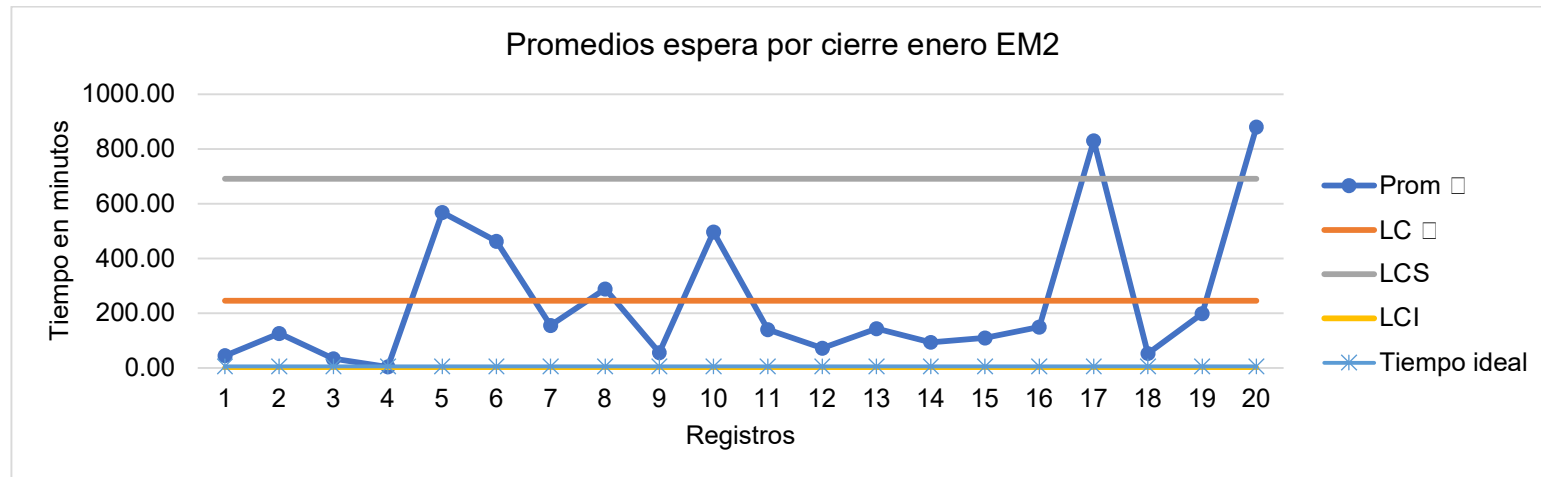
La figura 16 nos muestra que la mayoría de los registros se encuentra por debajo del límite central, lo que representa poca variación de los registros, al hacer la comparación con el registro de los promedios los puntos donde aumenta los tiempos coinciden en ambas gráficas, lo que demuestra que el comportamiento se debe a una observación de cada uno de los registros, donde estuvo cerca de los mil minutos, es decir, un descuido en el cierre de la orden de trabajo; como se mencionó en la sección 4.2.3 los registros de los tiempos y los cálculos de los límites para la bahía EM1 se encuentran en el anexo 4.

4.2.3.2 Gráficos de control para bahía EM2

En el caso de la bahía EM2 se tomaron 3 observaciones diarias, por 20 días, el promedio está representado en cada uno de los registros, en la figura 17 se muestra el gráfico de control para el mes de enero 2022.

Figura 17

Gráfico de control de promedios enero 2022 EM2.

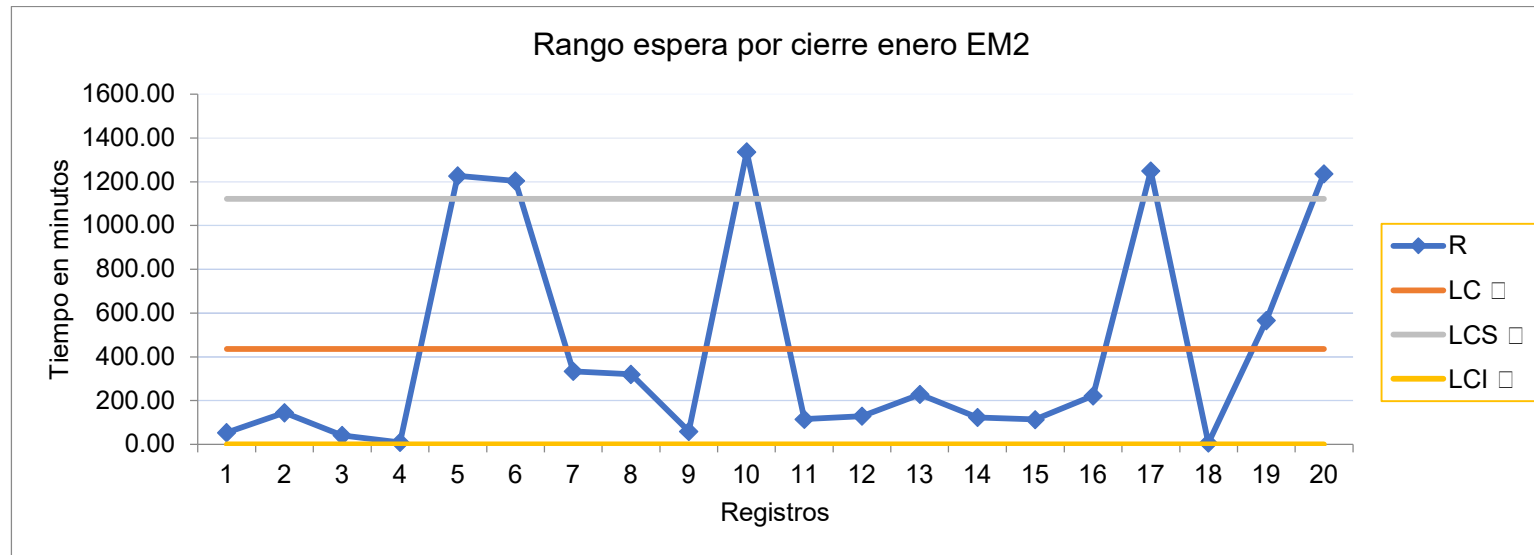


Para enero se observa que se inició cerca del tiempo ideal, sin embargo, conforme pasan los días, hay una tendencia al alza, para el registro 17 y 20, hay dos observaciones por registro con tiempo superior a mil minutos en ambos registros.

El análisis gráfico de la variabilidad del rango se presenta en la figura 18.

Figura 18

Gráfico de rango para enero 2022 EM2.

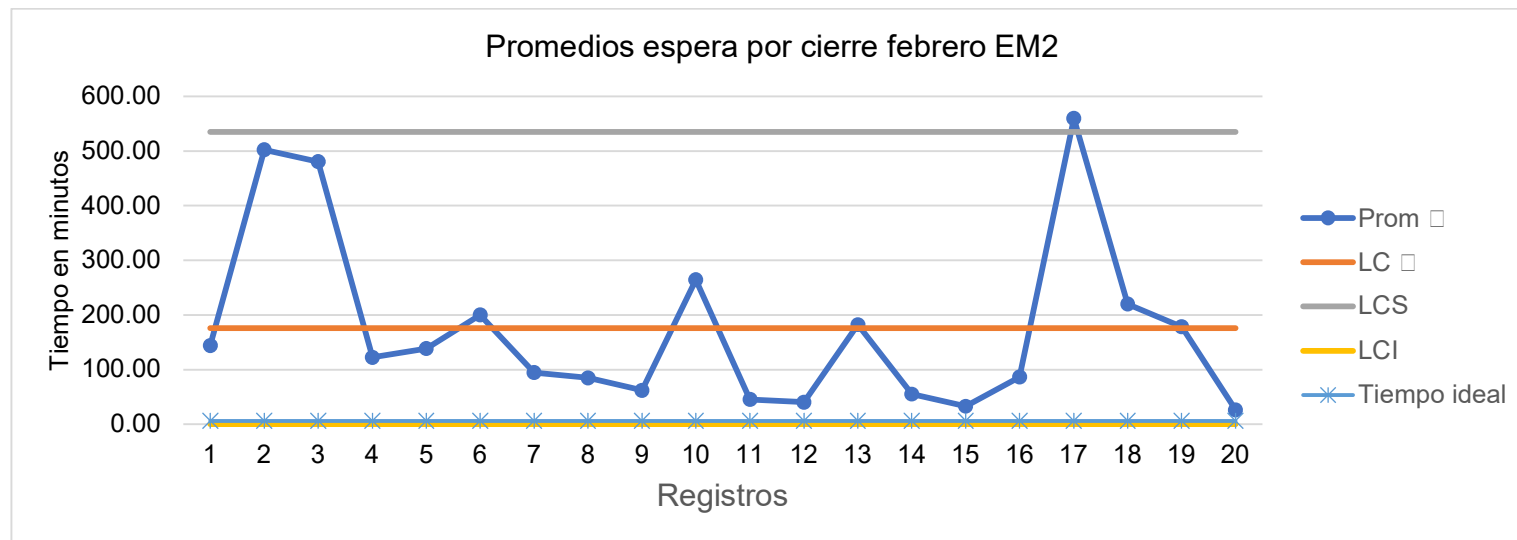


El rango de las observaciones para enero se excedió en los registros, 5,6, 10 por una observación con tiempo superior mil doscientos minutos para cada uno de los registros, y en el caso de los registros 17 y 20 presentó dos registros por encima de los mil minutos.

Durante el mes de febrero de 2022, se tomaron los tres datos diarios, en la figura 19 se muestra el gráfico para los valores obtenidos.

Figura 19

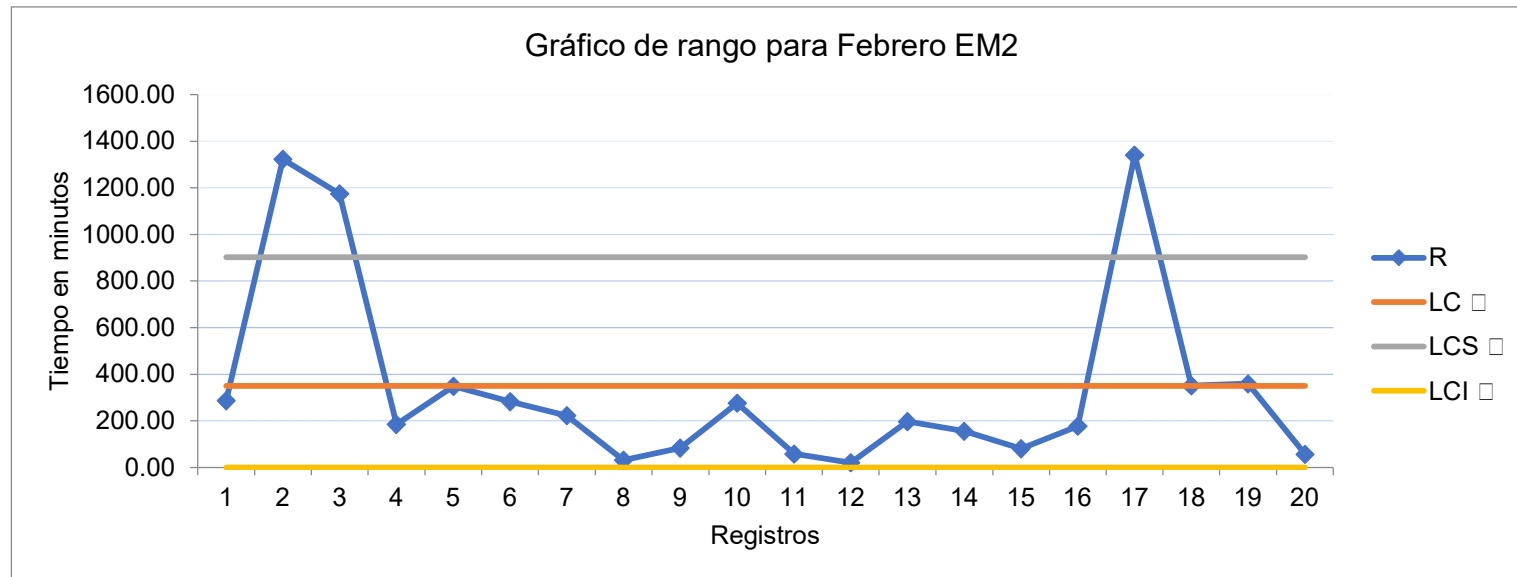
Gráfico de control de promedios febrero 2022 EM2.



La estabilidad durante la parte media mes permitió estar muy cerca de la meta establecida en seis minutos, sin embargo, los límites para el proceso son muy altos en comparación con el tiempo ideal, lo cual nos permite comprender que la implementación de esta herramienta en el transcurrir del tiempo logrará que los tiempos de cierre sean menores. En la figura 20, se analiza el comportamiento del rango para febrero 2022.

Figura 20

Gráfico de rango para febrero 2022 EM2.

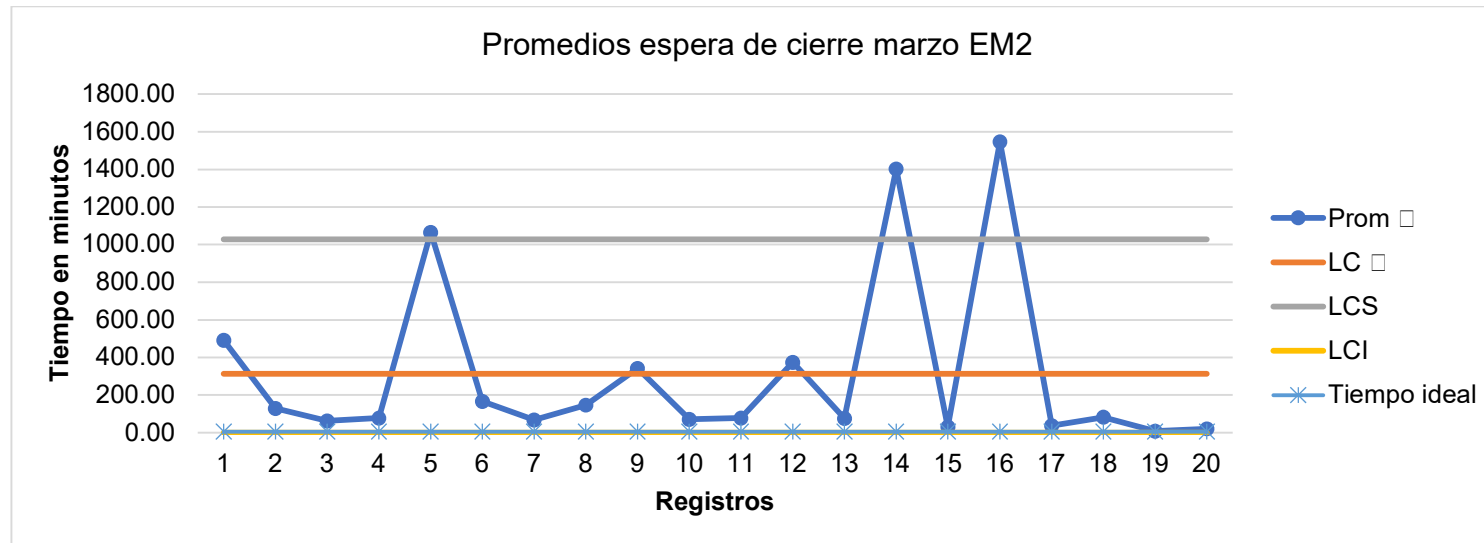


El rango para febrero excedió el límite superior en los registros 2,3 y 17, donde las observaciones para estos registros superaron los mil doscientos minutos, sin embargo, es destacable que la variación en la mayoría de los registros estuvo por debajo del límite central, lo cual refleja constancia en los tiempos registrados.

El último gráfico de control de promedios realizado se muestra en la figura 21, corresponde al mes de marzo 2022, para la bahía EM2.

Figura 21

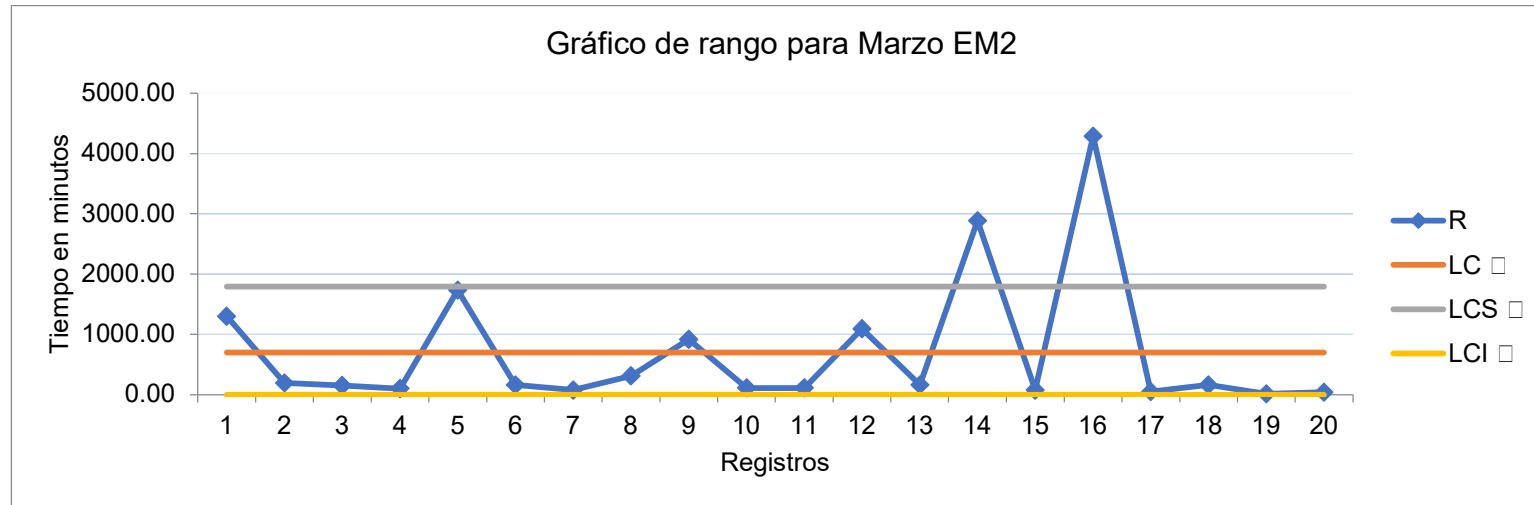
Gráfico de control de promedios marzo 2022 EM2.



Los promedios para los registros 5, 14 y 16 exceden el límite superior, en el caso de los dos primeros debido a que hay dos registros con tiempo superior a los mil doscientos minutos, y para el registro 16, hay una observación con más de cuatro mil minutos, lo cual indica que la orden estuvo más de dos días en proceso de cierre. El rango para el mes de marzo se representa en la figura 22.

Figura 22

Gráfico de rango para marzo 2022 EM2.



En el análisis del rango también se puede observar, al igual que en análisis de la gráfica de promedios que los registros 5, 14 y 16 están con un rango por encima del límite superior, comparando los límites de éstos gráficos con los tiempos meta de cerrar la OT en 6 minutos el proceso actual está lejano de lograr la expectativa de la organización. Por otro lado, la utilización de los gráficos de control de variables demuestra que los límites están muy anchos por registrar tiempos tan altos, por lo cual se determina que esta herramienta también debe ser tomada en cuenta en el proceso de implementación, y conforme se ajuste el proceso los límites se reducirán

4.2.4 Inspección visual del proceso

Se realiza la inspección visual, para determinar si el proceso que se refleja en los reportes del sistema coincide con la realidad en piso, según el detalle escrito en las ordenes de trabajo, existen momentos donde la entrega del vehículo se hace en tiempo pero en sistema se factura posteriormente, ya que corresponde a un plan de mantenimiento de cortesía o pagado con anterioridad donde el cliente no debe desembolsar en ese momento y por tal motivo no coincide la marca en sistema con la realidad. En la figura 23 se muestra el técnico líder de EM1 marcando el inicio del proceso en la pizarra de control.

Figura 23

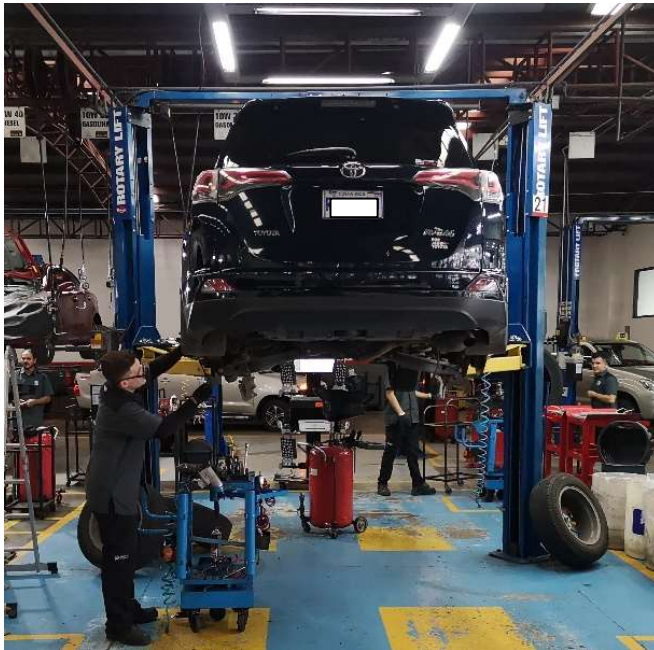
Marca de inicio de proceso EM120, para la bahía EM1



Se valida el SOP establecido por el departamento de capacitación técnica, en ambas bahías EM1 y EM2, en la figura 24, muestra el proceso técnico que realizan los técnicos EM, son tres técnicos por bahía.

Figura 24

Proceso técnico EM120



Se observa que los técnicos utilizan sus herramientas en una estación de trabajo móvil para evitar los desplazamientos, además la bahía tiene una iluminación adecuada para evitar el uso de extensiones de luz y cables que puedan ocasionar interrupciones en la movilización de los equipos como depósito de aceite quemado y los carritos donde se colocan las llantas y herramientas.

En la figura 25 se muestra ambas bahías EM del taller de zapote, donde se observa que el piso tiene rotulado la posición de los equipos utilizados.

Figura 25

Bahías de mantenimiento EM120

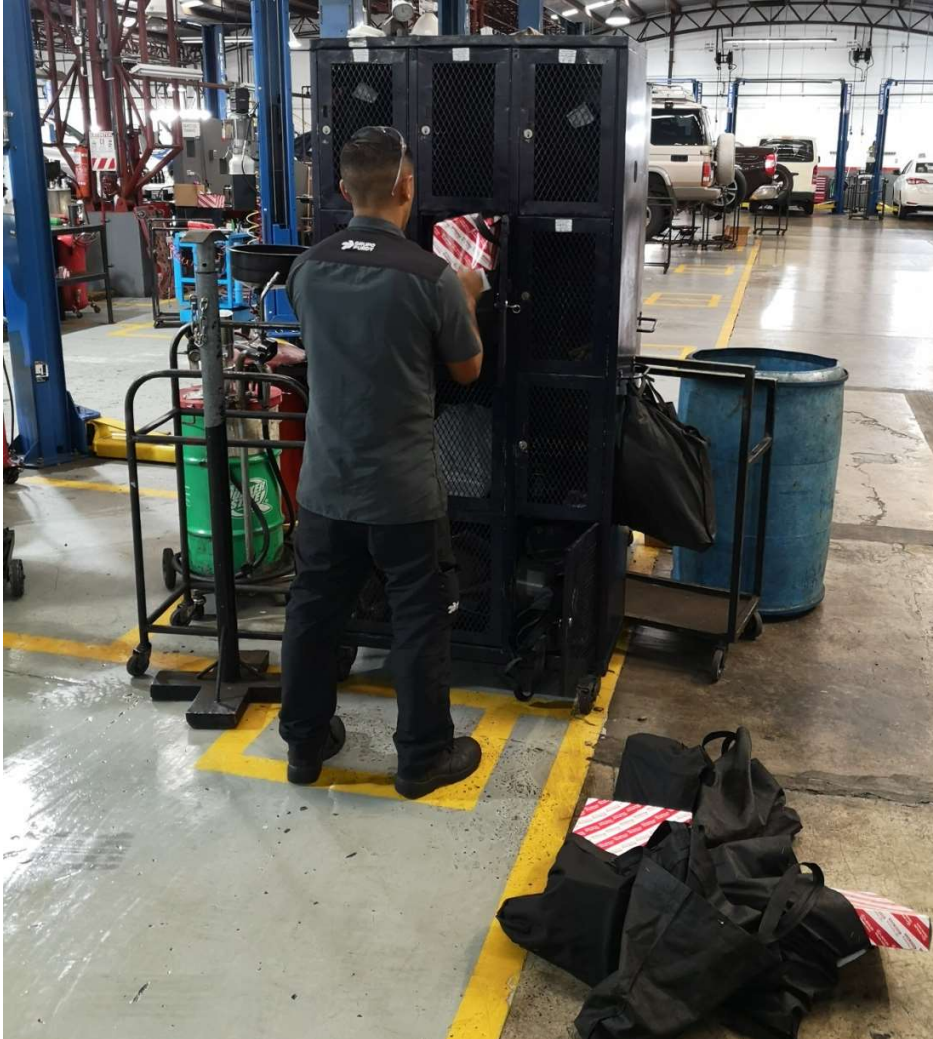


Las bahías EM tienen un estándar de dimensiones y rotulación definido. También en la misma bahía se realiza el alineamiento de dirección con la ayuda de bancos de trabajo que soportan el peso del vehículo.

En el proceso de alistado de la cita, según el estándar de la empresa se deben alistar los repuestos el día hábil anterior a la cita, en la figura 26, se observa al técnico líder EM2 en el proceso de rotulación y almacenaje de los repuestos para el día siguiente, los cuales fueron despachados con anterioridad por el departamento de repuestos.

Figura 26

Preparación de la cita, almacenaje de repuestos día hábil anterior.



En términos generales el proceso escrito coincide con la práctica por los diferentes actores del proceso, pero hay demoras que se deben corregir en el proceso administrativo.

4.3 Análisis del proceso

Los gráficos de control demuestran que el límite superior está y la línea central se encuentran excesivamente lejos del tiempo ideal de 6 minutos, por ello se decide bajo el criterio experto, investigar y contabilizar los puntos que excedan el tiempo de 60 minutos en las 360 observaciones totales realizadas para ambas bahías. En la tabla 4 se registra la clasificación de cada una de las observaciones que sobrepasaron los 60 minutos y el factor que se ocasionó la demora.

Tabla 4

Contabilización factores que generan incumplimiento en el cierre OT para el proceso EM120 durante el primer trimestre 2022.

Factor	Cantidad según bahía		Sumatoria ambas bahías	Porcentaje
	EM1	EM2		
Descuido del asesor	36	33	69	34,2%
Cotización de trabajos adicionales	16	21	37	18,3%
Ítem no disponible en PMP, enviar correo	19	16	35	17,3%
Trabajos adicionales	15	19	34	16,8%
Método de pago	5	10	15	7,4%
Espera de repuesto	3	3	6	3,0%
Financiamiento CAFSA	1	1	2	1,0%
PMP 50/50	0	3	3	1,5%
Cargar rubro a otro taller	1	0	1	0,5%
Total			202	100,0%

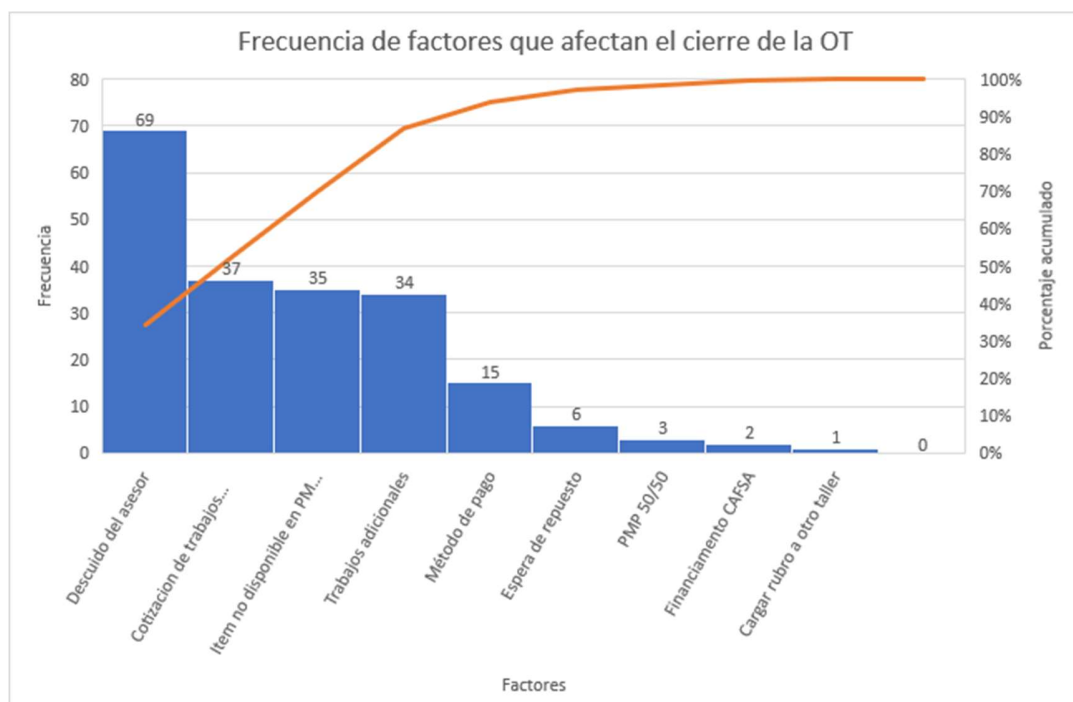
Fuente: elaboración propia.

4.3.1 Gráficos de Pareto

Con base en la información de la tabla 4 se procede a realizar un análisis basado la frecuencia total de cada factor para ambas bahías EM120. En la figura 27 se representa el gráfico de Pareto para los factores mencionados.

Figura 27

Gráfico de Pareto para los factores que afectan el cierre de la OT



Fuente: elaboración propia

Según los datos brindados por esta herramienta, se procede a trabajar con los tres factores que generan mayor impacto en el cierre de la OT, a continuación, se describe cada factor:

- **Descuido del asesor:** hace referencia a la orden donde no hay notas técnicas ni presupuestos adicionales, tampoco existen ítems que se deba enviar correo

- **Cotización de trabajos adicionales:** es el proceso donde el cliente solicita alguna revisión adicional de algún componente, o se hacen observaciones relevantes durante el proceso técnico y requiere que el asesor dedique tiempo durante el proceso o cierre de la OT, pero cuando se le solicita autorización al cliente no autoriza los trabajos adicionales.
- **Ítem no disponible en el plan de mantenimiento preventivo:** en este proceso se debe enviar un correo electrónico al departamento que controla el inventario disponible, el tiempo de respuesta por parte del departamento de producto es variado.

4.3.2 Lluvia de ideas factor descuido del asesor

Se realiza una sesión de lluvia de ideas con 4 asesores de servicio para que mencionen los motivos que atrasan el proceso de cierre de la OT, se mencionaron los siguientes:

1. Se prioriza al cliente en espera, o cliente en mostrador para ser atendido y no necesariamente cerrar una orden de trabajo.
2. Se debe hacer desplazamientos de 50 metros para llegar al escáner y adjuntar la hoja de frenos, antes de cerrar la OT
3. En ocasiones los técnicos marcan de forma incorrecta en la pizarra de control.
4. El asesor se entera de las recomendaciones de los técnicos hasta finalizar el servicio.
5. La pizarra de control solo puede tener un vehículo en proceso a la vez.
6. El sistema SIPP se cae o no deja cerrar la orden de trabajo (OT).
7. El asesor no tiene acceso al catálogo de repuestos ni al inventario en la bodega de la sucursal.

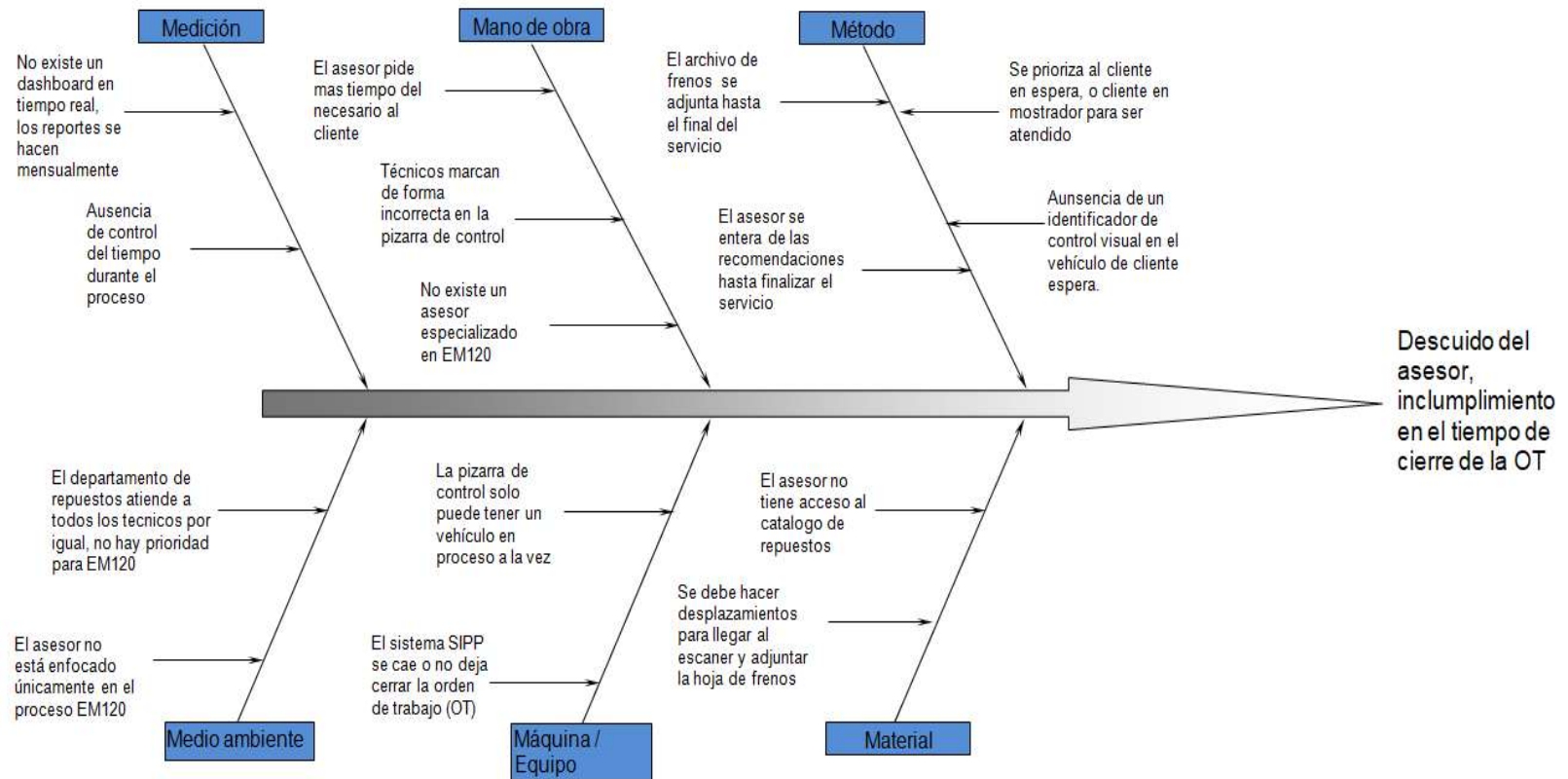
8. El asesor de servicio atiende varios procesos y no está enfocado únicamente en el proceso EM120, ya que debe dar seguimiento, entregas y recepciones de otros procesos que se atiende en el taller.
9. El departamento de repuestos atiende a todos los técnicos por igual, no hay prioridad para EM120, ni para los asesores que están atendiendo un vehículo EM120.
10. El archivo de frenos se adjunta hasta el final del servicio
11. Ausencia de un identificador de control visual en el vehículo de cliente espera, anteriormente se utilizaba una bandera, pero se discontinuó su uso.
12. Los reportes de desempeño y cumplimiento de metas se revisan de forma mensual, no existe un tablero en tiempo real.
13. Ausencia de control del tiempo durante el proceso.
14. El asesor pide más tiempo del necesario al cliente.
15. No existe un asesor especializado en el proceso EM120.

4.3.3 Diagrama de Ishikawa

Basándose en los motivos de la lluvia de ideas se procede a organizar diagrama de Ishikawa, con la finalidad de obtener las raíces del efecto descuido del asesor. En la figura 28 se presenta el diagrama de Ishikawa para el efecto “descuido del asesor”.

Figura 28

Diagrama de Ishikawa para el efecto descuido del asesor.



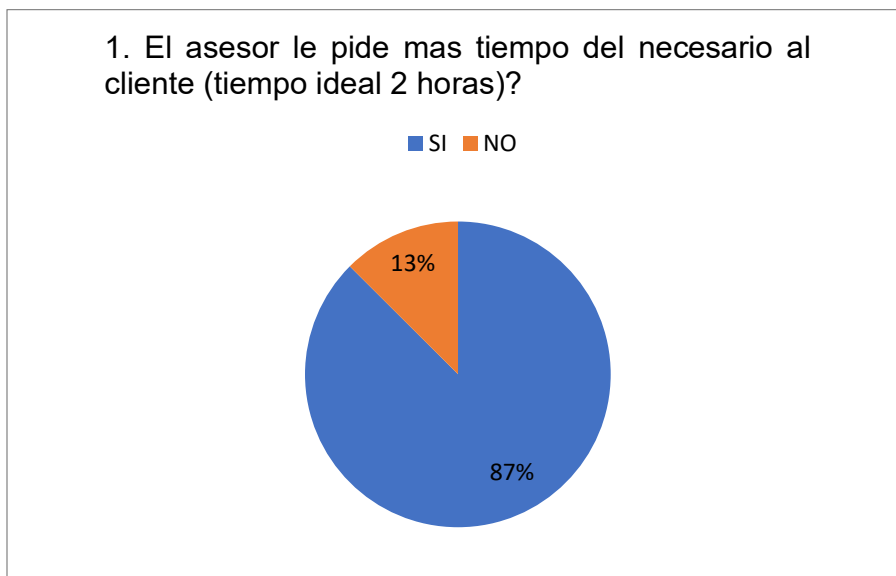
Fuente: elaboración propia.

4.3.4 Cuestionarios

Se procedió a evaluar según la experiencia de los ocho asesores de servicio, mediante un cuestionario para establecer que causas consideran que influyen en su proceso diario. Se realizaron varias preguntas relacionadas con los factores mencionados en la lluvia de ideas y diagrama de Ishikawa para establecer los factores de mayor peso según el criterio de los asesores. En la figura 29 se grafica las respuestas para la pregunta relacionada con el tiempo del servicio que solicita el asesor al cliente

Figura 29

Pregunta N°1



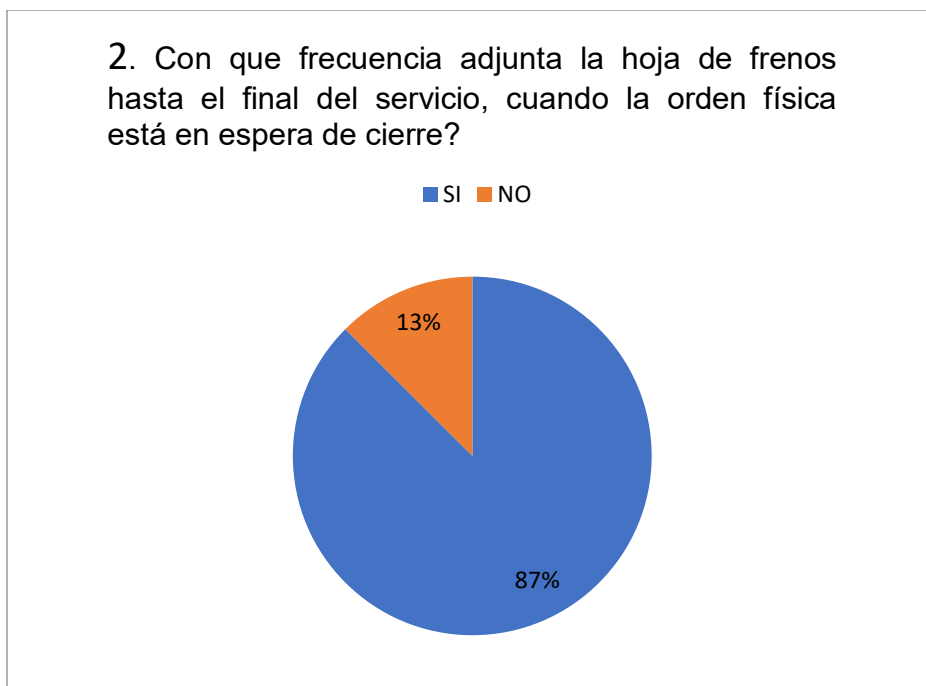
Fuente: elaboración propia.

Como se observa según las respuestas proporcionadas por el equipo, el asesor pide más tiempo del requerido al cliente, lo que extiende de manera no consiente los procesos que tiene que ejecutar, entre ellos el cierre de la OT.

Durante la inspección visual del proceso se comprobó que el técnico llena un formulario sobre el desgaste de los frenos, el cual es llevado al asesor para adjuntarlo en el sistema antes del cierre de la OT, en la figura 30 se grafica la respuesta obtenida acerca del momento cuando se adjunta la hoja de frenos.

Figura 30.

Pregunta N°2



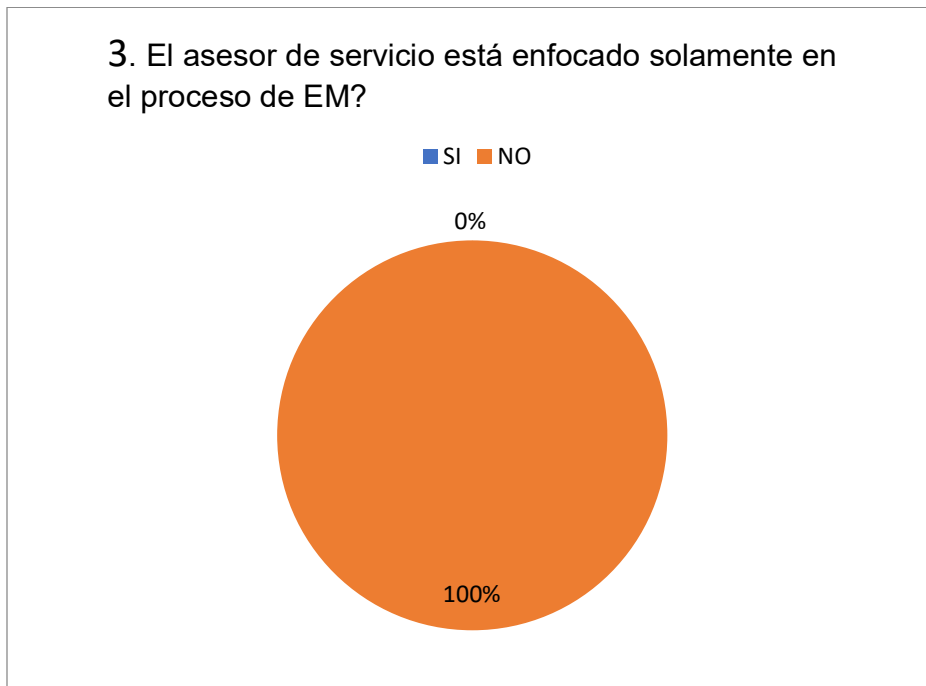
Fuente: elaboración propia.

El técnico lleva la hoja de frenos hasta el final del servicio, el asesor espera hasta ese momento para ir hasta el escáner de documentos y adjuntarlo al sistema.

En la figura 31 se muestra las respuestas obtenidas sobre la atención que el asesor tiene sobre el proceso EM120.

Figura 31

Pregunta N°3



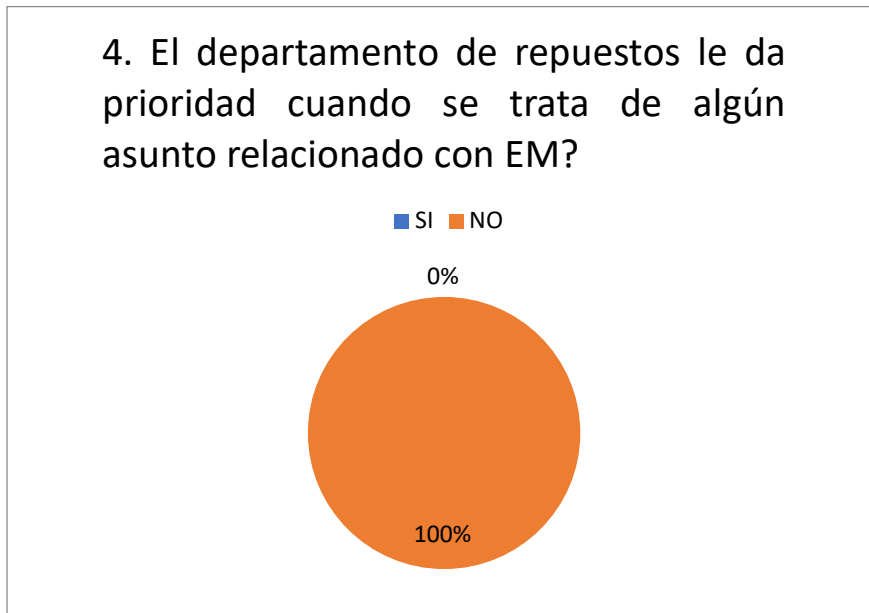
Fuente: elaboración propia.

Es evidente que el asesor debe atender otros servicios que brinda el taller, desde aspectos técnicos, pasando por cotizaciones y correos, hasta consultas y llamadas que hacen los clientes, lo cual desenfoca la atención del asesor.

La última pregunta está relacionada con la urgencia y prioridad que brindan otros departamentos al proceso EM120, entre ellos el departamento de repuestos; en la figura 32 se representa las respuestas emitidas por los asesores sobre la consulta relacionada a este tema.

Figura 32

Pregunta N°4



Fuente: elaboración propia.

El departamento de repuestos atiende las consultas y solicitudes por medio de radio de comunicación principalmente, pero no establece un orden ni urgencias para los procesos, cuenta con dos vendedores para taller, los cuales deben atender asesores por radio y técnicos en mostrador.

4.3.5 Cinco por qué factor cotización de trabajos adicionales.

Se aplica esta herramienta para determinar las raíces del factor, cotización de trabajos adicionales, en la figura 33 se elabora la matriz para dicho factor. La sesión se realizó con los jefes de taller y apoyo de la gerencia de taller Zapote.

Figura 33

Matriz cinco por que para el factor “cotización de trabajos adicionales”.

Problema por estudiar	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del análisis
	¿Porque no tiene la lista de adicionales antes del cierre de la OT?	¿Porque los adicionales se los dan hasta el final del servicio?	¿Porque el técnico llena los documentos hasta el final?	¿Porque no se los piden antes?	Porque el asesor no le da seguimiento	Cambiar el momento en que el asesor le pide los adicionales al técnico
¿Por qué se atrasa el asesor al hacer un presupuesto de trabajos adicionales?	Porque el asesor depende del departamento de repuestos para preparar el presupuesto	Porque no tiene acceso al catálogo de repuestos y punto de venta para confirmar el inventario en sucursal	Porque no están capacitados en el área de repuestos			Recomendar capacitación en sistemas de repuestos para descongestionar a dicho departamento.
		Porque no le dan prioridad al cliente de EM120.	Porque no tienen claro la urgencia de EM120	Porque en repuestos se usa el sistema PEPS.		Pedir a repuestos que dé prioridad al asesor que atiende EM120.
	Porque el asesor espera al final para preparar el presupuesto y pedir autorización	Porque no le da seguimiento	Porque está enfocado en otros procesos con otros clientes	Porque no existe un asesor exclusivo para EM120	No está dentro del estándar de la empresa	Hacer un plan piloto con asesor exclusivo para EM120.

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis realizado con la herramienta del cinco por qué, en la figura 31, se puede decir que los sub factores que ocasionan demoras al realizar un presupuesto adicional al mantenimiento EM120 son:

- El asesor de servicio no da el seguimiento necesario al proceso y espera el fin de proceso técnico para enterarse de las recomendaciones brindadas por los técnicos EM120.
- El asesor depende los vendedores de repuestos para cotizar las partes y materiales necesarios, así como la confirmación del inventario en bodega de la sucursal.
- El asesor está enfocado en otros procesos que se atienden en el taller, dentro del estándar de la empresa no se especifica que el asesor de servicio debe ser exclusivo para EM120, sino cualquiera de los cuatro asesores de cada grupo de trabajo puede atender este proceso.

4.3.6 Cinco por qué factor ítem no disponible en PMP

Para el tercer factor, “Ítem no disponible en plan de mantenimiento preventivo, donde se debe enviar correo”, se utiliza la herramienta de los cinco por qué; la sesión se realizó en compañía de los jefes de taller y gerencia del taller Zapote, en la figura 34 se muestra el resultado del análisis.

Figura 34

Matriz cinco por que para el factor “Ítem no disponible en plan de mantenimiento preventivo, enviar correo”

Problema por estudiar	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del análisis
¿Por qué se atrasa el cierre de la OT por un ítem no disponible en el PMP?	¿Por qué no se envía el correo con anticipación?	¿Por qué el asesor no confirma los suministros en el PMP?	¿Por qué no revisa el historial detalladamente?	¿Por qué dispone de poco tiempo y se enfoca en los historiales RG?	¿Por qué debe atender otros procesos y no lo prioriza?	Recomendar revisar de mejor manera el historial para detectar anomalías
		¿Por qué se vende el PMP en la recepción del vehículo?	¿Por qué se aprovecha la visita del cliente para hacer una venta de una extensión de PMP?			Revisar el PMP y enviar el correo durante el proceso técnico.
	¿Por qué se debe enviar correo?	¿Por qué algún ítem se debe buscar con muestra o no está disponible en el inventario?	¿Por qué la base de materiales y repuestos no está actualizada?	¿Por qué no reportan cuando un inventario está desactualizado?		Solicitar actualizaciones al departamento de producto de servicio.

Fuente: elaboración propia.

Según la figura 34, se puede analizar que las causas que ocasionan demoras en el cierre de la orden cuando un ítem no está disponible y por tal motivo se debe enviar correo al departamento que administra los planes de mantenimiento son los siguientes:

- No se revisa a detalle el historial de mantenimiento para comparar los repuestos utilizados en mantenimientos anteriores y correcciones desde el día anterior.
- Durante el proceso técnico no se valida que todos los ítems estén aplicados al plan de mantenimiento.
- No se solicita actualizaciones de los planes al departamento de producto

4.4 Conclusiones de la situación actual

Según el análisis de las herramientas anteriores, se concluye que las principales causas de las demoras son:

1. Seguimiento inadecuado de las recomendaciones, estado de componentes del vehículo y solicitud de hoja de frenos al técnico EM, durante el proceso técnico, por lo cual el asesor se entera hasta la finalización y se le acumulan las labores como comprobación de ítems del PMP, cotización de trabajos adicionales, y elaboración de notas en la factura.
2. El asesor debe atender otros procesos de servicio y pierde el enfoque en lograr los indicadores del proceso EM120, aunado el sentimiento de confianza por solicitar más tiempo del necesario al cliente.
3. En la preparación de la cita el día hábil anterior, no se revisa de forma minuciosa el historial de servicio, con el objetivo de disponer de los repuestos correctos en ítem PMP, y en caso de hallar alguna inconsistencia, enviar el respectivo correo desde el día anterior.

Capítulo V: Diseño e implementación de la solución.

En este apartado se desarrolla las fases de diseño e implementación de las propuestas, además del control que se debe dar por parte de los mandos medios, superiores y gerenciales para que la propuesta sea exitosa, y se refleje en los indicadores de cumplimiento, principalmente en el tiempo de entrega del vehículo, para el proceso EM120.

5.1 Planteamiento de propuestas

Según el análisis del capítulo IV, se concluye que las principales causas de las demoras son:

1. Seguimiento inadecuado de las recomendaciones, del estado de los componentes del vehículo y solicitud de hoja de frenos al técnico EM, durante el proceso, por lo cual el asesor se entera hasta la finalización y se le acumulan las labores como comprobación de ítems del PMP, cotización de trabajos adicionales, y elaboración de notas en la factura.
2. El asesor debe atender otros procesos de servicio, por lo cual pierde el enfoque del proceso EM120, aunado el sentimiento de confianza por solicitar más tiempo del necesario al cliente.
3. En la preparación de la cita el día hábil anterior, no se revisa de forma minuciosa el historial de servicio, con el objetivo de disponer de los repuestos correctos en ítem PMP, y en caso de hallar alguna inconsistencia, enviar el respectivo correo desde el día anterior.

Dado lo anterior, se desarrollan las propuestas como solución a los problemas detectados, en la tabla 5 se presenta la información.

Tabla 5

Planteamiento de propuestas para las demoras en la etapa de cierre de la OT.

Planteamiento de propuestas			
Problemática	Solución 1	Solución 2	Solución 3
Seguimiento inadecuado en el proceso técnico que deriva en demoras en el cierre de la OT.	Establecer SOP de seguimiento durante el proceso técnico con tiempos definidos y etapas pre cierre.	Colocar elemento de control visual para recordar el cierre de la OT.	Tablero de control en tiempo real donde se pueda trazar el tiempo de cada subproceso.
Asesor atiende otros procesos de servicio y pierde enfoque en EM120.	Asesor exclusivo para EM120 por grupo de trabajo.	Enfocar prioridad de asesor en EM120, dejando otras etapas de los demás servicios en segundo plano.	Enfocar proceso como prioridad para el grupo de trabajo, sin importar el asesor que recibe.
Deficiente preparación de la cita el día hábil anterior.	Revisar los historiales según los suministros utilizados en mantenimientos anteriores, antes de mediodía del día hábil anterior.	Generar reporte de repuestos utilizados en servicios anteriores, para enviar correo con anticipación.	Confirmar inventario de adicionales como hules de escobillas, pastillas y filtros para estar preparados en caso necesario.

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis anterior, se generan tres posibles soluciones por cada problema detectado, con la finalidad de tener opciones y escoger en la siguiente etapa, las más convenientes dadas las limitantes de presupuesto, costo y tiempo para implementar la propuesta.

5.2 Matriz de decisión

Se utiliza esta herramienta, para determinar cuál solución es la adecuada según las circunstancias, para aplicar a cada una de las problemáticas, se establece la siguiente escala, en la tabla 6, según las variables contempladas

Tabla 6.*Escala para la matriz de decisión*

Escala	1	2	3	4	5
Costo	muy costoso > \$2000	\$1500	\$1000 aprox	barato \$200	Muy barato, no representa costo adicional
Tiempo implementación	más de un año	1 año	6 meses	3 meses	Inmediato (en el mes), luego de inducción
Cambio en proceso	cambio radical, se requiere autorización de distribuidor	Muchas sesiones, involucrar varios departamentos	Algunas sesiones de inducción	dos o menos sesiones de inducción	Rápida adaptación
Mejora para el cliente	desmejora el servicio personalizado	No representa acción de valor para el cliente	Genera poco valor para el cliente	Genera valor para el cliente	Genera mucho valor para el cliente
Dependencia de otros departamentos	Depende de 3 o más departamentos	Depende de 2 departamentos	Depende del esfuerzo conjunto y compromiso de otro departamento	Depende poco de otro departamento	Solo depende del taller

Fuente: elaboración propia.

Una vez establecidas las formas de medición de las variables se procede a aplicar la matriz para cada una de las soluciones planteadas, en la tabla 7, se aplica la escala de medición para el primer problema.

Tabla 7

Problema #1 Seguimiento inadecuado en el proceso técnico.

Problemática	Soluciones	Costo	Tiempo de implementación	Cambio en proceso	Mejora para el cliente	Total
Seguimiento inadecuado en el proceso técnico que deriva en demoras en al cierre de la OT.	Establecer SOP de seguimiento durante el proceso técnico con tiempos definidos y etapas pre-cierre.	5	5	4	4	18
	Colocar elemento de control visual para recordar el cierre de la OT.	4	5	4	3	16
	Tablero de control en tiempo real donde se pueda trazar el tiempo de cada subproceso.	3	3	3	4	13

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla 7, la solución que mejor se adapta para el problema de seguimiento en el cierre de la OT, es el establecimiento de un SOP de seguimiento durante el proceso técnico, para adelantar las tareas que se deben completar en la etapa de cierre de la OT.

A continuación, en la tabla 8, se aplica la matriz para el segundo problema, se representan los resultados.

Tabla 8

Problema #2 Asesor desenfocado de proceso EM120.

Problemática	Soluciones	Costo	Tiempo de implementación	Cambio en proceso	Mejora para el cliente	Total
Asesor atiende otros procesos de servicio y pierde enfoque en EM120.	Asesor exclusivo para EM120 por grupo de trabajo.	5	5	5	5	20
	Enfocar prioridad de asesor en EM120, dejando otras etapas de los demás servicios en segundo plano.	5	5	4	1	15
	Enfocar proceso como prioridad para el grupo de trabajo, sin importar el asesor que recibe.	5	3	3	5	16

Fuente: elaboración propia

Al aplicar la metodología de evaluación en la tabla 8, se establece que para el problema del asesor de servicio desenfocado la solución con mejor puntuación es establecer un asesor de servicio exclusivo para el proceso EM120. En la tabla 9 se evalúan las soluciones planteadas para el tercer problema, deficiente preparación de la cita, se exponen los resultados a continuación.

Tabla 9

Problema #3 Deficiente preparación de la cita.

Problemática	Soluciones	Costo	Tiempo de implementación	Cambio en proceso	Mejora para el cliente	Total
Deficiente preparación de la cita el día hábil anterior.	Revisar los historiales según los suministros utilizados en mantenimientos anteriores, antes de mediodía del día hábil anterior.	5	5	4	5	19
	Generar reporte de repuestos utilizados en servicios anteriores, para enviar correo con anticipación.	5	4	4	5	18
	Confirmar inventario de adicionales como hules de escobillas, pastillas y filtros para estar preparados en caso necesario.	3	5	5	4	17

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 9, la deficiente preparación de la cita se soluciona con una correcta revisión de los historiales de servicio, es decir, revisando de forma minuciosa los repuestos y materiales que se utilizaron en los servicios anteriores, además confirmando que los ítems estén cargados en la factura correspondiente al plan de mantenimiento, en caso contrario, se procede a enviar el correo desde el día hábil anterior para evitar atrasos en el cierre de la OT.

5.3 Plan de implementación

El proceso para implementar las alternativas escogidas es definir las tareas complementarias de cada una de las soluciones, definir responsables para el proceso, contemplar los costos de las etapas, y el resultado esperado al realizar cada una de las tareas. En la tabla 10 se desarrolla el plan de implementación según las soluciones escogidas por el método de la matriz de decisión para el problema #1 Seguimiento inadecuado en el proceso técnico.

Tabla 10

Plan de implementación para el problema #1 Seguimiento inadecuado en el proceso técnico

Mejora	Tareas por implementar	Costo	Tiempo	Encargado	Resultado esperado
Establecer SOP de seguimiento durante el proceso técnico con tiempos definidos y etapas pre-cierre.	Solicitar formato utilizado por la empresa a departamento de ingeniería y Kaizen	€4,100.00	2 horas	Jefe de taller	Utilizar estándar de la empresa para lograr aprobación.
	Definir puntos clave y tiempos máximos de control para el técnico y asesor	€4,100.00	2 horas	Jefe de taller/Gerente	Recopilar información para la elaboración del SOP.
	Elaboración de SOP.	€10,250.00	5 horas	Jefe de taller/Gerente	Aprobación de SOP e implementación en la operación.
	Capacitación con asesores de servicio y técnicos EM120	€16,400.00	8 horas	Gerente/ jefes de taller.	Implementación del SOP en piso con asesores y técnicos EM120.

Fuente: elaboración propia.

Se puede determinar que el proceso del establecimiento del SOP es un proceso accesible para la empresa, de modo que se pueda implementar a la brevedad, para mejorar los indicadores de cumplimiento del tiempo.

A continuación, en la tabla 11 se muestra el plan de implementación para el segundo problema.

Tabla 11

Plan de implementación para el problema #2 Asesor desenfocado del proceso EM120.

Mejora	Tareas por implementar	Costo	Tiempo	Encargado	Resultado esperado
	Explicar beneficios a la gerencia de taller, proponer plan piloto como prueba para futura implementación permanente.	€2,050.00	1 hora	Jefe de taller	Aprobación de plan piloto.
Asesor exclusivo para EM120 por grupo de trabajo.	Definir con gerencia y jefatura de taller el asesor que dará seguimiento al proceso EM120.	€4,100.00	2 horas	Jefe taller / Gerencia taller	Escoger asesor para el proceso según los indicadores individuales de seguimiento.
	Definir el asesor que realiza seguimiento en tiempos de almuerzo y desayuno, además de las entregas y recepciones.	€4,100.00	2 horas	Jefe taller / Gerencia taller	Definir el asesor o asesores de respaldo al proceso.
	Implementar el asesor exclusivo para EM120.	€36,900.00	18 horas	Asesor de servicio/ jefe de taller.	Observación en el proceso de implementación

Fuente: elaboración propia.

El proceso de implementación del plan piloto debe ser acompañado de cerca por el jefe de taller, para que el asesor de servicio se sienta comprometido a llevar a cabo los procesos de pre cierre y seguimiento durante el proceso técnico se complementan. En la tabla 12 se explican los detalles para cada una de las tareas que se deben implementar para solucionar el problema #3.

Tabla 12*Plan de implementación para el problema #3 Deficiente preparación de la cita*

Mejora	Tareas por implementar	Costo	Tiempo	Encargado	Resultado esperado
Revisar los historiales según los suministros utilizados en mantenimientos anteriores, antes de mediodía del día hábil anterior.	Explicar con datos, a la gerencia de taller, las demoras generadas por envío de correos para aplicación de ítems en plan de mantenimiento preventivo.	Ø4,100.00	2 horas	Jefe de taller	Entendimiento del correcto alistado de la cita para evitar demoras.
	Definir el momento oportuno de la mañana, para la revisión de suministros y validación de ítems PMP.	Ø6,150.00	3 horas	Gerencia de taller.	Disponer del tiempo necesario para confirmar los repuestos necesarios para el proceso EM120.
	Explicar a asesor la importancia de revisar historiales de forma detallada para evitar demoras al siguiente día hábil.	Ø2,050.00	1 horas	Jefe de taller	Disminuir demoras en el proceso de cierre por envío de correos en casos de PMP.

Fuente: elaboración propia.

El desarrollo del plan de implementación se debe hacer de forma coordinada y en conjunto, ya que las soluciones para los problemas son complementarias para atacar la demora en el cierre de las OT, es importante que el equipo de taller se comprometa con la ejecución del plan para evaluar los resultados.

5.4 Cronograma de implementación

En este apartado se desarrolla el diagrama de Gantt para la puesta en marcha de las soluciones propuestas para cada uno de los problemas, apegarse a los plazos establecidos en esta herramienta es muy importante para la etapa de cierre del proyecto y que sea sostenible en el tiempo para la organización. La tabla 13 muestra el desglose de las tareas que se deben realizar para la implementación.

Tabla 13*Cronograma de implementación de las tareas para el proceso de cierre de la OT.*

Actividad	Tareas por implementar	Duración en días	Actividad precedente	Inicio	Finalización
A	Solicitar formato SOP	3	N/A	26/07/2022	28/07/2022
B	Definir puntos clave y tiempos máximos	3	A	29/07/2022	31/07/2022
C	Elaboración de SOP	3	B	01/08/2022	03/08/2022
D	Capacitación asesores y técnicos EM120	1	C	04/08/2022	04/08/2022
E	Explicar y proponer plan piloto	1	A	29/07/2022	29/07/2022
F	Definir con gerencia y jefatura de taller el asesor a cargo	1	E	30/07/2022	30/07/2022
G	Definir asesor que realiza seguimiento en tiempos libres	1	F	31/07/2022	31/07/2022
H	Implementar el asesor exclusivo para EM120.	2	G	01/08/2022	02/08/2022
I	Reunión con gerencia de taller, demoras por envíos de correos PMP.	1	A	29/07/2022	29/07/2022
J	Definir el momento de revisión de suministros e ítems PMP.	1	I	30/07/2022	30/07/2022
K	Explicar a asesor la importancia de revisar historiales de forma detallada.	1	J	31/07/2022	31/07/2022

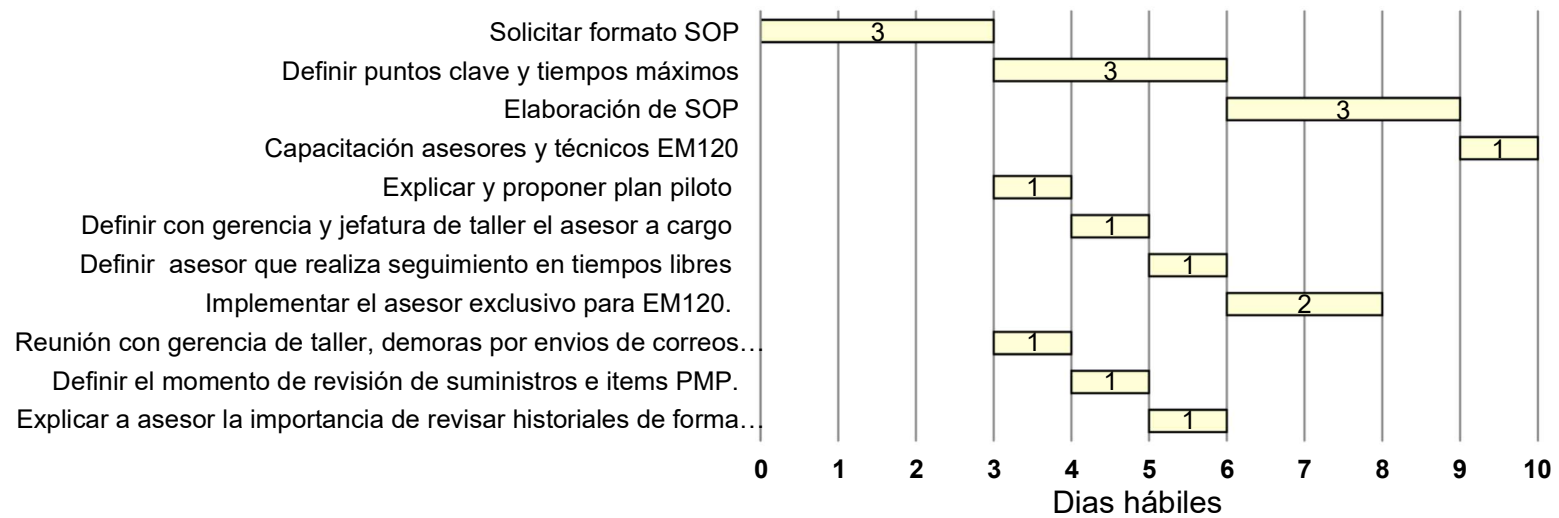
Fuente: elaboración propia

5.4.1 Diagrama de Gantt

Una vez definidos los tiempos de duración de las tareas, para la implementación de las tareas definidas en la tabla 13, se elabora el gráfico Gantt en la figura 35.

Figura 35

Diagrama de Gantt



Fuente: elaboración propia.

5.5 Análisis económico general del proyecto.

El proyecto debe ser sustentado desde el punto de vista económico para determinar si la inversión y esfuerzo en que incurre la organización se recuperará al final del periodo fiscal, para este proyecto se pretende que los resultados se cierren a final del año 2022.

5.5.1 Análisis costo beneficio.

Para evaluar la viabilidad del proyecto se desarrolló un estudio costo/beneficio (C/B), donde se estableció por parte de la empresa una tasa mínima aceptable de rendimiento en 20%(TMAR). El costo de la inversión de la implementación se obtuvo al sumar los costos del tiempo invertido en cada propuesta de mejora, la tabla 14 muestra el costo total de la inversión realizada.

Tabla 14

Costos de implementación de las propuestas (tiempo invertido).

Costos de implementación	
Primera propuesta	¢42,500.00
Segunda propuesta	¢57,500.00
Tercera propuesta	¢15,000.00
Costo Inversión	¢115,000.00

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente al costo de la implementación, se obtuvo el flujo de ingresos para el segundo semestre, para calcular los ingresos del segundo semestre de 2022, se tomó el ingreso mensual para ambas bahías de EM120 desde enero 2021 hasta junio 2022, es decir, 18 periodos, el promedio de

facturación por unidad ingresada en EM120 es ₡144959.27 colones. (Ver Anexo 6)

Para obtener el costo promedio de los egresos (salarios) de los técnicos y participantes del proceso se elaboró la tabla 15, la cual muestra el costo de salarios para los participantes del proceso EM120. Se estableció el costo total de los salarios en ₡ 5,511,800.00 mensual.

Tabla 15

Costo de salarios para los participantes del proceso EM120.

<u>Puesto</u>	<u>Costo mensual</u>
EM120 (4)	₡ 2,540,000.00
Lideres EM120(2)	₡ 1,320,800.00
Asesores	₡ 1,651,000.00
Total	₡ 5,511,800.00

Fuente: el autor.

La tabla 15 muestra el costo mensual de la bahía EM, la cual atiende EM120, EM60 y otros trabajos como cambios de aceite; representa para la empresa, los seis técnicos de EM, además de los asesores encargados de cada bahía, según la propuesta planteada.

Para conocer el costo del proceso EM120, se evalúa la participación porcentual de este proceso en los periodos comprendidos entre enero 2021 y junio 2022; el 50,27% de los procesos atendidos en la bahía EM corresponde a EM120, es decir ₡ 2 770 781.86 corresponde al costo de EM120. (Ver anexo 6)

Para estimar el costo de atender una unidad extra, según lo solicitado por la empresa, se procede a promediar la cantidad de vehículos ingresados clasificados como EM120, el promedio para los 18 periodos contemplados es 5.3 mantenimientos, al estimar que se ingresará una unidad extra diaria con la implementación del proyecto el resultado será de 6.3 unidades promedio

atendidas por día hábil (ver anexo 7). Para conocer el estimado de unidades atendidas extra por mes, se multiplica la cantidad de días hábiles de cada mes por la cantidad de servicios estimados (6.3 unidades). La tabla 16 muestra la cantidad de servicios potenciales atendidos por mes.

Tabla 16

Cantidad de unidades atendidas como EM120 por mes.

Mes	Atenciones diarias	Días Hábiles	Unidades atendidas
jul-22	6.30	20.8	131.04
ago-22	6.30	21.8	137.34
sep-22	6.30	21.8	137.34
oct-22	6.30	23	144.9
nov-22	6.30	22.8	143.64
dic-22	6.30	19	119.7

Fuente: elaboración propia.

La tabla 16 nos permite visualizar que el ingreso mensual de las unidades es variable según la cantidad de días hábiles.

Para conocer el costo de atención de cada unidad, se divide la cantidad de unidades atendidas por mes, entre el costo fijo calculado (¢ 2 770 781.86), la tabla 17 nos muestra el costo de atender cada unidad en EM120.

Tabla 17*Costo mensual por unidad atendida.*

Mes	Costo fijo mensual	Unidades EM120 mensual	Costo por unidad
jul-22	₡ 2,770,781.86	131	₡ 21,151.01
ago-22	₡ 2,770,781.86	137	₡ 20,224.69
sep-22	₡ 2,770,781.86	137	₡ 20,224.69
oct-22	₡ 2,770,781.86	144	₡ 19,241.54
nov-22	₡ 2,770,781.86	143	₡ 19,376.10
dic-22	₡ 2,770,781.86	119	₡ 23,283.88

Fuente: elaboración propia.

La tabla 17 nos muestra que el costo por unidad atendida, el cual varía según la cantidad de días laborables de cada mes.

La tabla 18 muestra los flujos de caja mensual para el segundo semestre del 2022, donde en el mes de Julio no hay ingreso extra debido a que está en curso la implementación de las mejoras.

Tabla 18*Flujos de caja segundo semestre 2022.*

Meses	Inversión	Ingresos	Egresos	FCA
Julio	₡115,000.00	₡0.00	₡0.00	-₡115,000.00
Agosto		₡144,959.27	₡20,174.62	₡124,784.65
Septiembre		₡144,959.27	₡20,174.62	₡124,784.65
Octubre		₡144,959.27	₡19,122.03	₡125,837.24
Noviembre		₡144,959.27	₡19,289.77	₡125,669.51
Diciembre		₡144,959.27	₡23,147.72	₡121,811.55

Una vez obtenido el costo de las inversiones, el estimado de los ingresos y egresos, se procede a calcular el costo/beneficio del proyecto. La tabla 19 muestra el análisis costo/beneficio con los datos obtenidos.

Tabla 19.

Análisis costo beneficio general del proyecto.

Suma de ingresos	₪361,264.13
Suma de egresos	₪50,612.86
Costos-inversión	₪165,612.86
B/C	2.18

Los datos de la tabla 19 nos demuestra que el proyecto es viable, ya que el cálculo del costo beneficio es superior a 1. Por lo tanto, desde el punto de vista económico debe aceptarse.

5.5.2 Calculo del TIR

La tasa interna de retorno nos indicará si la inversión es rentable o no para la organización. La tabla 20 nos indica el flujo de caja acumulado para el segundo semestre y el cálculo del TIR

Tabla 20

Cálculo de la TIR para el segundo semestre de 2022.

<u>Mes</u>	<u>Flujo Caja Acumulado</u>
Julio	-₪115,000.00
Agosto	₪124,734.59
Septiembre	₪124,734.59
Octubre	₪125,717.73
Noviembre	₪125,583.17
Diciembre	₪121,675.39
TIR	106%

Como lo muestra la tabla 20 el valor de la tasa interna de retorno es 106%, por lo cual el proyecto es rentable.

5.6 Plan de control y seguimiento.

En el capítulo IV se utilizaron gráficos de control para conocer los puntos donde el proceso se sale de control, así mismo, de las 360 observaciones realizadas, en 202 ocasiones el tiempo de cierre de la OT era superior a 60 minutos, por lo cual los límites de control estaban muy ensanchados. Ahora bien, la implementación del proyecto reduce el rango conforme se ajustan los tiempos a la meta, esto hace que sea más sencillo identificar y corregir los puntos fuera de rango.

Se recomienda que la frecuencia para actualizar y revisar los gráficos de control sea de forma semanal durante los primeros seis meses del proyecto, conforme el proyecto madure se puede hacer de forma quincenal o mensual según el criterio de las jefaturas de taller. Los gráficos se deben colocar en un lugar visible para que el equipo EM120 pueda visualizar los resultados semanales, para ello se requiere la colaboración del departamento de Kaizen de operaciones, el ingeniero encargado actualmente entrega el reporte de forma mensual, la figura 36 muestra la matriz RACI recomendada como seguimiento del proyecto.

Figura 36

Matriz RACI

Tarea	ROLES									
	Gerente operativo de servicio	Ingeniero líder de proyectos	Gerente de taller	Jefes de taller	Asesores de servicio	Técnicos EM120.	Ingeniero a cargo EM	Estudiante: Sergio Murillo	Asistente administrativa	
	Liderazgo			Equipo Proyecto				Otros Recursos		
Plan de control y seguimiento										
Elaborar plantilla de gráficos de control (una única vez).			I				I	R		
Elaborar el reporte de tiempos EM		I	I				R			
Descargar el archivo de la carpeta compartida en teams			I						R	
Actualizar la información en la plantilla de gráficos de control			I				I		R	
Convocar jefes e ingeniero para analizar resultados	I	C	R	I			I			
Analizar gráficos de control de variables			R	R			R			
Publicar información para equipo asesores y técnicos				I	I	I				
Dar seguimiento a las contramedidas planteadas	I	I	I	R			I			
Aplicar las medidas correctivas necesarias	I	C	A	I	I	I	C			

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la matriz RACI, se establecen los responsables de ejecutar cada paso y las funciones que desempeñan, para que las mejoras implementadas sean perdurables en el tiempo; en este punto es donde la empresa debe ser constante y dar seguimiento a las tareas que se deben desempeñar cada actor del proceso, aplicar las medidas correctivas necesarias para el mejoramiento sea continuo.

Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.

6.1 Conclusiones

- El proyecto se realizó en un proceso que tiene un alto flujo de trabajo, por lo cual es relevante para la empresa, que el proceso sea eficiente y cumpla con los requerimientos del cliente.
- Se define el proceso EM120 al 100%, con sus diferentes etapas, así como las entidades que intervienen en el proceso y los tiempos que el proceso requiere para ser efectuado, lo cual demuestra que la meta de entregar el vehículo en 120 minutos es lograble.
- Se mide el proceso en sus diferentes etapas, donde se establece, mediante el empleo de herramientas de ingeniería del DMAIC, que la etapa más crítica del proceso es el cierre de la orden de trabajo. Por lo cual se descompone el problema en las diferentes etapas y se ataca la más crítica. Durante el mes de agosto 2022, luego de la implementación, el tiempo de espera por cierre de la OT está en 55.35 minutos, en promedio para ambas bahías, antes de la implementación estaba en 181 minutos, según los datos suministrados en la tabla 3. Esto demuestra que es factible lograr los resultados si se da seguimiento y se trabaja de manera constante.
- Se emplean las herramientas del DMAIC para confirmar en campo, que el cierre de la OT es el proceso donde se debe enfocar el estudio y solucionar las causas de las demoras del proceso EM120. El empleo de las herramientas logró disminuir los tiempos de cierre de la OT de 154 minutos a 51.49 minutos para la bahía EM1 y en el caso de la bahía EM2 de 208 minutos a 65 minutos, si bien es cierto la meta de cierre la OT es de 6 minutos, el proceso de implementación de las

mejoras apenas inicia y se debe ser constante en el empleo de las herramientas de seguimiento.

- Se analizan los datos y se plantean propuestas basados en la experiencia de las jefaturas y asesores involucrados en el proceso. Donde se hacen hallazgos importantes como que 7 de 8 asesores de servicio, es decir 87%, aceptan que le piden más tiempo del requerido al cliente para realizar el mantenimiento EM120. Además, el 87% de las respuestas indican que el asesor acumula los procesos hasta el cierre de la OT, lo cual ocasiona que la meta de seis minutos no se cumple.
- Se demuestra mediante el análisis económico del proyecto que es viable, según los datos de las tablas 19 y 20, el análisis costo-beneficio es 2.1 y el retorno de la inversión a diciembre 2022 será de 106%, es decir se recupera la inversión en un tiempo de 6 meses, ya que las contramedidas están enfocadas en cambios pequeños pero efectivos de preparar las etapas siguientes del proceso, de tal manera no representa grandes inversiones para la empresa.
- Se establecen los métodos de control mediante el empleo de los gráficos de control de variables y aplicación de la matriz RACI para el impacto del proyecto sea perdurable en el tiempo y, además, sea la base para la mejora continua del proceso EM120. Es importante mencionar que depende la organización mantener el seguimiento y controlar el proceso.

- En la sección 1.5.1 se menciona que la expectativa de la organización era aumentar la entrega a tiempo del proceso EM120 de 38.05% a 75%, sin embargo, para agosto se encuentra en 43.10%, por lo cual se debe dar seguimiento al proceso para lograr ese objetivo que pretende la empresa.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con la observación de los procesos y la interacción de las entidades que intervienen en el proceso EM120 se recomienda:

- Retomar el control visual de la bandera de cliente espera, que se coloca al vehículo, para evitar confusiones en los procesos posteriores al lavado del vehículo, además este indicador visual pone en alerta a todo el personal que el cliente debe ser despachado pronto.
- Presupuestar el costo de una multifuncional para los asesores de servicio, actualmente se deben desplazar hasta el área de ventas y hacen un recorrido aproximado de 60 metros.
- Trabajar en conjunto con la jefatura de repuestos, la implementación de un sistema de prioridades, donde los procesos de atención rápida de cliente sea prioridad #1 para todos los involucrados, ya que el cliente debe ser atendido y despachado con prontitud.
- Dar seguimiento constante a las horas de entrega que los asesores le indican al cliente, ya que se ha demostrado que el proceso si se puede cumplir en menos de 120 minutos.
- Promover el cliente espera en sala para el proceso EM120, cuando el proceso sea maduro, el asesor tiene la certeza que el tiempo prometido al cliente será respetado, por lo cual el cliente espera en sala, es una forma de asegurarse que el vehículo listo será despachado pronto, esto evita congestiones en el estacionamiento y posibles daños o colisiones con otros vehículos.

Bibliografía.

1. Aleph (marzo de 2022). Que es la cuantificación en la investigación. Disponible en <https://aleph.org.mx/que-es-la-cuantificacion-en-la-investigacion>.
2. Alfaro Camacho, J (2021). Mejorar el sistema de secuenciación de la producción que garantice la entrega a tiempo de las Órdenes al cliente, mediante el método Lean Manufacturing para mayores aprovechamientos de los tiempos y recursos [Tesis de grado, carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Repositorio Institucional Sapiencia <http://13.87.204.143/xmlui/handle/123456789/6876>
3. Asana (marzo 2022). ¿Qué es un plan de implementación? Descubre cómo crear uno en tan solo 6 pasos. Disponible en <https://asana.com/es/resources/implementation-plan>.
4. Baca Urbina, G. (2015). Introducción a la ingeniería industrial. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/39448?page=200>
5. Baca Urbina, G. (2015). Ingeniería económica. McGraw-Hill. <http://ebooks7-24.com/?il=489>
6. Baca Urbina, G. (2016). Evaluación de proyectos. McGraw-Hill. <http://ebooks7-24.com/?il=4613>

7. Bernal Torres, C. A. (2022). Metodología de la investigación. Pearson Educación. <http://ebooks7-24.com/?il=19299>
8. Besterfield, D. H. (2009). Control de calidad. Pearson Educación. <http://ebooks7-24.com/?il=3794>
9. Capterra (marzo 2022) 5 indicadores para evaluar un proyecto, el éxito o fracaso es subjetivo, disponible en <https://www.capterra.mx/blog/1114/exito-o-fracaso-indicadores-para-evaluar-un-proyecto>.
10. Car Club Firestone (marzo 2022) Mantenimiento preventivo vehicular, disponible en <https://carclub.firestone.co.cr/mantenimiento-preventivo-automotriz>.
11. De León Carlos (2022, marzo 11) Enfoque al proceso y Gemba Walk. Disponible en <https://grupoconsultorefe.com/recursos/articulo/enfoque-al-proceso-y-gemba-walk#:~:text=Es%20un%20elemento%20principal%20en,de%20forma%20continua%20los%20procesos>.
12. Dropbox (Marzo 2022) DMAIC Mejora de procesos - Dropbox Business, disponible en <https://www.dropbox.com/es/business/resources/dmaic>.
13. Economipedia.com (marzo 2022). Matriz de decisión. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/matriz-de-decision.html>

14. Estudianteo.com (marzo 2022), Tablas de valores. Disponible en <https://estudianteo.com/matematicas/tablas-de-valores/>
15. Gómez de León, E. & Delojo Morcillo, G. (2011). Inspección visual: niveles II y III. FC Editorial.
<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/114214?page=33>
16. Grupo Purdy (febrero de 2022). Nosotros | GRUPO PURDY
Disponible en <https://www.grupopurdy.com/es/nosotros/>
17. Gutiérrez Pulido, H., Vara Salazar, R. D. L.(2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma.
18. Heizer, J., Render, B.(2015). Dirección de la producción y de operaciones: decisiones tácticas. Pearson Educación. <http://ebooks7-24.com/?il=3609>
19. Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, P., Méndez Valencia, S., Cuevas Romo, A.(2019). Metodología de la investigación para bachillerato. McGraw-Hill. <http://ebooks7-24.com/?il=10650>
20. Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., Ritzman, L. P.(2013). Administración de operaciones: procesos y cadenas de suministros. Pearson Educación. <http://ebooks7-24.com.uh.remotexs.xyz/?il=3670>
21. Kyocera Document Solutions (marzo 2022). Como llevar un control de tiempo eficaz para toda la planilla. Obtenido de <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter->

workspaces/insights-hub/articles/como-llevar-un-control-de-tiempo-eficaz-para-toda-la-plantilla.html

22. Lizarzaburu, E., Chávez, M., Barriga, G., Castro, G. (2018). Gestión de operaciones y calidad. Pearson Educación. <http://ebooks7-24.com/?il=10378>
23. Lobo Mussio, S (2021). MEJORA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN QUE GARANTICE LA ENTREGA A TIEMPO DE LAS ÓRDENES AL CLIENTE, EN LA EMPRESA GRAFO PRINT S.A, UBICADA EN ALTO DE GUADALUPE, DURANTE EL II SEMESTRE DEL 2020. ([Tesis de grado, carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Repositorio Institucional Sapiencia <http://198.27.66.206:8080/xmlui/handle/123456789/6526>
24. Melo Oscar, L. L. (2007). Diseño de Experimentos [Métodos y Aplicaciones].. Editorial Universidad Nacional de Colombia. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/127500>.
25. Molina Solís, R (2019). REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA LAS CALIBRACIONES DE INSTRUMENTOS EN LAS INSTALACIONES DEL LABORATORIO METCAL, PARA EL PERIODO DE MAYO DEL 2018 A FEBRERO DEL 2019. [Tesis de grado, carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Repositorio Institucional Sapiencia <http://13.65.82.242:8080/xmlui/handle/cenit/4084>
26. Pinto, J. K. (2015). Gerencia de proyectos: cómo lograr la ventaja competitiva. Pearson Educación. <http://ebooks7-24.com/?il=4097>













27. Spiegel, M. R., Stephens, L. J.(2020). Estadística. McGraw-Hill.
<http://ebooks7-24.com/?il=10328>
28. Toyota Service Advisor Program, New TSA-21. Modulo 2. Material de capacitación interno para asesores de servicio de Grupo Purdy.
29. Universidad de Galileo (marzo 2022). Qué es Ingeniería Industrial y qué hace un ingeniero industrial (galileo.edu). Obtenido de <https://www.galileo.edu/trends-innovation/que-es-ingenieria-industrial/>
30. Uribe Gómez, J. A. (2021). Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos.. Instituto Tecnológico Metropolitano.
<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/188150?page=2>
- 4

2. Matriz de mantenimiento para vehículos Toyota

COMBUSTIBLE GASOLINA		Kilometraje en miles de Km								
Descripcion Operaciones / Repuestos / Insumos (incluidos)	10km	20km	30km	40km	50km	60km	70km	80km	90km	100km
Cambio de aceite de motor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cambio de filtro de aceite	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limpiar filtro de aire	✓		✓		✓		✓		✓	
Cambiar filtro de aire		✓		✓		✓		✓		✓
Balaceo de las ruedas (fuera del vehículo, cuatro ruedas)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Alineamiento de dirección	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ajuste freno de mano	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inspección y rotación de llantas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Engrase general	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inspección aceites transmisión, diferencial, transfer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limpieza Respiradores Transmisión, transfer y diferencial	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limpieza y Ajuste frenos delanteros		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Limpieza y Ajuste frenos traseros		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cambio liquido de frenos		✓		✓		✓		✓		✓
Ajuste resoque de suspensión		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cambio aceite transmisión manual				✓				✓		
Cambio Aceite diferencial trasero (cuando aplica)				✓				✓		
Cambio Aceite diferencial delantero (cuando aplica)				✓				✓		
Cambio Aceite transfer (cuando aplica)				✓				✓		
Limpieza de Inyectores por recirculación			✓			✓			✓	
Cambiar bujias de motor (Yaris, BeGo, Gran Max)		✓		✓		✓		✓		✓
Cambiar bujias de motor (Corolla, Rav4, híbridos y Nap's)								✓		
Cambiar filtro de combustible (cuando aplica)								✓		
Inspeccion de mantenimiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aspirar Filtro Aire Bateria Híbrida (Si aplica)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

NOTA: El aceite de transmisión automática se cambia únicamente si es requerido y no es parte de los planes de mantenimiento, así como el líquido de hidráulica, el filtro de Aire acondicionado no están incluidos. Los vehículos híbridos llevan cambios de aceite cada 5mil km y van incluidos en el plan de mantenimiento. Los PMPs 3/50 y 4/60 no incluyen limpieza de inyectores.

3. Aplicación de formato 4 s.

45 Bahía MP																					
Entorno de la bahía																					
Bahía de trabajo barrida, encamada, con cepillo y sin ningún tipo de derrame. Los elevadores se encuentran limpios, sin grasa ni aceite.																					
																					
SEISOU	SEISOU																				
Banco de trabajo																					
La bandeja para el agua posee únicamente las cantidades permitidas de materiales.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>CANTIDAD MÁXIMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alcohol de Isopropil</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Alcohol de Metilico</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Alcohol de Etilico</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Acetona</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Acido Nitrico</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Acido Sulfurico</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Carboxi</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Compuesto de Sulfato</td> <td>3 botellas</td> </tr> <tr> <td>Fluoruro</td> <td>3 botellas</td> </tr> </tbody> </table>	MATERIAL	CANTIDAD MÁXIMA	Alcohol de Isopropil	3 botellas	Alcohol de Metilico	3 botellas	Alcohol de Etilico	3 botellas	Acetona	3 botellas	Acido Nitrico	3 botellas	Acido Sulfurico	3 botellas	Carboxi	3 botellas	Compuesto de Sulfato	3 botellas	Fluoruro	3 botellas	
MATERIAL	CANTIDAD MÁXIMA																				
Alcohol de Isopropil	3 botellas																				
Alcohol de Metilico	3 botellas																				
Alcohol de Etilico	3 botellas																				
Acetona	3 botellas																				
Acido Nitrico	3 botellas																				
Acido Sulfurico	3 botellas																				
Carboxi	3 botellas																				
Compuesto de Sulfato	3 botellas																				
Fluoruro	3 botellas																				
SEITON																					
Cable de coolant y de agua se encuentran en la parte inferior del banco de trabajo.																					
																					
SEITON																					
Caja para almacenar macerilla limpia y en buen estado, situada en la parte inferior del banco de trabajo.																					
																					
SEIKETSU																					
La parte superior del banco de trabajo solamente deben de estar colocados repuestos o materiales nuevos de la orden de trabajo o partes de vehículo que se esta trabajando de la cualidad debe encontrarse vacía.																					
																					
SEISOU																					
Caja de herramientas																					
Con: tralleys, limpias, libre de grasa y aceite. Libre de tornillos, tuercas, arandelas, empaques o herramientas que no corresponden a las herramientas oficiales del punto de trabajo.																					
																					
SEISOU	SEISOU																				
El desorden debajo del tralleys, limpias, libre de grasa y aceite, las maquetas son cavetadas.																					
																					
																					
SEISOU																					
El colector de aceite está limpio, libre de polvo, aceite y grasa, las herramientas correspondientes al punto de trabajo deben estar en orden y en su posición.																					
																					
SEIKETSU																					
El colector de aceite y las carracas se encuentran limpias, libres de polvo, aceite y grasa.																					
																					
SEISOU																					

4. Observaciones diarias para EM1 etapa de cierre de OT, primer trimestre 2022.

Mes:	Enero												
Subgrupo	Observaciones			Datos de medias					Datos de rango				
	1	2	3	Prom □	LC □	LCS	LCI	Tiempo ideal	R	LC □	LCS □	LCI □	
1	39.52	24.48	87.85	50.62	162.13	559.43	0.00	6.00	63.37	388.37	999.46	0.00	
2	0.75	63.88	133.65	66.09	162.13	559.43	0.00	6.00	132.90	388.37	999.46	0.00	
3	206.72	35.10	38.20	93.34	162.13	559.43	0.00	6.00	171.62	388.37	999.46	0.00	
4	44.52	264.97	121.67	143.72	162.13	559.43	0.00	6.00	220.45	388.37	999.46	0.00	
5	9.55	97.72	8.13	38.47	162.13	559.43	0.00	6.00	89.58	388.37	999.46	0.00	
6	94.52	57.07	5.83	52.47	162.13	559.43	0.00	6.00	88.68	388.37	999.46	0.00	
7	10.05	91.95	1014.33	372.11	162.13	559.43	0.00	6.00	1004.28	388.37	999.46	0.00	
8	144.63	29.80	80.52	84.98	162.13	559.43	0.00	6.00	114.83	388.37	999.46	0.00	
9	64.87	37.28	7.23	36.46	162.13	559.43	0.00	6.00	57.63	388.37	999.46	0.00	
10	88.80	26.92	4.93	40.22	162.13	559.43	0.00	6.00	83.87	388.37	999.46	0.00	
11	157.43	238.43	104.37	166.74	162.13	559.43	0.00	6.00	134.07	388.37	999.46	0.00	
12	13.23	8.65	1306.68	442.86	162.13	559.43	0.00	6.00	1298.03	388.37	999.46	0.00	
13	27.17	1009.65	13.28	350.03	162.13	559.43	0.00	6.00	996.37	388.37	999.46	0.00	
14	12.68	26.78	1.52	13.66	162.13	559.43	0.00	6.00	25.27	388.37	999.46	0.00	
15	7.62	1270.57	83.43	453.87	162.13	559.43	0.00	6.00	1262.95	388.37	999.46	0.00	
16	37.02	26.27	46.83	36.71	162.13	559.43	0.00	6.00	20.57	388.37	999.46	0.00	
17	41.75	1.67	107.22	50.21	162.13	559.43	0.00	6.00	105.55	388.37	999.46	0.00	
18	3.75	246.92	9.47	86.71	162.13	559.43	0.00	6.00	243.17	388.37	999.46	0.00	
19	1481.20	12.90	86.20	526.77	162.13	559.43	0.00	6.00	1468.30	388.37	999.46	0.00	
20	107.35	58.35	244.20	136.63	162.13	559.43	0.00	6.00	185.85	388.37	999.46	0.00	

Mes:	Febrero												
Subgrupo	Observaciones			Datos de medias					Datos de rango				
	1	2	3	Prom □	LC □	LCS	LCI	Tiempo ideal	R	LC □	LCS □	LCI □	
1	386.80	47.75	4.47	146.34	224.41	790.80	0.00	6.00	382.33	553.65	1424.82	0.00	
2	115.32	43.22	24.30	60.94	224.41	790.80	0.00	6.00	91.02	553.65	1424.82	0.00	
3	215.77	11.13	61.22	96.04	224.41	790.80	0.00	6.00	204.63	553.65	1424.82	0.00	
4	60.45	41.87	17.92	40.08	224.41	790.80	0.00	6.00	42.53	553.65	1424.82	0.00	
5	66.83	13.07	2.27	27.39	224.41	790.80	0.00	6.00	64.57	553.65	1424.82	0.00	
6	42.40	94.47	37.37	58.08	224.41	790.80	0.00	6.00	57.10	553.65	1424.82	0.00	
7	72.48	89.62	0.62	54.24	224.41	790.80	0.00	6.00	89.00	553.65	1424.82	0.00	
8	24.80	58.35	29.90	37.68	224.41	790.80	0.00	6.00	33.55	553.65	1424.82	0.00	
9	71.83	1264.08	10.87	448.93	224.41	790.80	0.00	6.00	1253.22	553.65	1424.82	0.00	
10	170.48	36.60	3868.27	1358.45	224.41	790.80	0.00	6.00	3831.67	553.65	1424.82	0.00	
11	28.68	46.38	255.65	110.24	224.41	790.80	0.00	6.00	226.97	553.65	1424.82	0.00	
12	57.65	292.58	72.28	140.84	224.41	790.80	0.00	6.00	234.93	553.65	1424.82	0.00	
13	1160.23	68.13	20.28	416.22	224.41	790.80	0.00	6.00	1139.95	553.65	1424.82	0.00	
14	75.93	107.72	66.33	83.33	224.41	790.80	0.00	6.00	41.38	553.65	1424.82	0.00	
15	101.32	66.47	2736.93	968.24	224.41	790.80	0.00	6.00	2670.47	553.65	1424.82	0.00	
16	0.65	0.48	130.10	43.74	224.41	790.80	0.00	6.00	129.62	553.65	1424.82	0.00	
17	99.47	9.30	193.55	100.77	224.41	790.80	0.00	6.00	184.25	553.65	1424.82	0.00	
18	72.50	137.62	68.15	92.76	224.41	790.80	0.00	6.00	69.47	553.65	1424.82	0.00	
19	111.90	44.20	4.10	53.40	224.41	790.80	0.00	6.00	107.80	553.65	1424.82	0.00	
20	294.88	76.35	80.38	150.54	224.41	790.80	0.00	6.00	218.53	553.65	1424.82	0.00	

Mes:	Marzo												
Subgrupo	Observaciones			Datos de medias					Datos de rango				
	1	2	3	Prom \bar{X}	LC \bar{X}	LCS	LCI	Tiempo ideal	R	LC \bar{R}	LCS \bar{R}	LCI \bar{R}	
1	7.87	24.90	77.58	36.78	116.19	369.60	0.00	6.00	69.72	247.71	637.49	0.00	
2	22.72	92.67	53.92	56.43	116.19	369.60	0.00	6.00	69.95	247.71	637.49	0.00	
3	79.90	5.77	1.52	29.06	116.19	369.60	0.00	6.00	78.38	247.71	637.49	0.00	
4	34.53	207.72	1007.01	416.42	116.19	369.60	0.00	6.00	972.48	247.71	637.49	0.00	
5	59.17	2.92	64.40	42.16	116.19	369.60	0.00	6.00	61.48	247.71	637.49	0.00	
6	1117.07	20.52	15.80	384.46	116.19	369.60	0.00	6.00	1101.27	247.71	637.49	0.00	
7	13.15	54.52	26.72	31.46	116.19	369.60	0.00	6.00	41.37	247.71	637.49	0.00	
8	27.02	1.77	5.80	11.53	116.19	369.60	0.00	6.00	25.25	247.71	637.49	0.00	
9	107.10	24.17	29.03	53.43	116.19	369.60	0.00	6.00	82.93	247.71	637.49	0.00	
10	49.05	52.87	47.78	49.90	116.19	369.60	0.00	6.00	5.08	247.71	637.49	0.00	
11	260.42	144.57	37.60	147.53	116.19	369.60	0.00	6.00	222.82	247.71	637.49	0.00	
12	95.82	385.98	37.50	173.10	116.19	369.60	0.00	6.00	348.48	247.71	637.49	0.00	
13	151.00	92.50	31.97	91.82	116.19	369.60	0.00	6.00	119.03	247.71	637.49	0.00	
14	205.87	312.72	7.50	175.36	116.19	369.60	0.00	6.00	305.22	247.71	637.49	0.00	
15	9.78	94.40	0.23	34.81	116.19	369.60	0.00	6.00	94.17	247.71	637.49	0.00	
16	70.55	22.70	46.67	46.64	116.19	369.60	0.00	6.00	47.85	247.71	637.49	0.00	
17	39.22	920.77	4.00	321.33	116.19	369.60	0.00	6.00	916.77	247.71	637.49	0.00	
18	262.77	23.82	1.18	95.92	116.19	369.60	0.00	6.00	261.58	247.71	637.49	0.00	
19	61.68	39.33	104.50	68.51	116.19	369.60	0.00	6.00	65.17	247.71	637.49	0.00	
20	33.80	38.68	99.03	57.17	116.19	369.60	0.00	6.00	65.23	247.71	637.49	0.00	

Observaciones diarias para EM2 etapa de cierre de OT, primer trimestre 2022.

Mes: Enero												
Subgrupo	Observaciones			Datos de medias					Datos de rango			
	1	2	3	Prom □	LC □	LCS	LCI	Tiempo ideal	R	LC □	LCS □	LCI □
1	51.03	68.12	14.62	44.59	245.09	691.25	0.00	6.00	53.50	436.12	1122.36	0.00
2	203.22	57.70	116.17	125.69	245.09	691.25	0.00	6.00	145.52	436.12	1122.36	0.00
3	29.88	54.95	13.40	32.74	245.09	691.25	0.00	6.00	41.55	436.12	1122.36	0.00
4	0.35	9.55	0.47	3.46	245.09	691.25	0.00	6.00	9.20	436.12	1122.36	0.00
5	104.33	268.88	1331.93	568.38	245.09	691.25	0.00	6.00	1227.60	436.12	1122.36	0.00
6	48.87	1252.60	86.45	462.64	245.09	691.25	0.00	6.00	1203.73	436.12	1122.36	0.00
7	59.30	35.22	369.68	154.73	245.09	691.25	0.00	6.00	334.47	436.12	1122.36	0.00
8	468.23	249.37	147.62	288.41	245.09	691.25	0.00	6.00	320.62	436.12	1122.36	0.00
9	61.90	22.85	81.98	55.58	245.09	691.25	0.00	6.00	59.13	436.12	1122.36	0.00
10	91.75	30.63	1367.72	496.70	245.09	691.25	0.00	6.00	1337.08	436.12	1122.36	0.00
11	192.48	77.70	150.60	140.26	245.09	691.25	0.00	6.00	114.78	436.12	1122.36	0.00
12	150.60	43.28	20.85	71.58	245.09	691.25	0.00	6.00	129.75	436.12	1122.36	0.00
13	46.87	275.37	109.55	143.93	245.09	691.25	0.00	6.00	228.50	436.12	1122.36	0.00
14	43.48	166.40	69.87	93.25	245.09	691.25	0.00	6.00	122.92	436.12	1122.36	0.00
15	77.63	69.42	182.47	109.84	245.09	691.25	0.00	6.00	113.05	436.12	1122.36	0.00
16	251.82	30.43	166.92	149.72	245.09	691.25	0.00	6.00	221.38	436.12	1122.36	0.00
17	1354.02	104.00	1031.67	829.89	245.09	691.25	0.00	6.00	1250.02	436.12	1122.36	0.00
18	49.50	55.62	52.38	52.50	245.09	691.25	0.00	6.00	6.12	436.12	1122.36	0.00
19	572.73	14.60	6.67	198.00	245.09	691.25	0.00	6.00	566.07	436.12	1122.36	0.00
20	138.63	1376.12	1125.18	879.98	245.09	691.25	0.00	6.00	1237.48	436.12	1122.36	0.00

Mes: Febrero												
Subgrupo	Observaciones			Datos de medias					Datos de rango			
	1	2	3	Prom □	LC □	LCS	LCI	Tiempo ideal	R	LC □	LCS □	LCI □
1	139.88	290.20	3.18	144.42	176.17	535.15	0.00	6.00	287.02	350.91	903.06	0.00
2	39.00	1361.98	106.43	502.47	176.17	535.15	0.00	6.00	1322.98	350.91	903.06	0.00
3	109.00	79.12	1254.43	480.85	176.17	535.15	0.00	6.00	1175.32	350.91	903.06	0.00
4	221.85	35.75	110.73	122.78	176.17	535.15	0.00	6.00	186.10	350.91	903.06	0.00
5	28.30	367.27	19.23	138.27	176.17	535.15	0.00	6.00	348.03	350.91	903.06	0.00
6	379.42	96.12	124.40	199.98	176.17	535.15	0.00	6.00	283.30	350.91	903.06	0.00
7	2.30	225.68	56.35	94.78	176.17	535.15	0.00	6.00	223.38	350.91	903.06	0.00
8	101.70	70.23	83.27	85.07	176.17	535.15	0.00	6.00	31.47	350.91	903.06	0.00
9	23.17	107.25	55.15	61.86	176.17	535.15	0.00	6.00	84.08	350.91	903.06	0.00
10	423.20	223.90	146.57	264.56	176.17	535.15	0.00	6.00	276.63	350.91	903.06	0.00
11	65.37	64.02	7.17	45.52	176.17	535.15	0.00	6.00	58.20	350.91	903.06	0.00
12	29.40	42.75	49.98	40.71	176.17	535.15	0.00	6.00	20.58	350.91	903.06	0.00
13	96.73	294.90	155.35	182.33	176.17	535.15	0.00	6.00	198.17	350.91	903.06	0.00
14	156.32	0.40	8.48	55.07	176.17	535.15	0.00	6.00	155.92	350.91	903.06	0.00
15	1.68	83.47	13.72	32.96	176.17	535.15	0.00	6.00	81.78	350.91	903.06	0.00
16	27.68	204.63	28.17	86.83	176.17	535.15	0.00	6.00	176.95	350.91	903.06	0.00
17	42.35	1383.10	254.25	559.90	176.17	535.15	0.00	6.00	1340.75	350.91	903.06	0.00
18	235.98	36.23	387.47	219.89	176.17	535.15	0.00	6.00	351.23	350.91	903.06	0.00
19	56.50	416.18	63.35	178.68	176.17	535.15	0.00	6.00	359.68	350.91	903.06	0.00
20	19.82	58.05	1.47	26.44	176.17	535.15	0.00	6.00	56.58	350.91	903.06	0.00

Mes: Marzo												
Subgrupo	Observaciones			Datos de medias					Datos de rango			
	1	2	3	Prom □	LC □	LCS	LCI	Tiempo ideal	R	LC □	LCS □	LCI □
1	132.32	21.48	1320.17	491.32	314.26	1027.64	0.00	6.00	1298.68	697.34	1794.61	0.00
2	157.28	17.55	210.92	128.58	314.26	1027.64	0.00	6.00	193.37	697.34	1794.61	0.00
3	0.37	153.87	36.92	63.72	314.26	1027.64	0.00	6.00	153.50	697.34	1794.61	0.00
4	37.73	53.18	141.23	77.38	314.26	1027.64	0.00	6.00	103.50	697.34	1794.61	0.00
5	1860.00	125.82	1210.92	1065.58	314.26	1027.64	0.00	6.00	1734.18	697.34	1794.61	0.00
6	257.87	93.22	152.62	167.90	314.26	1027.64	0.00	6.00	164.65	697.34	1794.61	0.00
7	26.80	100.62	74.30	67.24	314.26	1027.64	0.00	6.00	73.82	697.34	1794.61	0.00
8	349.17	37.60	55.37	147.38	314.26	1027.64	0.00	6.00	311.57	697.34	1794.61	0.00
9	48.07	33.00	949.92	343.66	314.26	1027.64	0.00	6.00	916.92	697.34	1794.61	0.00
10	127.03	17.68	71.20	71.97	314.26	1027.64	0.00	6.00	109.35	697.34	1794.61	0.00
11	137.08	73.52	24.83	78.48	314.26	1027.64	0.00	6.00	112.25	697.34	1794.61	0.00
12	10.18	1104.78	8.90	374.62	314.26	1027.64	0.00	6.00	1095.88	697.34	1794.61	0.00
13	173.97	43.28	12.13	76.46	314.26	1027.64	0.00	6.00	161.83	697.34	1794.61	0.00
14	2906.70	16.32	1283.60	1402.21	314.26	1027.64	0.00	6.00	2890.38	697.34	1794.61	0.00
15	77.75	1.02	16.32	31.69	314.26	1027.64	0.00	6.00	76.73	697.34	1794.61	0.00
16	4343.63	243.58	53.58	1546.93	314.26	1027.64	0.00	6.00	4290.05	697.34	1794.61	0.00
17	23.30	69.30	20.90	37.83	314.26	1027.64	0.00	6.00	48.40	697.34	1794.61	0.00
18	169.73	8.72	67.90	82.12	314.26	1027.64	0.00	6.00	161.02	697.34	1794.61	0.00
19	5.03	17.27	3.08	8.46	314.26	1027.64	0.00	6.00	14.18	697.34	1794.61	0.00
20	5.72	16.75	42.28	21.58	314.26	1027.64	0.00	6.00	36.57	697.34	1794.61	0.00

5. Cálculo de ticket promedio para los periodos de enero 2021 a junio 2022.

Periodo	Mes	Facturacion \$	OT	Ticket promedio OT	Días hábiles
2021	ene-21	\$49,039	237	206.92	20
2021	feb-21	\$44,983	233	193.06	20
2021	mar-21	\$51,370	245	209.67	22
2021	abr-21	\$41,704	194	214.97	19.6
2021	may-21	\$40,805	190	214.76	21
2021	jun-21	\$46,755	215	217.46	22.8
2021	jul-21	\$49,371	228	216.54	22
2021	ago-21	\$48,803	240	203.35	20.8
2021	sep-21	\$51,513	230	223.97	21.8
2021	oct-21	\$51,097	233	219.30	22
2021	nov-21	\$46,302	214	216.37	21.8
2021	dic-21	\$49,081	228	215.27	19.8
2022	ene-22	\$51,358	246	208.77	21
2022	feb-22	\$46,667	230	202.90	20
2022	mar-22	\$52,126	240	217.19	23
2022	abr-22	\$39,787	197	201.96	16.9
2022	may-22	\$49,552	172	288.10	22
2022	jun-22	\$47,460	212	223.87	22
			PROMEDIO \$	216.36	

Tipo de cambio utilizado: 1 dólar = 670 colones.

6. Unidades atendidas como EM120 de enero 2021 a junio 2022.

AÑO	MES	Facturacion MO	OT	Tiquete promedio OT	EM60	EM120	OTRO	días hábiles	Promedio diario	Promedio diario EM120	% EM120
2021	ene-21	\$49,039	237	206.92	27	101	109	20	11.9	5.1	42.62%
2021	feb-21	\$44,983	233	193.06	34	90	109	20	11.7	4.5	38.63%
2021	mar-21	\$51,370	245	209.67	20	112	113	22	11.1	5.1	45.71%
2021	abr-21	\$41,704	194	214.97	25	97	72	19.6	9.9	4.9	50.00%
2021	may-21	\$40,805	190	214.76	15	94	81	21	9.0	4.5	49.47%
2021	jun-21	\$46,755	215	217.46	30	100	85	22.8	9.4	4.4	46.51%
2021	jul-21	\$49,371	228	216.54	19	98	111	22	10.4	4.5	42.98%
2021	ago-21	\$48,803	240	203.35	26	114	100	20.8	11.5	5.5	47.50%
2021	sep-21	\$51,513	230	223.97	26	110	94	21.8	10.6	5.0	47.83%
2021	oct-21	\$51,097	233	219.30	39	108	86	22	10.6	4.9	46.35%
2021	nov-21	\$46,302	214	216.37	48	129	37	21.8	9.8	5.9	60.28%
2021	dic-21	\$49,081	228	215.27	45	117	66	19.8	11.5	5.9	51.32%
2022	ene-22	\$51,358	246	208.77	45	135	66	21	11.7	6.4	54.88%
2022	feb-22	\$46,667	230	202.90	60	132	38	20	11.5	6.6	57.39%
2022	mar-22	\$52,126	240	217.19	66	138	36	23	10.4	6.0	57.50%
2022	abr-22	\$39,787	197	201.96	14	130	53	16.9	11.7	7.7	65.99%
2022	may-22	\$49,552	172	288.10	25	68	79	22	7.8	3.1	39.53%
2022	jun-22	\$47,460	212	223.87	41	128	43	22	9.6	5.8	60.38%
				216.36						5.3	50.27%

7. Estimación de ingresos para el segundo semestre de 2022.

Periodo	Mes	Crecimiento estimado diario	Días Hábiles	Facturación extra	Monto en colones
2022	jul-22	216.36	20.8	\$ -	₡ -
2022	ago-22	216.36	21.8	\$ 4,716.59	₡ 3,160,112.09
2022	sep-22	216.36	21.8	\$ 4,716.59	₡ 3,160,112.09
2022	oct-22	216.36	23	\$ 4,976.21	₡ 3,334,063.21
2022	nov-22	216.36	22.8	\$ 4,932.94	₡ 3,305,071.36
2022	dic-22	216.36	19	\$ 4,110.79	₡ 2,754,226.13