

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO BASADO EN LA APLICACIÓN DEL MODELO LEAN SERVICE PARA MEJORAR EL PROCESO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS DE UN TALLER DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autora:

Sharonng Steissy Vasquez Tello

Asesor:

Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega

Cajamarca - Perú

2021

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE FIGURAS	6
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Realidad problemática.....	11
1.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Objetivos	17
1.4 Hipótesis.....	18
CAPÍTULO II. METODOLOGIA	19
2.1 Tipo de investigación	19
2.3 Materiales, Instrumentos y Técnicas de recolección análisis de datos	20
2.4 Matriz de consistencia.....	29
2.5 Matriz de operacionalización de variables	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS	34
3.1 Información general de la empresa	34
3.2 Diagnóstico general del área de estudio.....	36
3.3 Diagnóstico de la variable independiente: Lean Service	53
3.4 Diagnóstico de la variable dependiente: Proceso del servicio de mantenimiento.....	90
3.5 Matriz de operacionalización de variable con resultado de diagnóstico	112
3.6 Diseño de las mejoras de la variable independiente: Lean Service.....	114
3.7 Aplicación de la mejora de la variable independiente: Lean Service	116
3.8 Resultado de los indicadores después de la mejora de la variable independiente: Lean Service.....	159
3.9 Resultado de los indicadores después de la mejora de la variable independiente: Procesos de reparación y mantenimiento	181
3.10 Matriz de operacionalización después de la mejora.....	194

3.11	Análisis económico y financiero	196
CAPITULO VI DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		204
4.1	DISCUSIONES	204
4.2	Conclusiones	206
REFERENCIAS.....		207
ANEXOS.....		207

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e instrumentos a utilizar.....	20
Tabla 2 Escala de medición de la encuesta.....	22
Tabla 3 Guía de preguntas.....	24
Tabla 4 Matriz de consistencia.....	29
Tabla 5 Operacionalización de la Variable Independiente.....	32
Tabla 6 Operacionalización de la Variable Dependiente.....	33
Tabla 7 Causas raíz del problema.....	52
Tabla 8 Formato de evaluación 5S antes del diseño de mejora.....	57
Tabla 9 Tabulación de las 5S.....	58
Tabla 10 Toma de tiempo preliminares – Proceso de cambio de aceite y filtros.....	61
Tabla 11 Resumen de la toma de tiempos preliminares – Servicio de cambio de aceite y filtros.....	64
Tabla 12 Tabla resumen del DAP.....	68
Tabla 13 Tiempos del subproceso del servicio de cambio de aceite y filtros.....	69
Tabla 14 Demoras del proceso del Proceso de cambio de aceite y filtros.....	70
Tabla 15 Clasificación de movimientos Therbling.....	74
Tabla 16 Clasificación de los micromovimientos de la intervención vehicular inherentes al servicio de cambio de aceite y filtros.....	77
Tabla 17 Distancias recorridas en el proceso de cambio de aceite y filtros.....	86
Tabla 18 Tiempo de actividades con sobre procesamiento.....	89
Tabla 19 Tiempos promedios por estaciones (subprocesos), expresados en minutos.....	92
Tabla 20 Tipo de actividades del proceso de Cambio de aceite y filtros.....	95
Tabla 21 Tabla resumen de la clasificación de las actividades del proceso de cambio de aceite.....	97
Tabla 22 Aplicación del sistema de valoración Westinghouse.....	99
Tabla 23 Calculo del % de suplementos.....	103
Tabla 24 Cálculo de Horas Hombre por semana.....	106
Tabla 25 Número de mantenimientos por día de los meses de enero, febrero y marzo.....	108
Tabla 26 Número de mantenimientos por día de los meses de abril, mayo y junio.....	109
Tabla 27 Resultados actuales de la Variable Independiente.....	112
Tabla 28 Resultados actuales de la Variable Independiente.....	113
Tabla 29 Equipos, herramientas y elementos necesarios.....	117
Tabla 30 Equipos, herramientas y elementos NECESARIOS.....	118
Tabla 31 Criterios de organización.....	121
Tabla 32 Cantidad de letreros para la señalización.....	131
Tabla 33 Temas a tratar en las capacitaciones.....	134
Tabla 34 Formato de evaluación 5S después de su implementación.....	135
Tabla 35 Características técnicas del carrito de herramientas e insumos.....	142
Tabla 36 Áreas de trabajo del taller de reparación y mantenimiento.....	152
Tabla 37 Motivos de proximidad.....	153

Tabla 38 Toma de tiempo preliminar después del diseño planteado – cambio de aceite y filtros	161
Tabla 39 Resumen de la toma de tiempos preliminares después del diseño planteado – Cambio de aceite y filtros	163
Tabla 40 Tiempos del subproceso del servicio de cambio de aceite y filtros	167
Tabla 41 Relación de actividades de demora con las herramientas aplicadas	168
Tabla 42 Demoras del Proceso de cambio de aceite y filtros	169
Tabla 43 Clasificación de los micromovimientos de la intervención vehicular después del diseño de mejora(subproceso)	171
Tabla 44 Distancias recorridas en el proceso de cambio de aceite y filtros después de la mejora	178
Tabla 45 Relación de actividades de sobre procesamiento con las herramientas aplicadas	179
Tabla 46 Tiempo mejorado de actividades con sobre procesamiento	180
Tabla 47 Tiempos promedios por estaciones (subprocesos) después de la mejora, expresados en minutos.....	183
Tabla 48 Tiempos de actividades productivas e improductivas	185
Tabla 49 Aplicación del sistema de valoración Westinghouse.....	186
Tabla 50 Valores de los factores de suplemento por descansos	188
Tabla 51 Resultados después del diseño de mejora de la Variable Independiente	194
Tabla 52 Resultados después del diseño de mejora de la Variable Independiente	195
Tabla 53 Costo maquinaria, equipos y herramientas	196
Tabla 54 Costos incurridos en capacitaciones 5S	196
Tabla 55 Costos de implementos para las capacitaciones.....	197
Tabla 56 Costos de materiales para la implementación de las 5S	197
Tabla 57 Costos de H.H en el diseño de mejoras.....	197
Tabla 58 Costos incurridos en la remodelación y reajuste del rediseño del taller	198
Tabla 59 Costos incurridos en el pintado de la señalización de las áreas del taller.....	199
Tabla 60 Costos incurridos en la compra de letreros de señalización	199
Tabla 61 Costos ahorrados en H.H	200
Tabla 62 Costos totales por incurrir en la propuesta de mejora.....	201
Tabla 63 Costos por no incurrir en la propuesta de mejora	202
Tabla 64 Flujo de caja.....	203
Tabla 65 Calculo del VAN, TIR e IR	203

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Organigrama de la empresa de reparación y mantenimiento automotriz	36
Figura N° 2: Diagrama de bloques del servicio de mantenimiento del taller automotriz	36
Figura N° 3: Proceso de recepción del taller automotriz	40
Figura N° 4: Proceso de ejecución	45
Figura N° 5: Proceso de la entrega del vehículo.....	46
Figura N° 6: Esquema del digrama de shikawa.....	48
Figura N° 8: Frecuencia de problemas identificados.....	51
Figura N° 9: Almacén 1.....	53
Figura N° 10: Almacén 2.....	54
Figura N° 11: Área de trabajo.....	54
Figura N° 12: Mesa de trabajo.....	55
Figura N° 13: Almacén 1	55
Figura N° 14: Almacén 1	56
Figura N° 15: Suelo del taller de reparación y mantenimiento automotriz	56
Figura N° 16: Valué Stream Mapping del proceso de cambio de aceite y filtros.....	73
Figura N° 17: Clasificación de movimientos Therbling	76
Figura N° 18: Plano de taller d automotriz.....	83
Figura N° 19: Leyenda del diagrama de recorrido	84
Figura N° 20: Recorrido del servicio de cambio de aceite	85
Figura N° 21: Diagrama lineal de los Subprocesos – Proceso de cambio de aceite y filtros	91
Figura N° 22: Diagrama lineal del subproceso – Servicio de Mantenimiento	93
Figura N° 23: Sistema de suplementos por descanso	103
Figura N° 24: Diseño de las herramientas Lean Service para mejor el proceso del servicio de Cambio de Aceite y filtros.....	115
Figura N° 25: Tarjeta roja para clasificar	119
Figura N° 26: Descarte de los elementos incensarios.....	120
Figura N° 27: Formato de implementación de orden	122
Figura N° 28: Herramientas organizadas.....	123
Figura N° 29: Imagen 3D de almacén de herramienta.....	124
Figura N° 30: Vista 3d de la ubicación de juegos de herramientas	124
Figura N° 31: Vista 3D de la ubicación de herramientas en estantería	125
Figura N° 32: Cronograma de actividades.....	126
Figura N° 33: División de los sectores del taller para realizar la limpieza.....	127
Figura N° 34: Formato de inspección, orden y aseo.....	128
Figura N° 35: Vista 3d de la señalización del área.....	130
Figura N° 36: Reglamentos del personal técnico.	132
Figura N° 37: Planificación de las capacitaciones al personal de trabajo.....	133
Figura N° 38: Planificación de las capacitaciones al personal de trabajo.....	137
Figura N° 39: Vista frontal del carrito de herramientas e insumos	143

Figura N° 40: Vista de los costados del carrito de herramientas e insumos	144
Figura N° 41: Distribución 3D del área de trabajo del técnico para realizar el servicio de cambio de aceite.	145
Figura N° 42: Diseño 3D de las zonas de ubicación de herramientas en la zanja de trabajo	146
Figura N° 43: Posición del operario en cambio de aceite.....	147
Figura N° 44: Posición del operario en cambio de aceite.....	147
Figura N° 52: Procedimiento propuesto para el afinamiento del motor	150
Figura N° 53: Tarjeta guía para realizar la intervención vehicular en el proceso de Cambio de aceite y filtros	151
Figura N° 45: Escala de valores para la proximidad	153
Figura N° 46: Tabla de relación	153
Figura N° 47: Representación gráfica de las áreas de trabajo.	154
Figura N° 48: Diagrama relacional.....	155
Figura N° 49: Distribución mejorada del taller automotriz	156
Figura N° 50: Hoja de datos iniciales suministrados por el cliente	157
Figura N° 51: Hoja de diagnóstico.	158
Figura N° 54: Pizarra de gestión visual	159
Figura N° 55: Recorrido del servicio de cambio de aceite y filtros después del diseño de mejora	178
Figura N° 56: Recorrido del servicio de cambio de aceite después del diseño de mejora	181
Figura N° 57: Diagrama lineal mejorado de los Subprocesos – cambio de aceite y filtros.....	184

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi padre que le hubiese encantado que su hija termine su carrera universitaria, a mi madre y hermanos, quienes han depositado toda su confianza en mí y han contribuido para hacer realidad mis sueños a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores, pilares en mi formación profesional y a mi familia, por haberme apoyado y encaminado en cada etapa de mi vida, con sus enseñanzas he trazado mi camino para obtener mis logros y éxitos.

RESUMEN

La investigación se realizó en el taller de reparación y mantenimiento automotriz en la ciudad de Cajamarca, en la que se implementó la metodología Lean Service y se mejoraron los procesos inherentes al servicio de mantenimiento, debido a que es el que más demanda tiene. En el diagnóstico realizado se encontró que el taller no tenía estandarizadas las actividades que conformaban el servicio de mantenimiento (cambio de aceite, cambio de filtro de aceite y cambio de filtro de aire), se vislumbró desorden en el área de trabajo, el proceso de comunicación de las ordenes de trabajo se realizaban de manera inadecuada y tenía una mala distribución de sus áreas de trabajo. Se realizó el diseño de la propuesta de mejora con la ayuda del Value Stream Mapping, en el que se detalló todas las herramientas a usar según los escollos diagnosticados dentro del proceso de mantenimiento del taller automotriz, estas fueron: las 5S, optimización de movimientos, poka yoke de información, estandarización de las actividades del proceso de mantenimiento, gestión visual y diseño del layout. Después del diseño de mejora basado en el Lean Service, el tiempo de ciclo podría reducirse en 44.56 minutos, al disminuir respectivamente 35.93 minutos de tiempos de espera, incrementándose los movimientos eficientes en un 23.5%. Ante esto la eficiencia de producción podría mejorar de un 40% a un 85% y la capacidad de producción pasar de 10 a 25 vehículos. El análisis financiero de la propuesta de mejora presenta un VAN igual a S/ 22815, un TIR de 71% (con una tasa de interés de 9%) y con IR positivo de 2.96

Palabras clave: Lean Service, Tiempo de ciclo, Mejora de procesos, Taller automotriz.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En un entorno altamente competitivo, donde específicamente las empresas que se dedican a la venta de servicios, están enmarcadas por una dura competencia. Las organizaciones de este rubro persiguen sostenibilidad en el tiempo, situación inherente a una búsqueda constante para mejorar la respuesta de atención al cliente, mediante el diseño de estrategias operativas, en el caso de mejora de procesos. Es evidente que gran parte de la sostenibilidad depende de la capacidad de diferenciación en la gestión de procesos que tiene cada empresa. Por lo anterior, estas buscan la supremacía ante sus homólogas basándose en métodos de ingeniería paradigmáticos como la filosofía Lean Service, que permiten satisfacer las necesidades de sus clientes, de una manera óptima, mediante la disección minuciosa de sus procesos para mantener un crecimiento competitivo y estable.

En los últimos 25 años, las empresas de servicios se han convertido en el 70% del PBI europeo y el 80% del PBI de los Estados Unidos (Raymundo, 2019). Sin embargo, al mencionar eficiencia operativa por implementación de la filosofía Lean, es la industria manufactura quien ha conseguido mayores resultados, por lo cual varios gerentes han diversificado su implementación en el área de servicios (Socconini, 2019, pág. 2) . En ese contexto, muchas empresas están implementando este método provenientes de la industria automotriz japonesa, Toyota, que representa un factor clave para mejorar la productividad y entregar servicios de calidad (Arango Vásquez, 2017).

Ahora bien , dentro de nuestro país el sector automotriz hoy en día genera 125.000 empleos directos e indirectos en el Perú, debido al incremento del parque automotor de 2,4 millones de vehículos en 2010 a 6,2 millones en 2019 (Ruiz Rico, 2020). Esta situación vorágine se puede contemplar en un aumento vertiginoso de pequeñas empresas que se dedican a la reparación y mantenimiento automotriz. Es por ello, que muchas empresas de éste y otros rubros, han decidido apostar por la metodología Lean Service, en la búsqueda constante de diferenciarse en la atención que les brindan a sus clientes. Cabrera (2016). asegura que tener las herramientas de trabajo y la información necesaria en el lugar correcto, el momento correcto y en la cantidad correcta, se eliminan los despilfarros manteniendo los costos controlados y a los clientes satisfechos; variables que se pueden ajustar con las diversas herramientas que ofrece el método japonés propuesto.

Por ejemplo, Chumacero (2019) en su trabajo de investigación mejoró los procesos de la empresa TIS PERÚ desde la demanda del cliente hasta la ejecución del proyecto, mediante el Lean Service. Estandarizando los procesos que agilicen los requerimientos de las áreas internas. Para ello usó el VSM con el objetivo de mapear el escenario actual de sus operaciones de compras e iniciar el plan de acciones para la mejora continua, y las 5S para la reducción de tiempos muertos. Teniendo como resultado final que los tiempos de atención por cada solicitud generada en el día a día por cada usuario disminuyera en casi un 83%, de 210 minutos a 36 minutos por solicitud generada. También se redujo las solicitudes con retraso en la atención de 19% a 4%.

Y en cuanto a Julca (2017), mediante la aplicación del Lean Service mejoró la productividad de una empresa dedicada a la comercialización, instalación, mantenimiento de antenas, torres y mástiles para el sector de telecomunicaciones. Detectando que tenía problemas de mantenimientos entregados a destiempo y otros que fueron reprogramados. Para ello usó herramientas como el VSM para diagramar el proceso desde la orden de servicio hasta la entrega del informe, eventos Kaisen para involucrar a los trabajadores e identificar oportunidades de mejora y la estandarización del trabajo para registrar el manual de procesos en instructivos de trabajo. Finalmente, la productividad incrementó de un 49% a un 72%, la eficiencia de un 64% a un 74%, y la eficacia de un 78% a un 98%.

Por otro lado, a Rodríguez (2018) en su trabajo de aplicación del Lean Service en una empresa de servicio automotriz, la herramienta DAP le permitió identificar las operaciones con más demoras, tipos de desperdicios, cuellos de botella, eliminar las actividades que no aportan valor a sus clientes y sobre todo identificar que herramientas de Lean se va a aplicar para la propuesta de mejora, ya que funciona como una radiografía holística de los procesos. Este mismo autor afirma que: “El conocer, registrar, describir, medir y valorar los procesos de manera integral es una parte vital para identificar las oportunidades de mejora” (pg.129).

Una tesis que lo comprueba, es la de Alzamora (2019), “*Propuesta para mejorar la calidad de servicio Post Venta automotriz usando la metodología Lean Service en una sucursal de la empresa Divemotor*”, en la cual se identificó un alto índice de insatisfacción en sus clientes, debido a que el éste al llegar al taller no encontraba su vehículo listo. Con el

objeto de mejorar este escollo se usó el DAP en el proceso de mantenimiento, permitiendo analizar todas las actividades que componen sus operaciones, las cuales se reorganizaron, eliminaron o redujeron con el propósito de erradicar los tiempos muertos u ociosos. De esta manera, se redujo el tiempo de mantenimiento de 187.75 minutos a 135.58 minutos representando una disminución del 28%, rectificando los tiempos de entrega e incrementando la satisfacción del cliente.

Ahora bien, en la investigación de Raymundo (2019), realizada en un Taller de Reparaciones de Equipos de minería, se identificó que el problema es la demora en la entrega de las reparaciones. De acuerdo al diagrama Ishikawa, junto con el diagrama Pareto, las causas fueron una evaluación ineficiente del vehículo, falta de control de procesos y sobre todo falta de estandarización de los tiempos. Se inició la implantación de la metodología Lean Service, sensibilizando a los trabajadores. A continuación, se elaboró el VSM actual, con ayuda del DAP, permitiendo identificar un tiempo de 21.1 días que no agregan valor. Por consecuencia se usó la herramienta 5S con la que se mejoró la eficiencia en un 26.89%, la herramienta IDEFO mejoró el control de tiempos, el Poka Yoke redujo los reprocesos mediante un check list de evaluación por equipo, se estandarizaron los tiempos de trabajo, y finalmente se usó Kaisen para que los cambios se mantengan en el tiempo. El resultado final fue optimizar el tiempo de ciclo de 38 días a 23 días.

De la misma manera, en la tesis titulada *“Optimización de tiempos de reparación aplicando la metodología Lean Service en un taller de reparaciones de Equipo Pesado en una empresa de minería”*, se aseveró que la utilización de las herramientas del Lean Service

como: el VMS, 5'S, estudio de tiempos y diagrama de relación de actividades; contribuyeron a identificar y mejorar los problemas de la empresa como: incumplimiento de tiempos de entrega, falta de planificación en pedido de repuestos, deficiencia en ubicación de áreas y falta de herramientas especializadas. Los KPI utilizados mostraron que los tiempos de reparación aumentaron en 12% (Yantas , 2018). En otra investigación realizada en el mismo rubro, Valenzuela & Estocalenko (2019) adicionaron al despliegue del Lean Service, otras herramientas como: el Hoshin Kanri para establecer los objetivos de la empresa y alinearlos a los objetivos de su investigación, el Visual Management para comunicar visualmente la información a todos los empleados y alta gerencia, lo cual les permitió tomar decisiones de mejora.

En la empresa de reparación y mantenimiento automotor “Nor Motors” ubicada en la ciudad de Cajamarca, se reportan constantes demoras en las entregas de los vehículos, lo cual genera mayor costo y baja productividad. Luego de una observación rutinaria se pudo contemplar problemas en sus procesos como: demora en los tiempos de reparación y mantenimiento, pérdida de información al comunicar las ordenes de trabajo al personal técnico, retraso en los tiempos de entrega, movimientos innecesarios, subutilización de las HH (horas hombre) en los reprocesos de los vehículos que no fueron correctamente reparados, mala distribución de la superficie del taller, tiempos de espera prolongados de ciertos repuestos que son necesarios para el mantenimiento de los vehículos.

El Lean Service es un enfoque estratégico estructurado, que ubica al cliente en el centro de sus servicios y empieza con el conocimiento de la criticidad de los procesos e

identificación de oportunidades de mejora. (Rodríguez, 2018) Todo ello usando herramientas de diagnóstico (Takt Time y VSM) y herramientas de mejora (Kaizen, Kanban, Hijunka, POUS, FIFO, 5S, SMED, Poka Yoke, JIT, Jidoka, mantenimiento autónomo, entre otras), con el mínimo consumo de recursos y con la máxima rapidez de respuesta. (Cerdán, 2020) Sin embargo, el Lean Service descentraliza su enfoque en los procesos y se extiende a la forma de pensar de las personas que participan en ellos, implicándolos de tal manera que funcionan como el cerebro de la organización, encargado de idear mejoras basadas en su experiencia, lo cual lo diferencia ampliamente de otras metodologías.

La falta de control en los procesos ocasiona diversos escollos que se evidencian en la insatisfacción de los clientes y la baja competitividad en el mercado, inherente a causas como tiempos de trabajo no estandarizados, comunicación ineficiente, recorridos extensos, etc. Es básico considerar que la optimización de procesos debe ser constante; esto significa que las organizaciones deben tener un trabajo basado en una cultura de mejora, predisponiendo a los trabajadores a buscar constantemente oportunidades de mejora. Justamente, Villanueva (2019) comenta en su investigación, que las empresas que mejoran sus procesos, les permite tener ventajas competitivas en la calidad del producto, para entregar al cliente una experiencia de compra positiva. Es por ello que es importante enfocarse en los procesos y no solo en los resultados.

1.2 Formulación del problema

¿En qué medida el diseño basado en la aplicación del Modelo Lean Service mejorará los procesos de mantenimiento en un taller de servicio automotriz en Cajamarca - 2021?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Mejorar los procesos de mantenimiento mediante el diseño basado en la aplicación del Modelo Lean Service en un taller de servicio automotriz en Cajamarca - 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico situacional de los servicios de mantenimiento en un taller del sector automotriz, a través de las herramientas del Modelo Lean Service.
- Diseñar la propuesta de mejora basada en la metodología Lean Service dentro de los procesos mantenimiento de acuerdo a las necesidades del taller automotriz.
- Medir los procesos de mantenimiento después de realizar el diseño basado en la metodología Lean Service.
- Analizar el impacto económico para evaluar la viabilidad del diseño basado en la aplicación del modelo Lean Service en el taller del sector automotriz.

1.4 Hipótesis

Al realizar un diseño basado en la aplicación del Modelo Lean Service, mejorará significativamente los procesos de mantenimiento en un taller del sector automotriz en la ciudad de Cajamarca -2021.

CAPÍTULO II. METODOLOGIA

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 Enfoque de investigación

Dado que se busca comprobar la hipótesis establecida, así como los objetivos trazados, el presente trabajo será elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque es cuantitativo.

2.1.2 Diseño

La presente investigación es de diseño no experimental. Según Jiménez (1998): “Los estudios experimentales se basan en la manipulación de variables para someter a prueba su hipótesis”. En tanto en esta investigación se da un estímulo a las variables para analizar su comportamiento.

A parte de ello esta investigación es considerada transversal debido a que la data tomada y el análisis de las variables se trabajan en un momento específico y delimitado. (Ñaupas, Mejía , Novoa, & Villagómez, 2014)

2.2 Población y muestra

Población: Todas las áreas del taller automotriz, de diciembre del 2021 a julio del 2021.

Muestra: La muestra está expresada por el proceso de cambio de aceite y filtros del taller automotriz, de diciembre del 2021 a julio del 2021.

2.3 Materiales, Instrumentos y Técnicas de recolección análisis de datos

2.2.1 Materiales

- Equipo de cómputo.
- Material de escritorio.
- Cámara fotográfica.
- Memoria de almacenamiento externa.
- EPP

2.2.2 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Los instrumentos y técnicas de recolección de datos permiten la obtención de datos con el objetivo de que una investigación pueda realizar al análisis de los mismos posteriormente. Ahora bien, todo lo que se pretende obtener es en base a los indicadores de estudio. La recolección de datos hace referencia al empleo de una gama de herramientas mediante los cuales el investigador desarrolle sistemas de información, estas pueden ser: la entrevista, la encuesta, la observación directa; etc. (Fariñas, Gómez, Ramos, & Rivero, 2010)

Tabla N° 1

Técnicas e instrumentos a utilizar

Fuente: *Elaboración propia*

Los instrumentos utilizados para la recopilación de datos fueron los siguientes:

Técnica	Sustento teórico	Instrumentos	Aplicación
Encuestas	La encuesta es un método ágil, teniendo en cuenta que no requiere la presencia del investigador para realizarse. Puede hacerse masivamente por correo, a través de internet o vía telefónica. (Raymundo, 2019)	Guía de preguntas: dirigidas al personal técnico	Esta encuesta se aplicará a los trabajadores del taller de reparación y mantenimiento automotriz.
Observación directa	La observación directa es uno de los procedimientos que permiten la recolección de información que consiste en contemplar sistemática y detenidamente cómo se desarrolla cierto proceso (Gonzales, 2015).	Guía de observación: del proceso	En todos los procesos de la empresa de reparación y mantenimiento automotriz.
Entrevistas	La entrevista hace referencia al proceso de interacción donde la información fluye de forma asimétrica entre dos roles bien diferenciados, de los que uno pregunta y el otro responde (Gonzales, 2015).	Guía de entrevista: aplicado al jefe del taller	Jefe del taller de reparación y mantenimiento automotriz.

a) Entrevista

La entrevista se realizó al jefe del taller de mantenimiento, quien es el colaborador que tiene más conocimiento del tema en el área.

Fase de aplicación

Para realizar la entrevista se coordinó y programó previamente con el administrador. Para ello se elaboró una guía de 15 preguntas (Ver anexo N° 5) para

iniciar con la toma de datos dentro de la empresa. La entrevista tuvo una duración de 30 minutos. La información se registró en a través de audios grabados por un teléfono celular.

Fase de procesamiento de datos

Con los datos obtenidos en la entrevista se identificó los procesos de mantenimiento que analizaron y también para realizar el diagrama de Ishikawa, diagrama Pareto y el VSM.

b) Encuesta

El objetivo de este instrumento fue seleccionar las preguntas más pertinentes para, reunir toda la información cuantitativa y cualitativa con el objetivo de realizar el diagnóstico de taller de reparación y mantenimiento.

Fase de aplicación

La guía de preguntas se aplicó de manera virtual debido a la coyuntura que se está atravesando, para determinar las actividades de mantenimiento y reparación en el taller del sector automotriz que menos valor aportan a los clientes. Se usó una encuesta de 10 preguntas con 5 opciones de respuesta, están organizadas en una escala del 1 al 5, donde este último significa “siempre” y el primero “nunca”. (Ver anexo N° 6)

Tabla N° 2

Escala de medición de la encuesta.

Escala	Respuesta
1	Nunca
2	Casi nunca
3	A veces
4	Casi siempre
5	Siempre

Fuente: *Responsable de la investigación*

Fase de procesamiento de datos

La información se plasmó en el diagnóstico realizado, en donde se identifican las falencias del servicio seleccionado, los cuales han servido de base para desarrollo del diseño propuesto mediante la aplicación de la metodología Lean Service

Validez y confiabilidad de la información

Para aseverar la validez y confiabilidad de la encuesta, buscamos la óptica y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte.

Aspectos éticos de la investigación

Es fundamental tallar que se ha citado a todas las fuentes usadas y consultadas en esta investigación. Así mismo tenemos el permiso pertinente de la empresa en la que desarrollará esta investigación para recolectar la información solicitada. Conviene enfatizar que esta solo se usará con un objetivo académico y por supuesto apegado a los valores inherentes a un investigador. Finalmente subrayamos que los resultados serán expuestos sin alterar los datos reales.

c) Observación directa

Para realizar la observación directa en el taller de mantenimiento se usó una guía de con el objetivo de analizar los procesos que se realizan dentro del taller durante todo el proceso del servicio de mantenimiento y así poder elegir las herramientas del Lean Service que se usarán para mejorar sus procesos.

Fase de aplicación

Lo primero que se realizó fue coordinar las visitas al taller automotriz con el administrador. Para ello ya elaboró una lista de 8 preguntas para tener claro en que se va a enfocar la observación, de acuerdo a las variables elegidas de la investigación. Con la ayuda de grabaciones de audio y fotos, se recolectó la información necesaria.

Tabla N° 3

Guía de preguntas

Guía de observación en el taller de mantenimiento y reparación del sector automotriz	
Empresa:	
Proceso Observado:	
Fecha:	Hora:
1	¿Cuántos colaboradores intervienen en los procesos de mantenimiento?
2	¿Qué maquinas/equipos intervienen en el proceso de mantenimiento?
3	¿Qué problemas y/o causas se detectan durante el mantenimiento?
4	¿El abastecimiento de repuestos y/o materiales se realizó de forma oportuna?
5	¿Cuáles son las causas de los reprocesos en el taller?
6	¿Qué observaciones existen en el área de trabajo?
7	¿Cuáles son los movimientos que se realizan dentro del taller?
8	¿Cuáles son las distancias de los movimientos identificados?

Fuente: *Elaboración propia*

Fase de procesamiento de datos

Los datos obtenidos gracias al proceso de observación que se llevó a cabo se procesaron mediante el Diagrama Ishikawa, el cual permitió responder a preguntas como: Por qué el taller no realiza sus entregas a tiempo. A parte de ello también se usó hojas de Excel para plasmar la información respecto a los movimientos y sus distancias de recorrido que posteriormente fueron analizadas y procesadas con herramientas propias de la metodología Lean Service como: VSM, DAP, etc.

2.2.3 Técnicas de análisis de datos

Para el análisis se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Diagrama de análisis de procesos (DAP):**

El DAP aportó a la investigación con una representación gráfica de los procesos de mantenimiento, permitiendo visualizar información de tiempos y distancias de recorrido. Su función principal fue descomponer los procesos a analizar en actividades, las cuales fueron clasificadas en operativas, de espera, transporte o

demora; para su posterior análisis, de tal manera que finalmente se pudieron mejorar o eliminar logrando optimizar los procesos.

- **Diagrama de Ishikawa**

El diagrama Ishikawa o más conocido como el diagrama de Espina de pescado es un método que permitió analizar las causas raíz de los problemas inherentes al taller automotriz. Para ello se usó el formato que hace referencia a su nombre, el esqueleto de un pescado. En la cabeza se plasmó el efecto de dichos problemas. Continuando con la aplicación de este método se usó los 5 porqués, realizando inscripciones de las causas en el esqueleto, estas fueron clasificadas en secciones específicas como causas dentro de los procesos, en los materiales, en la mano de obra, en el entorno y finalmente en las herramientas y equipos.

- **Diagrama de Pareto**

El diagrama Pareto es una herramienta que mediante una gráfica permitió clasificar los datos numéricos obtenidos del taller automotriz de forma ascendente usando barras de izquierda a derecha. Ahora bien, cada barra representa las causas raíz identificada con el diagrama Ishikawa. Cabe resaltar que todo este trabajo se desarrolló mediante el programa de Excel, con el cual también se filtró la data numérica para identificar cuáles eran las causas raíz con más relevancia y las que se tiene que tratar primero, labor basada en la ley o principio de Pareto, más conocida como la regla 80-20. Esta regla determina que el 80% de problemas es provocado por el 20% de los factores causantes.

- **VSM**

El Value Stream Mapping es una herramienta que se usó para identificar desperdicios y diseñar mejoras para los procesos de mantenimiento del taller automotriz. Para ello se realizó tres pasos principales: primero se plasmó el estado actual de los procesos de mantenimiento, dando a conocer tiempo de ciclo, tack time, proveedores, plazos de entrega tanto de insumos como de los vehículos, etc. El segundo paso, fue el desarrollo del plan de mejora dentro del mapa usando las herramientas del Lean Service, y finalmente se elaboró el estado futuro del mismo proceso luego de las mejoras implantadas.

- **5S**

La 5s es un método japonés que se usó básicamente para iniciar una cultura de orden en el área de trabajo del taller automotriz, todo ello enfocado en optimizar los tiempos de las operaciones de mantenimiento de vehículos. A través de esta herramienta se detectó anomalías en los puestos de trabajo aunando al desarrollo de actividades de orden y limpieza. Es importante tallar que para el éxito de su aplicación dentro del taller fue de vital importancia la participación y el compromiso de todo el equipo de trabajo. Finalmente permitió mejorar la productividad de los colaboradores y la optimización de los procesos. La implementación consistió en el desarrollo sucesivo de 5 etapas o pasos: Clasificar (seiri), ordenar (seiton), limpiar (seiso), estandarizar (seiketsu), mantener la disciplina (shitsuke)

- **Flujograma**

Los flujogramas son una herramienta que insidió de manera positiva dentro de la investigación debido a que permitió representar gráficamente los procesos de mantenimiento, facilitando una visión holística de estos, mostrando sus etapas, funcionalidad e interrelaciones, de tal manera que contribuyó al análisis y mejora de dichos procesos.

- **Gestión visual**

La gestión visual es una herramienta que permitió mejorar la comunicación dentro del taller automotriz, notificando la información en tiempo real con respecto a disponibilidad de mecánicos, tiempos de entrega y tiempos de pedido de repuestos, usando una tabla de información.

- **Poka Yoke**

En esta investigación se usó el Poka Yoke de información para ser más específicos, el cual es un método que se empleó para asegurar la calidad de trabajo de los técnicos, proporcionando información clara, sencilla y completa de lo que necesita el cliente para evitar errores en los servicios de cambio de aceite y filtros. Para ello se usó fichas técnicas orientadas a plasmar las órdenes de trabajo.

- **Diseño de Layout**

Para eliminar desperdicios de transportes en el servicio de cambio de aceite dentro del taller automotriz se optimizó el área de trabajo mediante un rediseño de su Layout. Esta es una técnica usada por la metodología Lean para aumentar la velocidad de los procesos y eliminar mudas.

2.4 Matriz de consistencia

Tabla N° 4

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente	
¿En qué medida el diseño basado en la aplicación del Modelo Lean Service mejorará los procesos de mantenimiento en un taller del sector automotriz en la ciudad de Cajamarca – 2021??	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar los procesos de mantenimiento mediante el diseño basado en la aplicación del Modelo Lean Service en un taller del sector automotriz en la ciudad de Cajamarca – 2021 	<ul style="list-style-type: none"> Al realizar un diseño basado en la aplicación del Modelo Lean Service, mejorará significativamente los procesos de mantenimiento en un taller del sector automotriz en la ciudad de Cajamarca -2021. 	Lean Service	<p>1. Tipo de investigación Cuantitativa</p> <p>3. Diseño de la investigación Experimental Transversal</p> <p>4. Tipo de investigación Correlacional</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Nula	V. Dependiente	
<ul style="list-style-type: none"> Tiempos muertos en los procesos productivos del taller. Retraso en los tiempos de entrega de los vehículos. Movimientos innecesarios Lean Time de repuestos inadecuado. Subutilización de los colaboradores. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un diagnóstico situacional de los servicios de mantenimiento en un taller del sector automotriz, a través de las herramientas del Modelo Lean Service. Diseñar la propuesta de mejora basada en la metodología Lean Service dentro de los procesos mantenimiento de acuerdo a las necesidades del taller automotriz. Medir los procesos de mantenimiento después de realizar el diseño basado en la metodología Lean Service. Analizar el impacto económico para evaluar la viabilidad del diseño basado en la aplicación del modelo Lean Service en el taller del sector automotriz. 		Mejorar el proceso de cambio de aceite y filtros	<p>4. Área de unidad de análisis Servicio de cambio de aceite y filtros del Taller Automotriz, Cajamarca, 2021.</p> <p>5. Técnicas: Observación directa, Encuestas Entrevistas</p> <p>6. Instrumentos: DAP Flujograma Diagrama Ishikawa Diagrama Pareto VSM 5S Gestión Visual Poka Yoke de información</p>

Fuente: *Elaboración propia*

2.5 Matriz de operacionalización de variables

Las variables de estudio de la presente investigación son:

- Variable independiente: Lean Service
- Variable dependiente: Proceso de cambio de aceite y filtros

Tabla N° 5

Operacionalización de la Variable Independiente.

Variables		Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Lean Service	El Lean Service es un enfoque estratégico estructurado, que ubica al cliente en el centro de sus servicios y empieza con el conocimiento de la criticidad de los procesos e identificación de oportunidades de mejora, a través de la aplicación de métodos de producción de manufactura esbelta, el cual tiene por objetivo satisfacer a sus consumidores, ajustando sus procesos a sus especificaciones, con el mínimo consumo de recursos productivos y con la máxima rapidez de respuesta (Rodríguez, 2018).	Espera	Tiempo de ciclo (min)
				Tiempo de espera (min)
			Movimientos	% Movimientos eficientes
			Transporte	Distancia recorrida (metros)
			Sobre procesamiento	Tiempos de sobre procesamiento (min)

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 6

Operacionalización de la Variable Dependiente

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	
Variable dependiente	Proceso de cambio de aceite y filtros	Villanueva (2019) comenta que las empresas que mejoran sus procesos, les permite tener ventajas competitivas en la calidad del producto, para entregar al cliente una experiencia de compra positiva	Velocidad del proceso	<i>Min /proceso</i>
			Eficiencia de producción	<i>% de eficiencia</i>
			Tiempo Estándar	<i>Min / Proceso</i>
			Capacidad de producción	<i>Número de mantenimientos / día</i>
			Productividad de mano de obra	<i>Número de mantenimientos/ Hora. Hombre</i>

Fuente: *Elaboración propia*

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Información general de la empresa

3.1.1 Referencias Generales de la empresa

El taller automotriz NOR ORIENTE MOTORS inicia sus operaciones en el año 2010, brindando el servicio de reparación y mantenimiento de vehículos en la ciudad de Cajamarca

- **Razón Social Y/O Nombre Comercial De La Empresa:** NOR ORIENTE MOTORS
- **RUC:** 10422088585
- **Dirección De La Empresa:** Jr. Beato Masías N° 1515, Cajamarca.
- **Sector Empresarial:** La empresa pertenece al sector automotriz.
- **Principales Rubros De Producción, Clientes O Población Beneficiada:**
Realiza el mantenimiento y reparación de vehículos, teniendo como clientes principales a empresas dedicadas al transporte interprovincial de la región Cajamarca, además de usuarios y clientes locales
- **Misión**
Somos una empresa dedicada al mantenimiento y reparación de vehículos con un personal capacitado y enfocados a brindar un servicio de calidad para que nuestros clientes tengan la seguridad y confianza al volante de sus vehículos.

- **Visión**

Ser una empresa de referencia en el sector automotriz, reconocida por su excelencia, calidad y con capacidad de emplear las nuevas tecnologías en nuestros procesos de mantenimiento y reparación de vehículos.

3.1.2 Descripción General de la empresa

NOR ORIENTE MOTORS fue creado en el año 2010, iniciando sus actividades en el Jr. Progreso N° 1260 en la ciudad de Cajamarca, por el sr. Lozano Zambora Julio. En la actualidad realiza sus actividades en Jr. Beato Masías N° 1515. Además, con la colaboración de su hermano, ampliaron su cartera de clientes y lograron posicionarse en el mercado.

3.1.3 Organigrama

La estructura organizacional de la Empresa de Reparación y Mantenimiento Automotriz, está conformada por el administrador, el jefe de operarios, y los 6 operarios de que se encargan de ejecutar los servicios según sus capacidades.

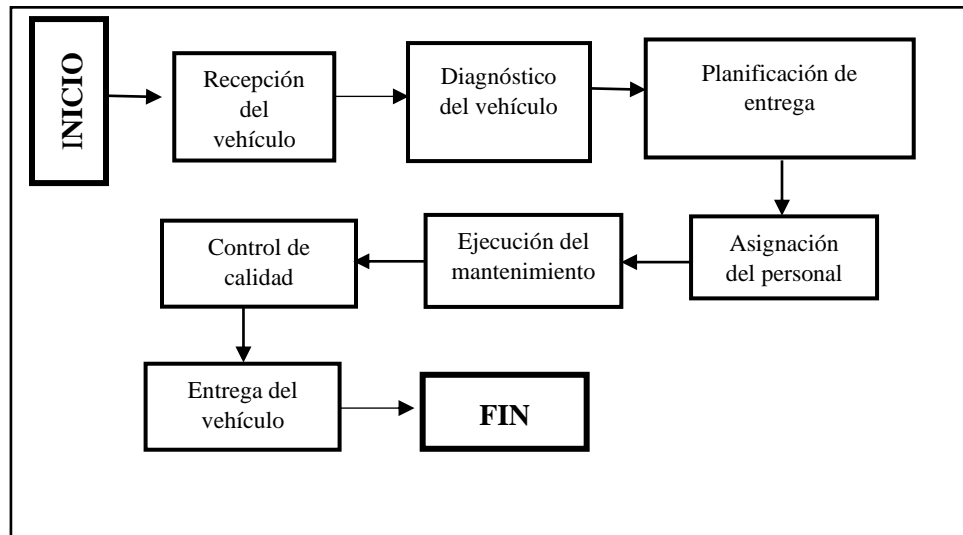


Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 1: *Organigrama de la empresa de reparación y mantenimiento automotriz*

3.2 Diagnóstico general del área de estudio

El servicio de mantenimiento de la empresa consta de tres procesos: el primero es la recepción, el cual se subdivide en ingreso del cliente, diagnóstico del vehículo y planificación de entrega. El segundo proceso es la ejecución del mantenimiento, dentro del cual se realiza la asignación del personal, la intervención vehicular y el control de calidad pertinente. El último proceso es la entrega del vehículo.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 2: *Diagrama de bloques del servicio de mantenimiento del taller automotriz*

Los servicios de mantenimiento del taller automotriz son los siguientes:

- Cambios de aceite de motor
- Cambios de filtro de combustible

- Cambios de filtro de aire
- Engrase
- Mantenimiento de frenos
- Dirección
- Suspensión

Sin embargo, de acuerdo a la entrevista realizada al jefe de taller, los servicios de mantenimiento más frecuente son los siguientes:

- Cambios de aceites
- Cambios de filtro de aceite y filtro de aire

Es por ello que para el desarrollo de la investigación se tomó el proceso de mantenimiento, donde se realizó, cambio de aceite, cambio de filtro de aceite y cambio de filtro de aire.

3.2.1 Análisis del proceso de recepción

Con este proceso se inicia el sistema productivo del taller automotriz inherente al servicio de mantenimiento.

- **Ingreso del cliente**

El cliente ingresa a las instalaciones del taller, uno de los técnicos le da la bienvenida y lo entrevista. Respecto al aparcamiento de la unidad, el taller no cuenta con un área definida para que los vehículos se estacionen y por ende también carecen de señalización de las áreas del taller, generando desorden.

En ocasiones la entrada del taller se encuentra atestada de vehículos en espera, para ser reparados o recibir mantenimiento; vislumbrando la ineficiencia de la programación de los vehículos.

- **Diagnóstico de los vehículos**

El diagnóstico de los vehículos se realiza junto con el cliente e inicia con la identificación del tipo de servicio de mantenimiento y la caracterización general del vehículo, en lo que se refiere a la marca, año y modelo. Esta información le permite al técnico identificar el tipo de repuestos (filtro de aceite y filtros de aire) que va a utilizar tanto para el mantenimiento de la unidad en el caso de que sea necesario.

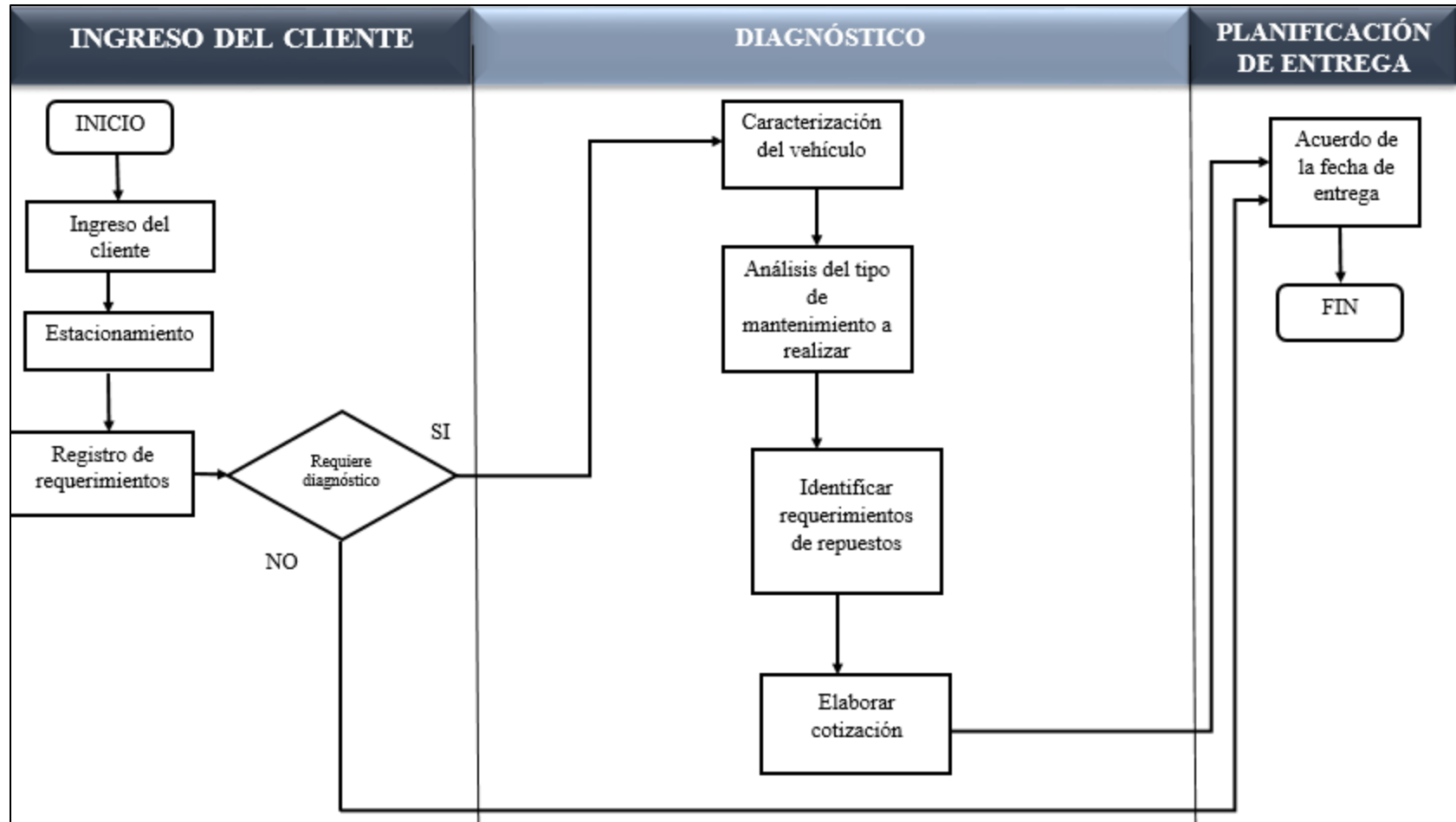
En lo que respecta al registro de los datos y la información obtenida, el técnico no utiliza fichas, hojas de órdenes de trabajo y tampoco realiza ninguna nota de los requerimientos específicos del cliente. A consecuencia de ello, en ocasiones el técnico olvida alguno de los requerimientos específicos del cliente.

- **Planificación de entrega**

Luego del diagnóstico se le informa al cliente el tiempo de entrega y el costo aproximado del servicio. En lo que respecta a la planificación de las entregas, el taller no dispone de un registro, para llevar la cuenta y organizar las fechas de entrega de los vehículos, es decir se realiza una inadecuada programación de las actividades. Esta es una de las razones de la acumulación de trabajo y los

retrasos de entregas, siendo la ultima una de las principales quejas de los clientes según la entrevista realizada al jefe del taller.

A continuación, se resume las actividades dentro de la recepción de vehículo, en el siguiente flujograma



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 3: *Proceso de recepción del taller automotriz*

3.2.2 Análisis del proceso de ejecución del servicio de mantenimiento

- **Asignación del personal**

Se realiza la distribución de trabajo al técnico o técnicos de acuerdo a la disponibilidad de tiempo; en el caso de disponibilidad del personal técnico se transmite la orden de trabajo de manera verbal, pero en el caso de que el personal técnico esté ocupado en otros trabajos, se genera un tiempo de espera para la asignación de la tarea.

Debido a la dificultad, problemas y requerimientos que se pueda encontrar en un vehículo es necesario asignar al técnico teniendo en consideración sus conocimientos técnicos y la disponibilidad de tiempo para la asignación de los trabajos. Con respecto al número de operarios mejor capacitados según el área de trabajo, el taller cuenta 2 técnicos encargados específicamente de mantenimiento y 4 para trabajos de reparación. Sin embargo, cuando se requiere todos realizan ambos servicios. Luego de la orden de trabajo el vehículo es transportado a la zona ya establecida para iniciar el servicio. Es importante recalcar que las órdenes de trabajo se les hacen presente a los técnicos de manera verbal. Este escollo es un impedimento para que el personal técnico realice un servicio catalogado como excelente y sobre todo es la principal causa de futuros reprocesos de la unidad, debido a que se pierde información importante en la transmisión de la OT.

- **Análisis de la intervención vehicular**

Luego de recibir la orden de trabajo el técnico traslada el vehículo a la zona de la intervención y empieza con el acopio de herramientas y equipos, las actividades que siguen constan en realizar cambio de aceite, cambio de filtro de aceite y cambio de filtro de aire.

En las operaciones de servicio del taller automotriz hay una sincronización del personal de servicio, objetos, vehículos, herramienta, equipos e información de las órdenes de reparación, para el proceso de ejecución estos elementos son indispensables. Sin embargo, se pudo evidenciar que hay ciertos desperdicios en lo que a tiempo se refiere justamente por la mala gestión de estos elementos.

Los desperdicios se dan justamente cuando el personal se transporta en más de una ocasión desde su área de trabajo al almacén para la obtención de algunos elementos como: repuestos, herramientas y equipos. En primer lugar, porque la distancia del almacén en relación al vehículo es extensa y varían debido a que el taller no tiene un diseño apropiado con divisiones específicas para el estacionamiento de los vehículos en espera, para los que demandan el servicio de mantenimientos y para los que requieren servicio de reparación. En segundo lugar, porque la búsqueda de herramientas dentro del almacén se dificulta por la falta de orden. En tercer lugar, se observó movimientos innecesarios que el técnico realiza durante el proceso de mantenimiento, como repetir muchas actividades de transporte para acopiar herramientas. Por último, se pudo notar que las ubicaciones de estas

herramientas provocan inconvenientes de postura al momento de realizar el trabajo.

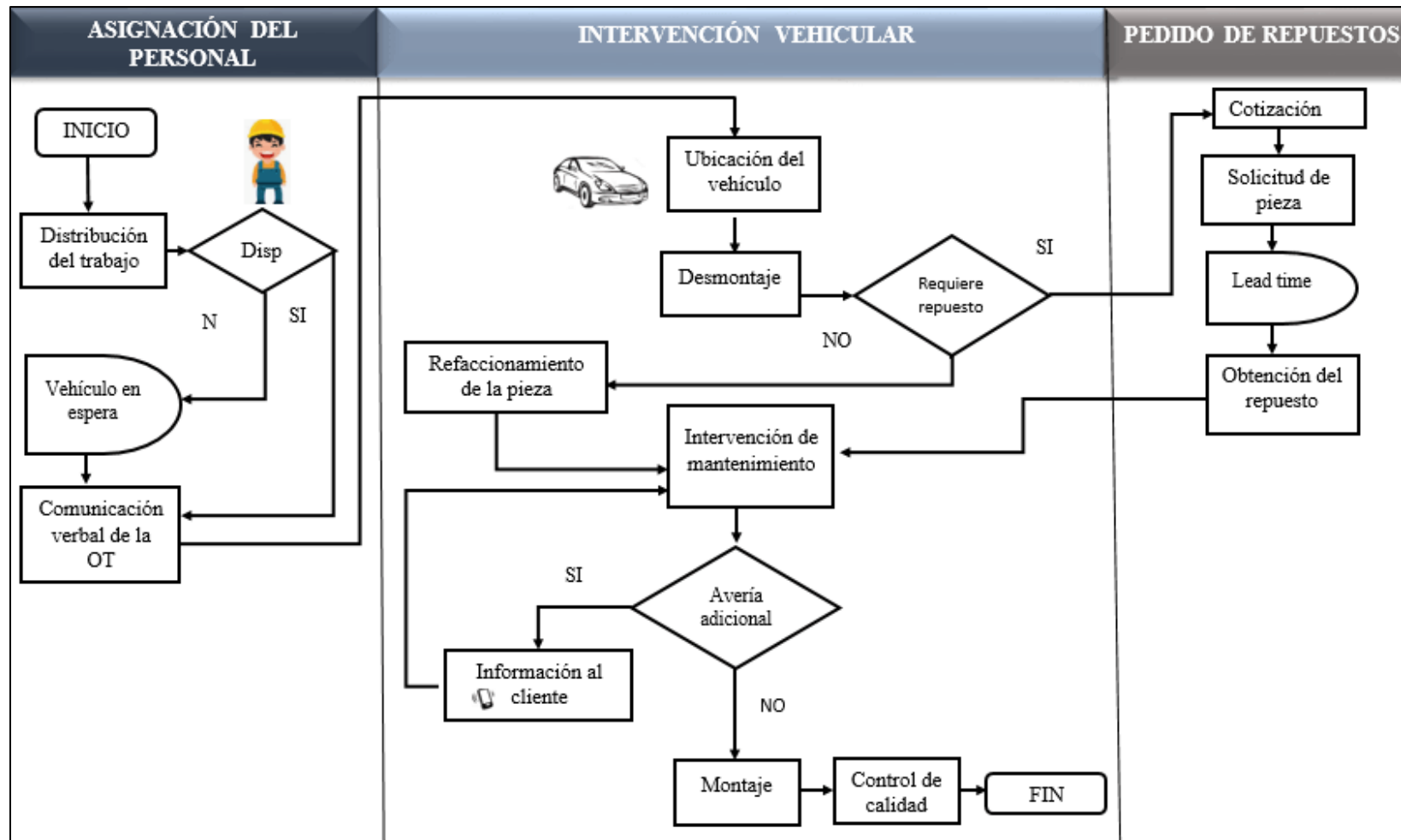
Antes de realizar el mantenimiento, el personal verifica también si cuenta con todos los materiales para ejecutar su trabajo o si es necesario hacer pedido de algún tipo de repuesto para realizar el mantenimiento. De hecho, esta actividad se puede determinar como el cuello de botella en el proceso productivo del taller automotriz; debido a que el lead time para obtención de dichos objetos es el tiempo de espera más prolongado. El Lead time de repuestos representan una interrupción a la línea de trabajo del técnico por un lapso de tiempo indeterminable y no estandarizado. Puesto que los repuestos: filtro de aire y filtro de aceite; no se piden en lotes; sino los compran de acuerdo a la llegada de los vehículos.

Otro problema que es muy poco recurrente específicamente en el servicio de mantenimiento son los reprocesos, estos suceden solo cuando el repuesto tiene una falla de fábrica.

- **Control de calidad**

Una vez finalizado el armado después del mantenimiento se procede a realizar una prueba de funcionamiento, puesto que el jefe de taller tiene la obligación de inspeccionar el trabajo de su personal de trabajo con el objeto de fidelizar al cliente ante un próximo requerimiento del servicio y también para verificar el cumplimiento de todos los requerimientos del cliente.

A continuación, se resume las actividades en un flujograma dentro del proceso de ejecución y reparación de mantenimiento.

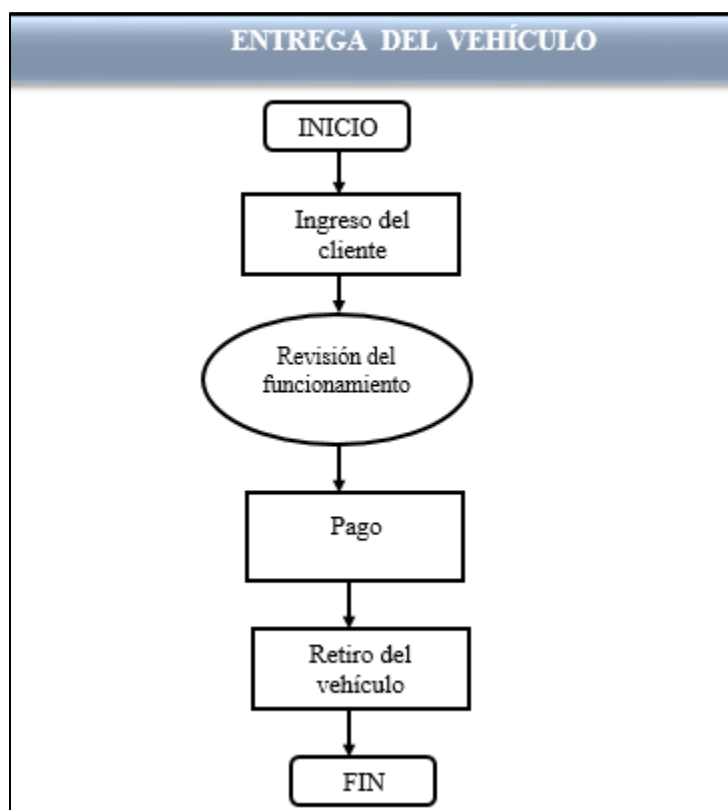


Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 4: *Proceso de ejecución*

3.2.3 Análisis del proceso de la entrega de vehículos

Este es el proceso final del servicio brindado por el taller automotriz, en cual el cliente acude a sus instalaciones y junto con el técnico corrobora que se haya cumplido con sus requerimientos. En ocasiones se le hace algunas recomendaciones para que el servicio de mantenimiento se conserve más tiempo. Finalmente, el cliente retira su unidad del taller mecánico. Es importante recalcar que, de acuerdo a la encuesta realizada al personal técnico del taller, las entregas de los vehículos no cumplen con las fechas de entrega pactadas con el cliente.

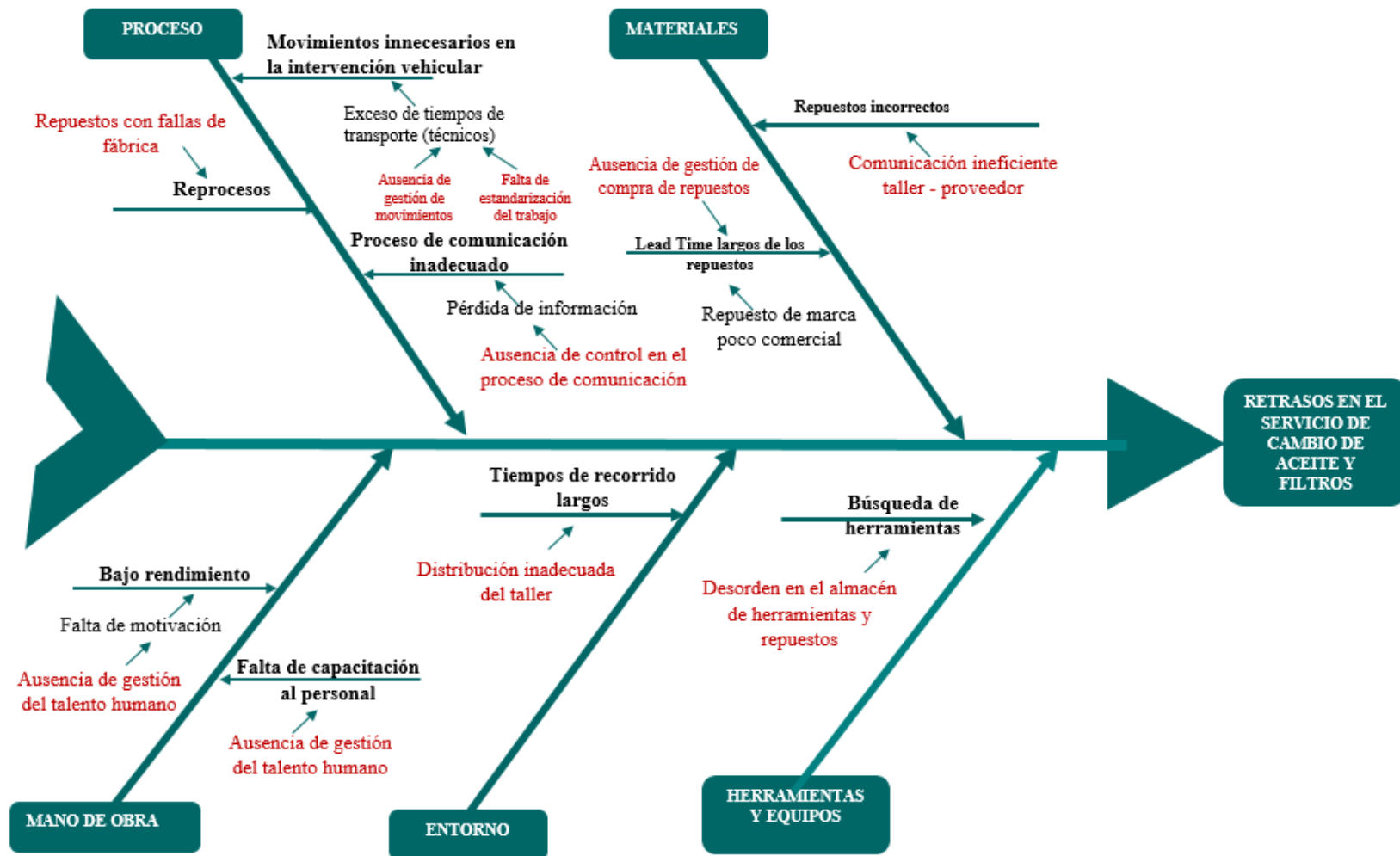


Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 5: *Proceso de la entrega del vehículo*

3.2.4 Análisis del procesos de cambio de aceite y filtros con el Diagrama Ishikawa

En el desarrollo de esta investigación se va a aplicar el Diagrama Ishikawa para analizar el proceso de cambio de aceite y filtros con el objetivo de encontrar mejoras. Para ello se realizó entrevistas y encuestas tanto al jefe de taller y al personal técnico, en las cuales se obtuvo que el principal problema que enfrenta el taller son las demoras en las fechas de entrega pactadas con el cliente, las causas han sido representadas en la figura N° 6.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 6: Esquema del digrama de shikawa

3.2.5 Análisis del servicio de mantenimiento con el Diagrama Pareto

Mediante el Diagrama Pareto se clasificó los factores que afectan el servicio de mantenimiento de la empresa automotriz, de más a menos importantes con puntuaciones de ocurrencias, ya que este diagrama funciona como sistema de evaluación de cada una de las causas encontradas, los mismos que contribuyen a generar el problema principal, retrasos en las fechas de entrega de los vehículos. Estos factores fueron clasificados, relacionados y obtenidos luego de un análisis agudo plasmado en el diagrama de causa efecto realizado con anticipación. El objetivo de la aplicación del Diagrama Pareto fue asignar soluciones y sobre priorizar que factores trabajar primero para tener un mayor impacto en la mejora de los procesos del servicio.

La ocurrencia de los factores causantes de los retrasos de entrega inherentes al servicio de mantenimiento, se identificaron mediante la información obtenidas en las entrevistas y encuestas realizas tanto al jefe del taller como al personal técnico. A parte de ello también se identificó el número de ocurrencias durante el proceso de observación realizado en un rango de tiempo de una semana. (ver tabla N°6).

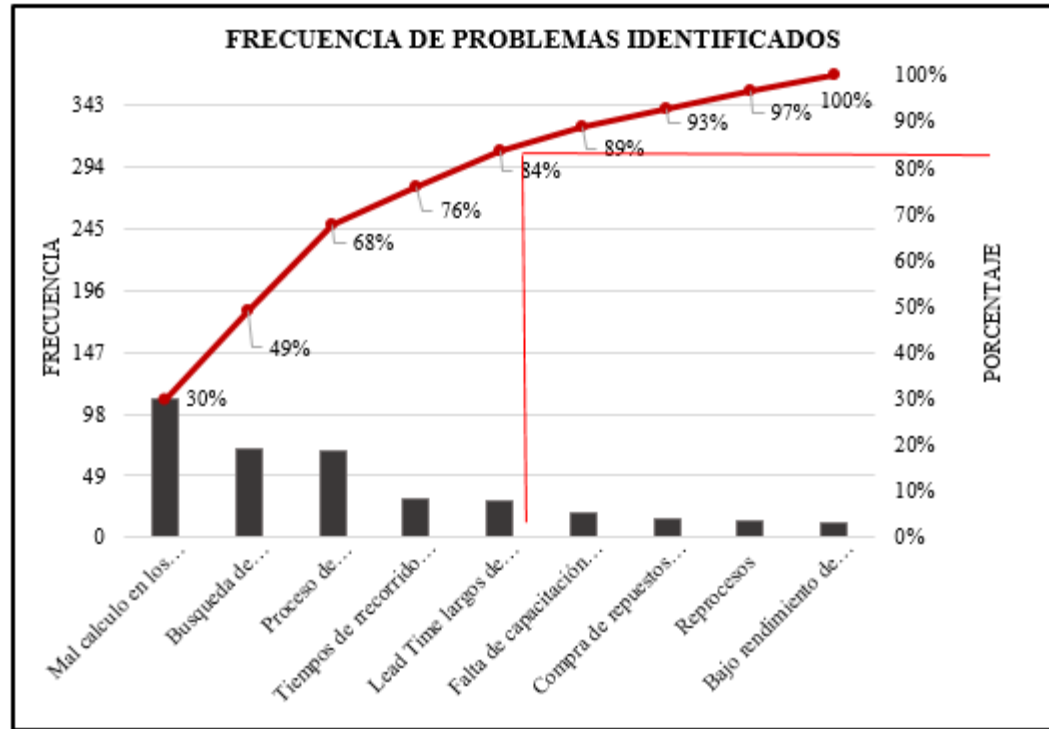
Tabla N° 6

Número de ocurrencia de los factores que afectan el servicio de mantenimiento

Problema identificados en los procesos de reparación y mantenimiento	Cantidad de ocurrencias	% Acumulado
Movimientos innecesarios en la intervención vehicular	110	30%
Búsqueda de herramientas	70	49%
Proceso de comunicación inadecuado	69	68%
Tiempos de recorrido largos	30	76%
Lead Time largos de los repuestos	29	84%
Falta de capacitación al personal	19	89%
Compra de repuestos incorrectos	15	93%
Reprocesos	14	97%
Bajo rendimiento de los trabajadores	12	100%
TOTAL	368	

Fuente: *Elaboración propia*

Con los datos establecidos en la tabla N° 6 se representa el Diagrama de Pareto, en el cual nos va a dar una visión generalizada identificando los problemas que más impacto negativo causan en el desarrollo óptimo de las actividades de mantenimiento, el cual se muestra en la figura N° 7.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 7: *Frecuencia de problemas identificados*

En la figura N° 7 se puede observar que las causas que provocan demoras en los procesos de mantenimiento de reparación que están dentro del 80%, es decir necesitan resolverse con más prontitud y en los cuales se van a hacer mejoras con herramientas de Lean Service, son los movimientos innecesarios en la intervención vehicular, búsqueda de herramientas, procesos inadecuados de comunicación y lead time largos de repuestos y tiempos de recorridos extensos. Los problemas más triviales que representan el 16% restante son falta de capacitación, compras de repuestos incorrectos, reprocesos y finalmente bajo rendimiento de los empleados.

A continuación, se muestra la causa raíz del 80% de las causas que generan el problema de acuerdo al Pareto realizado.

Tabla N° 7

Causas raíz del problema

Causa del problema	Causa Raíz
Movimientos innecesarios en la intervención vehicular	Ausencia de control en la gestión de movimientos y falta de estandarización del trabajo
Búsqueda de herramientas	Desorden en el almacén de herramientas y repuestos
Proceso inadecuado de comunicación	Ausencia de control en el proceso de comunicación
Tiempo de recorrido largos	Distribución inadecuada del taller
Lead time largos de repuestos	Ausencia de gestión de compra de repuestos

Fuente: *Elaboración propia*

Finalmente se llega a la conclusión de que las causas raíz más resaltantes de los retrasos en las fechas de entrega de los vehículos en las actividades de mantenimiento son las siguientes:

- Falta de estandarización del trabajo
- Desorden en el área de trabajo
- Ausencia de control en el proceso de comunicación
- Distribución inadecuada del taller
- Ausencia de gestión de compra de repuestos

En el siguiente capítulo se propondrá metodologías de Lean Service para mejorar cada uno de estas causas.

3.3 Diagnóstico de la variable independiente: Lean Service

3.3.1 Diagnóstico de la dimensión: Espera

En el taller automotriz existen muchos materiales y herramientas que no tienen ninguna funcionalidad en sus procesos, por el contrario, son elementos catalogados como innecesarios, entre las principales se encuentran mesas, puertas, materiales de desecho, herramientas (ver figura N° 9, 10,11 y 12). El desarrollo de las actividades de los técnicos del taller es obstaculizado por tiempo de búsqueda de herramientas, causando demoras y tiempos muertos. Puesto que los talleres no emulan prácticas de clasificación de herramientas, equipos e insumos en el área de trabajo.



Fuente: *Galería de imágenes propia*

Figura N° 8: *Almacén 1*



Fuente: *Galería de imágenes propias*

Figura N° 9: *Almacén 2*



Fuente: *Galería de imágenes propia*

Figura N° 10: *Área de trabajo*



Fuente: *Galería de imágenes propias*

Figura N° 11: *Mesa de trabajo*

Además, en el almacén de herramientas del taller no está organizado de tal manera que la identificación de herramientas y equipos se realice en el menor tiempo posible, esto se aprecia en las siguientes imágenes:



Fuente: *Galería de imágenes propia*

Figura N° 12: *Almacén 1*



Fuente: *Galería de imágenes propias*

Figura N° 13: *Almacén 1*

Finalmente, en el taller de reparación y mantenimiento lo que más tiende a causar suciedad en el piso, herramientas y equipos son los insumos que usa muy a menudo, aceite, grasa, etc.



Fuente: *Galería de imágenes propia*

Figura N° 14: *Suelo del taller de reparación y mantenimiento automotriz*

A continuación, se va a realizar una evaluación de la situación actual con respecto al desarrollo de las 5s, evaluando cual es nivel de práctica de cada una de las “S” en el taller

automotriz. Esta disección servirá de indicador luego de la implementación de esta herramienta para evidenciar cual es el rango de mejora.

Tabla N° 8

Formato de evaluación 5S antes del diseño de mejora

FORMATO DE EVALUACIÓN 5S							
Evaluador: Sharonng Vásquez Tello				Área estudiada: Área de reparación y mantenimiento			
Criterios de evaluación							
0 = Muy mal		1 = Mal	2 = Regular	3 = Bueno	4 = Muy bueno	5 = excelente	
0 = 5 o más problemas		1 = 4 problemas	2 = 3 problemas	3 = 2 problemas	4 = 1 problema	5 = 0 problemas	
SEIRI - Clasificar: "Mantener solo lo necesario"							
PUNTOS DE REVISIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	0	1	2	3	4	5
Materiales y/o piezas	Se almacenan materiales y/o piezas innecesarios				X		
Máquinas y/o equipos	Hay máquinas y/o equipos que no estén utilizando						X
Herramientas	Todas las herramientas se usan regularmente			X			
Criterios de clasificación	Existen criterios para determinar que es necesario y lo que no lo es.			X			
Tratamientos de elementos	Existen criterios claros para tratar los elementos necesarios e innecesarios						X
PUNTAJE DE CLASIFICACIÓN					16		
SEITON - Organizar: "Un lugar para cada cosa"							
Indicadores de localización	Cada área está marcada con indicadores de lugar		X				
Indicadores de componentes	Los componentes están claramente etiquetados		X				
Indicadores de cantidad	Existen indicadores de stock máximo y mínimo		X				
Líneas de división	Las áreas de paso, operación y trabajo se encuentran marcadas		X				
Herramientas	Las herramientas poseen un lugar claramente específico					X	
PUNTAJE DE ORDEN					7		
SEISO - Limpieza: "Un área de trabajo impecable"							
Pisos	Los pisos están libre de basura, agua, aceite, etc.		X				
Máquinas y/o equipos	Las máquinas y/o equipos se encuentran limpias/libre de aceite			X			
Limpieza e inspección	Se realiza inspección de equipos junto con mantenimiento			X			
Responsabilidades de limpieza	Se usa un sistema de rotación para limpieza			X			
Limpieza habitual	Limpiar es una actividad habitual		X				
PUNTAJE DE LIMPIEZA					8		
SEISUKI - Estandarizar: "Todo siempre igual"							
Asignación de tareas 3'S	Se realizan claras asignaciones de tareas de clasificación, orden y limpieza			X			
Procedimientos	Se tiene establecido procedimientos de trabajo claros y actuales		X				
Control visual	Es fácil distinguir una situación normal de una anormal		X				
Plan de mejoramiento	Se planean acciones de mejoramiento sobre las fuentes de suciedad			X			
Mantenimiento de las 3's	Existe un sistema para mantener la clasificación, orden y limpieza			X			
PUNTAJE DE ESTANDARIZACIÓN					8		
SHITSUKE - Autodisciplina: "Seguir las reglas"							

Condiciones 5S's	Las herramientas, equipos y/o materiales son devueltos inmediatamente a su respectivo lugar de trabajo	X
Evaluaciones	Los ambientes son evaluados periódicamente	X
Corrección de anomalías	Se toman acciones inmediatas cuando se encuentran condiciones normales	X
Procedimientos	Todos los procedimientos de trabajo son conocidos y respaldados	X
Reglas y reglamentos	Todos los reglamentos son cumplidos estrictamente	X
PUNTAJE DE AUTODISCIPLINA		5
PUNTAJE MÁXIMO =	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO	44
125		

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: El puntaje obtenido de la evaluación que se realizó al taller automotriz es 44.

A continuación, se realizó una tabla resumen del formato de evaluación 5S, en el que se observó el estado de desarrollo de cada uno de los componentes del método.

Tabla N° 9

Tabulación de las 5S

PILAR	CALIFICACIÓN	MÁXIMO	% RESPECTO A 25	%
CLASIFICAR	16	25	64%	16%
ORDEN	7	25	28%	7%
LIMPIEZA	8	25	32%	8%
ESTANDARIZACIÓN	8	25	32%	8%
DICIPLINA	5	25	20%	5%
TOTAL	44	100		44%

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 9 se puede apreciar que el componente de las 5S más desarrollado es “clasificar” con un 64%, porque el taller si cuenta con prácticas en la clasificación de los materiales y equipo. Sin embargo, en el resto de componentes es nula o aún incipiente.

La metodología está en un 44% de desarrollo lo cual es evidente debido a que no han aplicado de manera correcta una metodología para mejorar el orden y disciplina en su área de trabajo.

Para determinar los indicadores de la dimensión del desperdicio de espera, se realizó lo siguiente:

Estudio de tiempos por cronómetro

En el desarrollo de esta investigación se realizó el estudio de tiempos por cronómetro, para obtener el tiempo promedio, con el que realizaremos el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP).

Medición de tiempos

Para la toma de tiempos se realizó un seguimiento al servicio de cambio de aceite y cambios de los filtros de aire y aceite. Se eligió este proceso porque es el que más demandan los clientes. Para lo cual se usó la técnica llamada de regreso a cero. Con antelación se realizó una toma de tiempos de 17 veces en una semana y se dio previo aviso al jefe del taller. Los 4 técnicos que se encargan del servicio de mantenimiento tienen experiencia y por lo tanto capacidades similares para realizar las labores mecánicas. Sin embargo, se determinó también el número de observaciones requeridas usando la fórmula estadística establecida por Nievel & Freivalds (2009) para darle credibilidad a este estudio. Cabe resaltar que el estudio de tiempos se realiza con el objetivo de trabajar con un tiempo promedio confiable en el análisis de todas las actividades a nivel de micromovimientos, de tal manera que permita identificar las mudas o despilfarros en el proceso.

Número de observaciones requeridas

El número de observaciones se va a determinar mediante el método estadístico, el cual requiere que se realicen cierto número de observaciones preliminares. A continuación, se presenta la fórmula con la cual se va a trabajar, dispuesta por Nievel & Freivalds (2009) en su libro “Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo”.

Siendo:

n: Tamaño de la muestra que deseamos calcular

n: Número de observaciones del estudio preliminar

Σ : Suma de los valores

X: Valor de las observaciones

40: Constante con un nivel de confianza del 94.45% y un margen de error de $\pm 5\%$

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

La toma de tiempos se realizó en segundos, para cada una de las actividades que conforman el servicio de cambio de aceite (ver tabla N° 8).

Tabla N° 10

Toma de tiempo preliminares – Proceso de cambio de aceite y filtros

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES - EXPRESADOS EN SEGUNDOS - CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS																	
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 Ingreso del cliente a las instalaciones	50	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
2 Estacionamiento del vehículo	60	59	62	58	58	61	59	62	61	62	58	59	59	59	60	60	59
3 Espera al técnico para diagnóstico	290	293	287	291	287	292	292	287	287	288	288	292	289	291	288	293	287
4 Caracterizar del vehículo	60	59	62	59	58	59	59	58	62	60	62	59	61	58	62	61	58
5 Identificar requerimiento de repuestos	70	68	68	72	70	71	69	70	69	68	70	70	71	68	70	71	72
6 Acuerdo de la fecha de entrega	60	60	62	58	62	58	60	62	59	58	62	59	60	59	59	62	61
7 Asignar el personal	50	50	48	51	52	49	51	51	52	48	49	48	48	50	50	51	48
8 Espera para que el personal se presente	80	78	82	82	81	82	78	80	78	80	79	80	81	81	79	81	82
9 Comunicación verbal de la OT	40	39	41	41	38	41	42	39	38	40	42	39	38	39	38	38	39
10 Orden de compra de repuestos	30	28	32	28	31	28	32	31	29	30	32	29	31	32	31	29	29
11 Espera de la llegada de repuestos	1800	1805	1802	1802	1802	1798	1794	1795	1799	1799	1794	1809	1795	1796	1798	1793	1794
12 Transporte del vehículo a la zanja	180	179	177	183	177	180	177	182	183	177	180	181	182	178	177	179	178
13 Traslado al almacén de herramientas(ida)	30	27	30	33	30	30	32	31	29	28	31	31	30	28	31	31	28
14 Búsqueda de herramientas	40	40	39	40	40	42	38	39	39	42	42	40	41	39	42	42	41
15 Traslado del almacén de herramientas a la zona de trabajo	30	28	30	28	31	30	30	30	29	30	32	29	31	28	28	31	31
16 Ubicación de las herramientas	10	9	11	9	12	8	8	10	12	12	10	9	8	11	12	8	10
17 Traslado al almacén de aceite (ida)	28	27	28	28	26	29	26	30	30	26	29	26	27	26	30	26	27
18 Sacar el aceite del depósito central a uno más pequeño	120	121	121	117	121	121	117	117	122	120	120	119	120	118	120	119	117

19	Traslado del almacén de aceite a la zona de trabajo	14	12	14	16	12	12	12	14	16	13	16	16	12	13	16	14	15
20	Ubicar el contenedor con el aceite nuevo	10	8	8	11	9	8	12	9	8	11	8	12	11	10	11	12	9
21	Transporte para traer el depósito de aceite quemado(ida y vuelta)	29	26	28	28	25	25	26	27	25	25	25	28	25	28	26	25	27
22	Colocar el depósito para aceite quemado	15	17	15	13	13	14	13	13	15	14	14	17	14	16	14	13	17
23	Retirar tapa superior del aceite del motor	27	27	28	27	26	25	25	29	29	28	28	28	28	25	25	27	27
24	Transporte al interior de la zanja	6	5	7	6	5	5	7	5	7	7	5	7	5	6	5	6	7
25	Retirar tapa del cárter	60	61	62	62	59	60	58	59	58	60	60	62	59	59	58	62	58
26	Dejar drenar el aceite quemado del motor	240	236	236	243	241	240	240	243	240	244	242	238	239	239	236	236	239
27	Cambio del filtro de aceite	60	59	59	58	61	62	61	59	60	62	61	59	59	60	62	60	59
28	Ajustar tapa de cárter	60	62	58	62	60	62	61	60	59	59	60	60	62	58	62	62	59
29	Transporte del interior de la zanja a la parte superior	6	8	7	5	8	8	8	5	5	7	5	8	6	7	6	7	7
30	Cambio de aceite	120	122	121	123	120	116	117	120	121	116	116	120	123	116	116	116	117
31	Colocar y ajustar la tapa superior del motor	30	31	29	29	29	28	32	28	30	28	29	30	28	31	32	28	32
32		30	32	30	29	29	29	30	29	32	28	32	28	28	29	30	29	28
	Medir nivel de aceite																	
33	Cambio de filtros(petróleo y aire)	70	68	69	69	71	68	70	68	69	70	70	68	71	72	71	71	69
34	Inspección del cambio de filtros	25	27	23	27	25	24	26	23	26	26	26	24	26	23	25	25	23
35	Traslado al interior de la zanja para sacar aceite quemado(ida y vuelta)	10	11	11	12	11	11	8	9	8	9	12	9	8	9	9	12	11

36	Transporte para dejar el aceite quemado y filtros usados (ida)	20	20	20	18	21	19	20	21	19	19	21	19	21	18	19	20	20
37	Dejar el aceite quemado y filtros usados	10	12	11	8	9	8	9	10	8	8	12	10	12	12	10	9	12
38	Transporte de regreso a la zona de trabajo	20	19	19	19	18	22	20	22	20	22	21	20	21	21	22	18	20
39	Ir al almacén de herramientas (ida y vuelta)	30	28	31	31	30	29	28	28	28	29	30	28	28	32	28	28	28
40	Guardar las herramientas	30	30	28	32	31	29	32	30	30	31	28	30	32	31	30	29	30
41	Prueba del vehículo	60	58	60	59	61	61	62	58	60	59	62	62	61	62	58	61	58
42	Retirar el vehículo de la zanja	177	180	178	180	180	179	174	175	177	175	174	181	174	179	178	176	176
43	Recepción del cliente para el pago del servicio	180	179	182	179	183	180	180	178	182	180	179	180	177	180	182	180	178

Fuente: *Elaboración propia*

Para calcular el número de observaciones se clasificó las 43 actividades en 7 subprocesos. Estas son: ingreso del cliente, diagnóstico, planificación, asignación del personal, pedido de repuestos, intervención vehicular y entrega. En la tabla N° 9 se puede observar que los datos se han resumido, y se ha determinado “X” y “X²”, datos que servirán para el cálculo del número de observaciones.

Tabla N° 11
Resumen de la toma de tiempos preliminares – Proceso de cambio de aceite y filtros

DETRMINACIÓN DE NÚMERO DE OBSERVACIONES - TIEMPOS EXPRESADOS EN SEGUNDOS - CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS									
Tiempos tomados	Estaciones de trabajo – Subprocesos							X	X2
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7		
	Ingreso del cliente	Diagnóstico	Planificación	Asignación del personal	Pedido de repuestos	Intervención vehicular	Entrega		
1	110	420	60	170	1830	1597	180	4367	19070689
2	109	420	60	167	1833	1590	179	4358	18992164
3	113	417	62	171	1834	1588	182	4367	19070689
4	110	422	58	174	1830	1605	179	4378	19166884
5	111	415	62	171	1833	1591	183	4366	19061956
6	115	422	58	172	1826	1584	180	4357	18983449
7	114	420	60	171	1826	1579	180	4350	18922500
8	118	415	62	170	1826	1583	178	4352	18939904
9	118	418	59	168	1828	1594	182	4367	19070689
10	120	416	58	168	1829	1585	180	4356	18974736
11	117	420	62	170	1826	1601	179	4375	19140625
12	119	421	59	167	1838	1599	180	4383	19210689
13	120	421	60	167	1826	1592	177	4363	19035769
14	121	417	59	170	1828	1584	180	4359	19000881
15	123	420	59	167	1829	1589	182	4369	19088161
16	124	425	62	170	1822	1582	180	4365	19053225
17	124	417	61	169	1823	1580	178	4352	18939904
								TOTAL	74184 323722914
								PROMEDIO(min)	72.73

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: El total de la sumatoria del valor de las observaciones (X) es igual a 74184 segundos y, la sumatoria del valor de las observaciones elevados al cuadrado (X²) es igual a 323722914 segundos, con un tiempo promedio de 72.73 minutos de todo el proceso productivo.

Remplazando la fórmula:

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

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{(17 \text{ observaciones} * 323722914 \text{ segundos}) - (74184^2 \text{ segundos})}}{74184 \text{ segundos}} \right)^2 \quad 2$$

n = 0.0068 observaciones

n = 1 observaciones

Interpretación: Con un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error del $\pm 5\%$ se obtiene 1 observación requerida. Como el número de observaciones preliminares es 17, es superior al requerido, es decir, el número de observaciones realizadas son suficientes para la investigación.

Diagrama de análisis de procesos (DAP)

El DAP se va a ejecutar con los tiempos promedio obtenidos de la toma de tiempos preliminares (ver tabla N° 8), el cual permitirá calcular las actividades que representan tiempos de espera dentro del servicio de cambio de aceite.

Diagrama N° 2: *Proceso de cambio de aceite y filtros*


DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS												
Servicio:	Mantenimiento			Fecha:	12/05/2020							
Empresa:	Taller de Reparación y Mantenimiento automotriz			Método:	Propuesto tradicional							
Realizado por:	Sharonng Steissy Vásquez Tello			Símbolos								
PROCESOS	SUBPROCESO	Descripción de las actividades		Distancia(m)	Tiempo (seg)							
						Recepción	Ingreso del cliente	1	Ingreso del cliente a las instalaciones		57	●
2	Estacionamiento del vehículo		60	●								
Diagnóstico	3	Espera al técnico para que empiece el diagnóstico		290							●	
	4	Caracterizar del vehículo		60	●							
	6	Identificar requerimiento de repuestos		70	●							
Planificación de entrega	7	Acuerdo de la fecha de entrega		60	●							
Mantenimiento Cambio de aceite	Asignación del personal	8	Asignar el personal		50		●					
		9	Espera para que el personal se presente		80							●
		10	Comunicación verbal de la orden de trabajo		40	●						
	Pedido de repuestos	11	Orden de compra de repuestos		30	●						
		12	Espera de la llegada de repuestos		1799							●
	Intervención vehicular	13	Transporte del vehículo a la zanja	5	179						●	
		14	Traslado al almacén de herramientas(ida)	9	30						●	
		15	Búsqueda de herramientas		40							●
		16	Traslado del almacén de herramientas a la zona de trabajo	9	30						●	
		17	Ubicación de las herramientas		10	●						
18		Traslado al almacén de aceite (ida)	11	28							●	
19		Sacar el aceite del depósito central a uno más pequeño		119	●							

Tabla N° 12

Tabla resumen del DAP

Actividad	Cantidad
Operación	21
Inspección	3
Operación – Inspección	2
Transporte	12
Demora	5
Total	43

Fuente: *Elaboración propia*

En el Diagrama de Análisis de Proceso se muestra las todas las actividades que componen el servicio de cambio de aceite, las cuales son 43.

En las características principales del cambio de aceite, según la información brindada por el taller de mantenimiento y reparación automotriz tenemos, consta de tres procesos principales: recepción, manteamiento, entrega. Los cuales se subdividieron en 7 subprocesos para un mejor estudio de las actividades: ingreso del cliente, diagnóstico, panificación, asignación del personal, pedido de repuestos, intervención vehicular y entrega. Los insumos y herramientas que el operario necesita para realizar su trabajo son: aceite nuevo, filtro nuevo de aire, filtro nuevo de aceite, y llaves de ajuste.

En la tabla N° 10 observamos un resumen del DAP, en el cual se observa que el proceso consta de 21 operaciones, 3 inspecciones, 2 operación – inspección, 12 transportes y finalmente 5 demoras.

Tiempo de ciclo del cambio de aceite

Tabla N° 13

Tiempos de los subprocesos del proceso de cambio de aceite y filtros

SUBPROCESOS	ACTIVIDADES
Ingreso del cliente	1.9
Diagnóstico	7.0
Planificación de entrega	1.0
Asignación del personal	2.8
Pedido de repuestos	30.5
Intervención vehicular	26.5
Entrega	3.0
Tiempo de ciclo	72.7

Fuente: *Elaboración propia*

Tiempo de ciclo = 1.9 min + 7 min + 1 min + 2.8 min + 30.5 min + 26.5 min + 3 min = 72.7 min

Interpretación: Luego de la toma de tiempos se obtuvo que el tiempo de ciclo del servicio de cambio de aceite y filtros de aire y aceite es igual a 72.7 minutos/vehículo. Esto quiere decir que para realizar este tipo de mantenimiento el operario se toma 1.2 horas aproximadamente de las 8 horas que trabaja diariamente, para ser uno del mantenimiento más sencillo que se realiza es un tiempo muy prolongando. Es por ello que los clientes

del taller automotriz tienen quejas con respecto al servicio que brinda, principalmente por el incumplimiento de las fechas de entrega.

Cálculo del Tiempo de espera del cambio de aceite y filtros

Tabla N° 14

Demoras del proceso de cambio de aceite y filtros

SUPROCESO	ACTIVIDADES	TIPO DE ACTIVIDAD	TIPO DE DESPERDICIO	TIEMPO (min)
Diagnóstico	Espera al técnico para que empiece el diagnóstico	Demora	Espera	4.8
Asignación del personal	Espera para que el personal se presente	Demora	Espera	1.3
Pedido de repuestos	Espera de la llegada de repuestos	Demora	Espera	30.0
Intervención vehicular	Búsqueda de herramientas	Demora	Espera	0.7
	Dejar el aceite quemado y filtros usados	Demora	Espera	0.2
			Tiempo total (min)	36.98

Fuente: *Elaboración propia*

Tiempo de espera = 4.8 min + 1.3 min + 30.0 min + 0.7 min = 36.98 min/vehículo

Interpretación: El tiempo de espera del proceso de cambio de aceite es de 36.98 minutos/vehículo. Las actividades que representan desperdicio de espera están presentes en los subprocesos de: diagnóstico, asignación del personal, pedido de repuesto e intervención vehicular. Esto quiere decir que el tiempo de espera representa el 50.8% del tiempo de ciclo, lo cual evidencia una deficiente gestión de procesos.

Value Stream Mapping

Se realizó un Value Stream Mapping (ver figura N° 17) para tener una visualización holística del proceso del servicio de cambio de Aceite y filtros, el cual más adelante va a servir para diseñar la aplicación de herramientas Lean Service para la propuesta de mejora de los problemas encontrados en el diagnóstico.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 15: *Valué Stream Mapping del proceso de cambio de aceite y filtros*

Interpretación: En el VSM se puede visualizar claramente que los subprocesos de diagnóstico, asignación del personal, pedido de repuestos e intervención vehicular contienen tiempos de espera de 4.8 minutos, 1.3 minutos, 30 minutos y 0.9 minutos proporcionalmente. Estos datos son de primera mano un indicador claro de que el servicio de mantenimiento seleccionado necesita de una reingeniería de sus procesos para incrementar la velocidad de producción.

La diferencia de visualizar la información en el Value Stream Mapping y el DAP, es que en el primero se puede visualizar de manera rápida en que subprocesos se tiene tiempos de espera, y en cuales este, es más prologado, información que mas adelante nos va ha facilitar el diseño de un plan de mejora.

3.3.2 Diagnóstico de la dimensión: Movimientos

En esta dimensión se va ha analizar uno de los 7 desperdicios de la metodología Lean, los movimientos innecesarios y cual es el impacto que tienen en la eficiencia de producción del servicio de mantenimiento de cambio de aceite y filtros.

Para realizar el cálculo de este desperdicio en el proceso de cambio de aceite y filtros se realizó lo siguiente:

Micromovimientos

Se realizó un análisis de los micromovimientos del subproceso inherente a la intervención vehicular (servicio de cambio de aceite y filtros). En el cual, a partir de la observación se

obtuvieron 55 micromovimientos realizados por el técnico. Estos a su vez para un estudio más óptimo en la investigación, se dividieron en 6 bloques los cuales van a ser estudiados más adelante.

Clasificación de movimientos Therbling

Para el análisis de los micromovimientos se usó la metodología Therbling, la cual fue creada por los esposos Gilbreth. Esta técnica contribuyó a clasificar los micromovimientos en 17 tipos, de los cuales 8 representan therblings eficientes que permiten el progreso del trabajo directamente y pueden reducirse pero no eliminarse; el resto son therblings ineficientes que no contribuyen al avance del trabajo y si es posible deben eliminarse.

Tabla N° 15: *Clasificación de movimientos Therbling*

Therblings eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente).		
Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	"Mover" la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por "Liberar" y seguido por "Sujetar".
Mover	M	"Mover" la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar" o "Posicionar".
Sujetar o tomar	G	"Cerrar" los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por "Alcanzar" y seguido por "Mover".
Liberar	RL	"Soltar" el control de un objeto, típicamente el más corto de los therblings.
Preposicionar	PP	"Posicionar" un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con "Mover", como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	"Manipular" una herramienta para el uso para el que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	"Unir" dos partes que encajan; por lo general es precedido por "Posicionar" o "Mover" y seguido por "Liberar".
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a "Ensamblar", pues separa partes que encajan; por lo general es precedido por "Sujetar" y seguido por "Liberar".

Therbligs ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse)		
Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	"Seleccionar" un artículo de varios; por lo general es seguido por "Buscar".
Posicionar	P	"Orientar" un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por "Mover" y seguido por "Liberar" (en oposición a <i>durante</i> en Preposicionar).
Inspeccionar	I	"Comparar" un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	"Pausar" para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a "Mover".
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

Fuente: *Nievel & Freivalds, (2009)*

Análisis de los micromovimientos del subproceso de interacción vehicular

Uno de los principales problemas que se indentificó en el estudio de micromovimientos, está enfocado en la ubicación de las herramientas en el momento de ejecutar las tareas, puesto que el técnico no tiene el alcance adecuado a las herramientas, como se muestra en la figura N°19 . Este problema aunado a la falta de estadarización del proceso incrementa las micromovimientos ineficientes en base a la teoría de los esposos Gilbreth.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 16: *Clasificación de movimientos Therbling*

El principal subproceso de cambio de aceite es la intervención vehicular y también es el que presenta los movimientos principales del proceso, es por ello que se desglosa las actividades del Diagrama de Análisis de Operaciones inherentes a este subproceso, en micromovimientos. Con el objetivo de analizarlos y clasificarlos entre movimientos eficientes o ineficientes. Para la disección y análisis de los micromovimientos se realizó una observación del proceso en un periodo de tiempo de 4 días.

A continuación se detallan los micromovimientos de la intervención vehicular:

Tabla N° 16

Clasificación de los micromovimientos de la intervención vehicular inherentes al servicio de cambio de aceite y filtros

ANÁLISIS DE MICROMOVIMIENTOS DEL SUBPROCESO DE INTERVENCIÓN VEHICULAR CON RESPECTO AL CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS					
N°	DESCRIPCIÓN	THERBLING	SÍMBOLO	EFICIENTE	INEFICIENTE
1	Transporte del vehículo a la zanja	Retraso inevitable	UD		X
2	Traslado al almacén de herramientas	Retraso inevitable	UD		X
3	Seleccionar herramientas	Seleccionar	SE		X
4	Buscar herramientas	Buscar	S		X
5	Tomar herramientas	Sujetar o tomar	G	X	
6	Traslado del almacén de herramientas a la zona de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
7	Dejar las herramientas en el suelo	Liberar	RL	X	
8	Traslado al almacén de aceite (ida)	Retraso inevitable	UD		X
9	Buscar depósito pequeño de aceite	Buscar	S		X
10	Tomar depósito pequeño de aceite	Sujetar o tomar	G	X	
11	Sacar el aceite nuevo del balde al depósito pequeño	Utilizar	U	X	
12	Traslado del almacén de aceite a la zona de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
13	Posicionar el contenedor con el aceite nuevo	Posicionar	P		X
14	Soltar el contenedor con el aceite nuevo	Liberar	RL	X	
15	Transporte para traer el depósito de aceite quemado(ida)	Retraso inevitable	UD		X
16	Buscar depósito para el aceite quemado	Buscar	S		X
17	Tomar el depósito para el aceite quemado	Sujetar o tomar	G	X	
18	Transporte de regreso al área de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
19	Posicionar el contenedor para el aceite quemado	Posicionar	P		X
20	Soltar el contenedor para el aceite quemado	Liberar	RL	X	
21	Abrir el capó del carro	Desensamblar	DA	X	

22	Alcanzar la tapa superior del aceite del motor	Alcanzar	RE	X	
23	Girar la tapa superior del aceite del motor	Mover	M	X	
24	Retirar la tapa superior del aceite del motor	Mover	M	X	
25	Buscar un lugar para ubicar la tapa del aceite del motor	Posicionar	P		X
26	Mover la tapa superior del aceite del motor	Mover	M	X	
27	Soltar la tapa superior del aceite del motor	Liberar	RL	X	
28	Traslado al interior de la zanja	Retraso inevitable	UD		X
29	Buscar el contenedor para el aceite quemado sobre la zanja	Buscar	S		X
30	Descansar por búsqueda	Retraso evitable	AD		X
31	Tomar el contenedor para el aceite quemado	Sujetar o tomar	G	X	
32	Redirecciones el contenedor para el aceite quemado en la superficie de la zanja	Retraso inevitable	UD		X
33	Soltar el contenedor para el aceite quemado	Liberar	RL	X	
34	Buscar la llave sobre la zanja para retirar tapa del Carter	Buscar	S		X
35	Tomar la llave para retirar la tapa del Carter	Sujetar o tomar	G	X	
36	Girar la llave para aflojar la tapa del cárter	Utilizar	U	X	
37	Soltar la llave sobre la zanja	Liberar	RL	X	
38	Quitar la tapa del Carter	Desensamblar	DA	X	
39	Posicionar la tapa del Carter	Posicionar	P		X
40	Soltar la tapa del Carter	Liberar	RL	X	
41	Dejar drenar el aceite quemado del motor	Retraso inevitable	UD		X
42	Buscar la llave sobre la zanja para retirar el filtro de aceite usado	Buscar	S		X
43	Tomar la llave para retirar el filtro de aceite usado	Sujetar o tomar	G	X	
44	Girar la llave para aflojar el filtro de aceite usado	Utilizar	U	X	
45	Soltar la llave sobre la zanja	Liberar	RL	X	
46	Retirar del filtro de aceite usado	Desensamblar	DA	X	
47	Soltar el filtro de aceite usado sobre la zanja	Liberar	RL	X	

48	Buscar el filtro nuevo sobre la zanja	Buscar	S		X
49	Tomar el filtro nuevo del aceite	Sujetar o tomar	G	X	
50	Quitar el empaque del filtro nuevo	Desensamblar	DA	X	
51	Alcanzar el aceite quemado para untar al filtro nuevo	Alcanzar	RE	X	
52	Untar el filtro nuevo con el aceite quemado	Utilizar	U	X	
53	Buscar herramienta de ajuste sobre la zanja	Buscar	S		X
54	Tomar herramienta de ajuste	Sujetar o tomar	G	X	
55	Usar herramienta para ajustar el filtro nuevo de aceite	Utilizar	U	X	
56	Buscar un lugar para ubicar la llave de ajuste sobre la zanja	Posicionar	P		X
57	Buscar la tapa del cárter	Buscar	S		X
58	Alcanzar la tapa del cárter	Alcanzar	RE	X	
59	Tomar la tapa del cárter	Sujetar o tomar	G	X	
60	Ajustar la tapa del Carter	Utilizar	U	X	
61	Transporte a la parte superior de la zanja.	Retraso inevitable	UD		X
62	Buscar el envase con aceite nuevo	Buscar	S		X
63	Alcanzar el envase con el aceite nuevo	Alcanzar	RE	X	
64	Tomar el aceite nuevo	Sujetar o tomar	G	X	
65	Llenar el tanque con el aceite nuevo	Utilizar	U	X	
66	Soltar el envase de aceite	Liberar	RL	X	
67	Buscar la varilla del medidor de aceite	Buscar	S		X
68	Alcanzar la varilla del medidor del aceite	Alcanzar	RE	X	
69	Tomar la varilla del medidor del aceite	Sujetar o tomar	G	X	
70	Sacar la varilla del medidor del aceite	Mover	M	X	
71	Buscar franela	Buscar	S		X
72	Tomar franela	Sujetar o tomar	G	X	
73	Limpiar varilla de aceite con franela	Utilizar	U	X	
74	Insertar varilla del medidor de aceite	Pre posicionar	PP	X	

75	Retiras varilla del medidor de aceite	Pre posicionar	PP	X	
76	Verificar la cantidad de aceite nuevo	Inspección	I		X
77	Volver a insertar la varilla la del medidor de aceite	Pre posicionar	PP	X	
78	Buscar la tapa superior del aceite del motor	Buscar	S		X
79	Alcanzar la tapa superior del aceite del motor	Alcanzar	RE	X	
80	Tomar la tapa superior del aceite del motor	Sujetar o tomar	G	X	
81	Ajustar la tapa superior del aceite del motor	Ensamblar	A	X	
82	Ubicar la tapa del filtro de aire	Retraso inevitable	UD		X
83	Levantar la tapa de resguardo del filtro aire	Mover	M	X	
84	Sacar el filtro viejo de aire	Desensamblar	DA	X	
85	Inspeccionar el filtro viejo de aire	Inspección	I		X
86	Buscar la ubicación del filtro nuevo de aire	Buscar	S		X
87	Alcanzar el filtro nuevo de aire	Alcanzar	RE	X	
88	Tomar el filtro nuevo de aire	Sujetar o tomar	G	X	
89	Quitar el empaque al filtro nuevo	Desensamblar	DA	X	
90	Ensamblar el filtro nuevo	Ensamblar	A	X	
91	Coger la tapa de resguardo	Sujetar o tomar	G	X	
92	Ajustar la tapa de resguardo del filtro	Ensamblar	A	X	
93	Inspección del cambio de filtro de aire	Inspección	I		X
94	Traslado al interior de la zanja para sacar aceite quemado(ida y vuelta)	Retraso inevitable	UD		X
95	Buscar el contenedor con el aceite quemado	Buscar	S		X
96	Alcanzar el contenedor con el aceite quemado	Alcanzar	RE	X	
97	Tomar el contenedor con el aceite quemado	Sujetar o tomar	G	X	
98	Transporte para dejar el aceite quemado y filtros usados (ida)	Retraso inevitable	UD		X
99	Buscar un lugar donde dejar el aceite quemado	Posicionar	P		X
100	Ubicar el contenedor con el aceite quemado	Liberar	RL	X	

101	Transporte de regreso a la zona de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
102	Buscar llaves de ajuste y repuestos usados	Buscar	S		X
103	Alcanzar llaves de ajuste y repuestos usados	Alcanzar	RE	X	
104	Tomar llaves de ajuste y repuestos usados	Sujetar o tomar	G	X	
105	Ir al almacén de herramientas (ida)	Retraso inevitable	UD		X
106	Buscar un lugar donde guardar las llaves de ajuste y repuestos usados	Posicionar	P		X
107	Ubicar las llaves de ajuste y repuestos usados	Liberar	RL	X	
108	Transporte de regreso a la zona de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
109	Encendido del vehículo	Inspección	I		X
110	Retirar el vehículo de la zanja	Retraso inevitable	UD		X
TOTAL				63	47

Fuente: *Elaboración propia*

Movimientos eficientes

$$ME = \frac{63 \text{ movimientos eficientes}}{110 \text{ movimientos}} * 100$$

$$ME=57\%$$

Interpretación: Del estudio realizado en el análisis y clasificación de movimientos Therbling a los micromovimientos del subproceso, intervención vehicular, se calculó que hay un 57% de movimientos eficientes por cada vehículo atendido. Esto quiere decir que hay un 43% de movimientos ineficientes que reducen la eficiencia de producción y por ende provocan insatisfacción en los clientes por incumplimiento de fechas entrega.

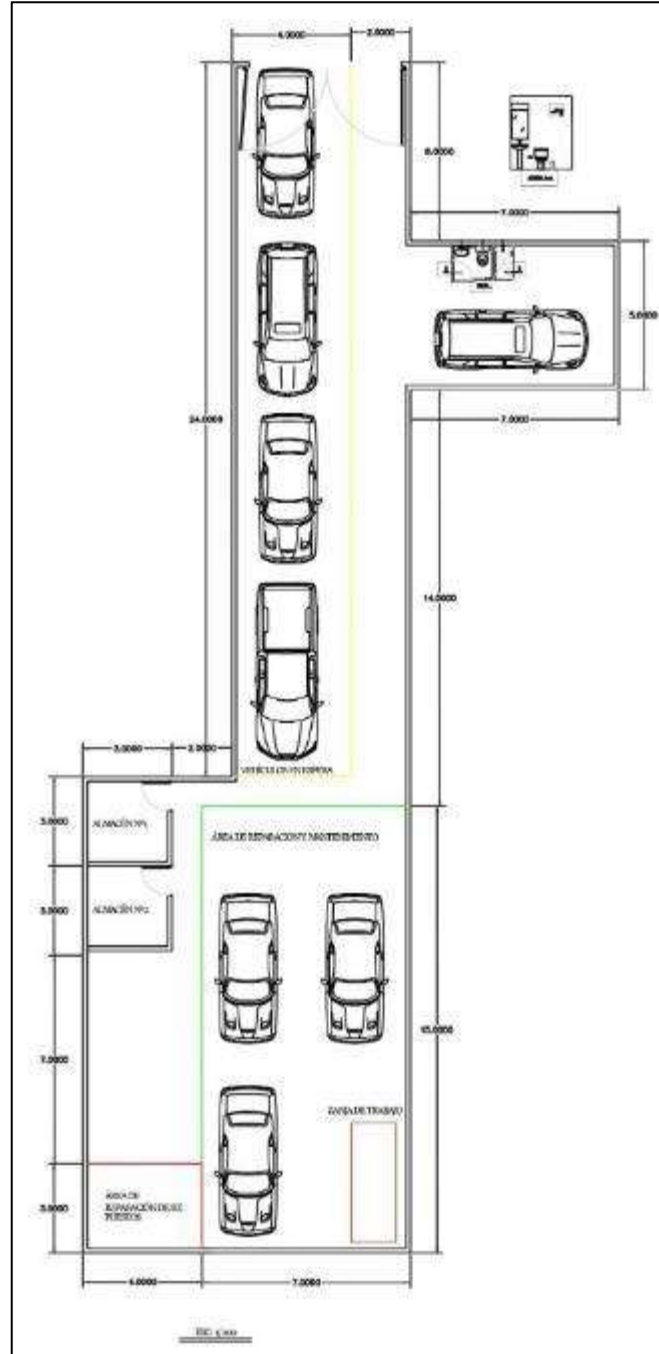
3.3.3 Análisis de la dimensión: Transporte Innecesario

En la dimensión de transporte innecesario se analizó el movimiento de material o información de un almacén al área de trabajo.

Para realizar el cálculo de este desperdicio en el proceso de cambio de aceite se realizó lo siguiente:

Plano del taller de reparación y mantenimiento

Para tener una mejor visualización del área de trabajo del taller automotriz se elaboró un plano, en el cual se identificó todas las áreas de trabajo a detalle, en éste se puede observar que no hay zonas claramente definidas para realizar los servicios de mantenimiento y reparación.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 17: *Plano de taller d automotriz*

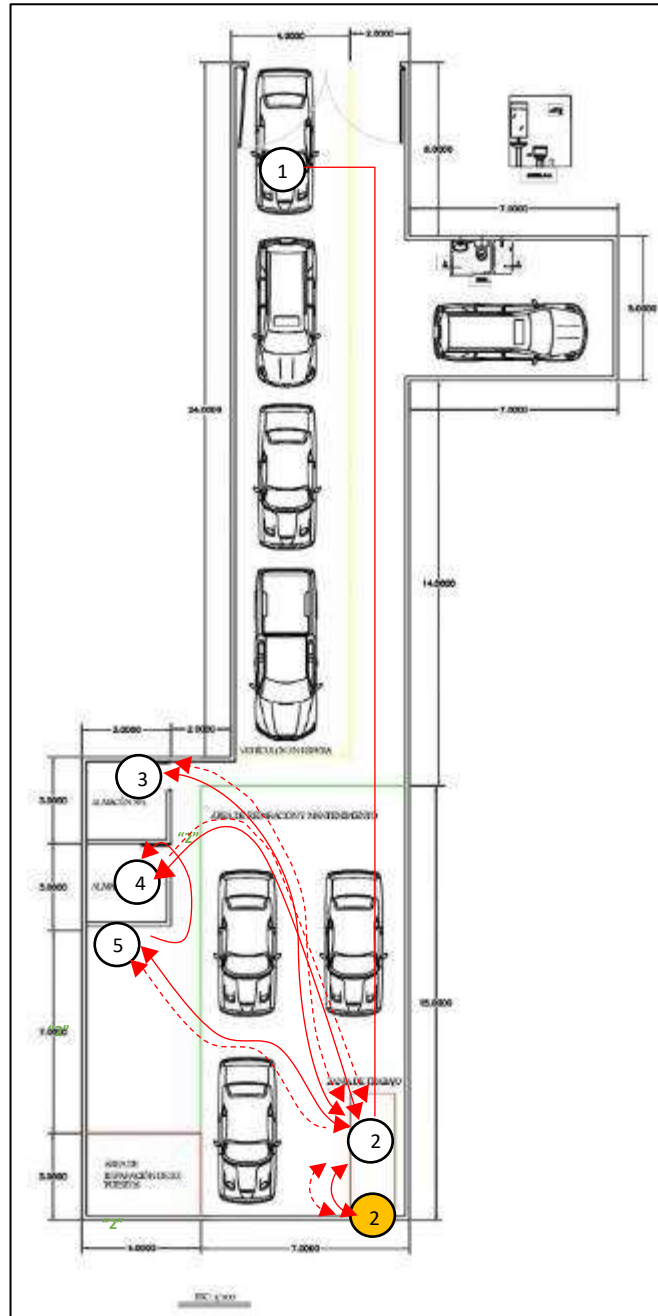
Diagrama de recorrido del cambio de aceite y filtros

Para tener una mejor visualización de los recorridos que realiza el operario en el desarrollo de sus actividades para prestar el servicio de cambio de aceite y filtros. En la figura N° 21 se puede observar que el mecánico realiza muchos recorridos de ida y vuelta al almacén de herramientas. Otro punto que se puede observar es que el mecánico se transporta en más de una ocasión desde su área de trabajo al almacén para la obtención de algunos elementos como: repuestos, herramientas y equipos. Esto quiere decir que las actividades no están estandarizadas de tal manera que se realice la menor cantidad posible de transportes.

①	Ingreso del vehículo
②	Zanja de trabajo
③	Almacén de herramientas
④	Almacén de repuestos
⑤	Lugar donde se guarda el aceite
↔	Transporte de ida y vuelta
↔	Transporte de ida y vuelta segunda vez
←	Transporte de ida
→	Transporte de vuelta

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 18: *Leyenda del diagrama de recorrido*



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 19: Recorrido del servicio de cambio de aceite

Distancia recorrida del operario

Se identificó en el Diagrama de Análisis de Procesos (ver diagrama N° 2) las actividades inherentes al desplazamiento del operario de un punto a otro, para la obtención de herramienta o suministros y también para regresarlas al almacén que le corresponde.

En la siguiente tabla se exponen todas las actividades catalogadas como transportes dentro del proceso de cambio de aceite con su distancia respectiva en metros.

Tabla N° 17

Distancias recorridas en el proceso de cambio de aceite y filtros

SUBPROCESO	Descripción de las actividades	Datos	
		Tipo de actividad	Distancia
Intervención vehicular	Transporte del vehículo a la zanja	Transporte	5
	Traslado al almacén de herramientas(ida)	Transporte	9
	Traslado del almacén de herramientas a la zona de trabajo	Transporte	9
	Traslado al almacén de aceite (ida)	Transporte	11
	Traslado del almacén de aceite a la zona de trabajo	Transporte	11
	Transporte para traer el depósito de aceite quemado(ida)	Transporte	12
	Transporte para traer el depósito de aceite quemado(vuelta)	Transporte	12
	Transporte al interior de la zanja	Transporte	4
	Transporte del interior de la zanja a la parte superior	Transporte	4
	Traslado al interior de la zanja para sacar aceite quemado(ida y vuelta)	Transporte	8
	Transporte para dejar el aceite quemado y filtros usados (ida)	Transporte	12
	Transporte de regreso a la zona de trabajo	Transporte	12
	Ir al almacén de herramientas (ida y vuelta)	Transporte	18
	Total		

Fuente: *Elaboración propia*

$$\begin{aligned} DR &= 5 \text{ m} + 9 \text{ m} + 9 \text{ m} + 11 \text{ m} + 11 \text{ m} + 24 \text{ m} + 24 \text{ m} + 4 \text{ m} + 4 \text{ m} + 8 \text{ m} + 12 \text{ m} + 12 \text{ m} + 18 \text{ m} \\ &= 127 \text{ m} \end{aligned}$$

Interpretación: La distancia total recorrida por el técnico para completar el servicio de cambio de aceite es de 127 metros / vehículo. Esto afecta de manera negativa la productividad de la mano de obra, porque el taller no tiene un diseño adecuado de sus áreas y tampoco tiene estandarizado sus procesos, de tal manera que se incrementa las distancias de recorrido, el número de transportes realizados y por lo tanto el tiempo de ciclo. Las actividades que representan desperdicio de transporte están presentes únicamente en el subproceso de intervención vehicular.

3.3.4 Diagnóstico de la dimensión: Sobre procesamiento

Para realizar el cálculo de tiempo que el proceso incurre en actividades de sobre procesamiento se realizó lo siguiente:

Identificación de actividades de sobre procesamiento

Las actividades de sobre procesamiento del servicio de mantenimiento seleccionado hacen referencia a dedicar más tiempo de una actividad a verificar muchas veces de las necesarias el trabajo realizado o duplicidad de actividades como es conocido. Estas fueron identificadas en el Diagrama de Análisis de Procesos (ver diagrama N° 2). Para identificar estas actividades de sobre procesamiento efectuamos las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Es una actividad redundante?
- ✓ ¿El personal gasta más energía de la necesaria?
- ✓ ¿El personal gasta más insumos de lo necesario?

Tiempo de sobre procesamiento

De acuerdo a las preguntas planteadas, se identificó en el Diagrama de Análisis de Procesos (ver diagrama N° 2) las actividades que si cumplen con las características de que representan sobre procesamiento.

Las actividades de sobre procesamientos, son un escollo en el trabajo del ingeniero, puesto que son muy difíciles de identificar. Es por ello que se ha procedido a la explicación de cada una de ellos, para la mejor comprensión de la razón o el por qué están catalogadas como este tipo de desperdicio.

Tabla N° 18

Tiempo de actividades con sobre procesamiento del proceso de cambio de aceite y filtros

Subproceso	Descripción de actividades	Datos		Explicación
		Tipo de Actividad	Tiempo (min.)	
Diagnóstico	Caracterizar del vehículo	Operación	1.0	La caracterización del vehículo debe hacerlo el cliente en una ficha técnica.
Planificación de entrega	Acuerdo de la fecha de entrega	Operación	1.0	El tiempo de acuerdo es inadecuado, porque no tienen registros y organización de las entregas diarias. (El operario de toma su tiempo recordando si tiene que realizar otras entregas durante el día).
Asignación del personal	Comunicación verbal de la orden de trabajo	Operación	0.7	La comunicación de la OT debe realizarse mediante una ficha técnica. (El operario gasta tiempo y energía innecesario transmitiendo la orden de trabajo).
	Ubicación de las herramientas	Operación	0.2	Es un desperdicio porque las herramientas deben estar contenidas en recipiente previamente ordenadas al momento de ser obtenidas del almacén.
Intervención vehicular	Colocar el depósito para aceite quemado	Operación	0.2	Duplicidad de la actividad
	Inspección del nivel de aceite	Inspección	0.5	Es un despilfarro porque en ocasiones tienen que repetir la actividad por no tener la cantidad de aceite correcto.
	Inspección del cambio de filtro	Inspección	0.4	Energía gastada en un trabajo que ya se realizó.
	Guardar el aceite quemado y filtros usados	Demora	0.2	Duplicidad de actividad
	Guardar las herramientas	Operación	0.5	Duplicidad de actividad
		Total (min)	4.6	

Fuente: *Elaboración propia*

$$TS = 1min + 1min + 0.7min + 0.2min + 0.2min + 0.5min + 0.4min + 0.2min + 0.5min$$
$$= 4.6 min$$

Interpretación: Las actividades que representan desperdicio de sobre procesamiento están presentes en los subprocesos de: diagnóstico, planificación de entrega, asignación del personal e intervención vehicular. En el análisis e identificación de actividades con desperdicios, se calculó que el tiempo de sobre procesamiento en el servicio de cambio de aceite y filtros es de 4.6 min / vehículo. Este es un rango de tiempo inadecuado por dos razones: la primera es que la energía que usa el operario en esos 4.6 min no añade ningún valor al servicio y la segunda está en la multiplicación de ese tiempo por el número de mantenimientos que se realiza por día impactando de manera negativa a la capacidad de producción de taller.

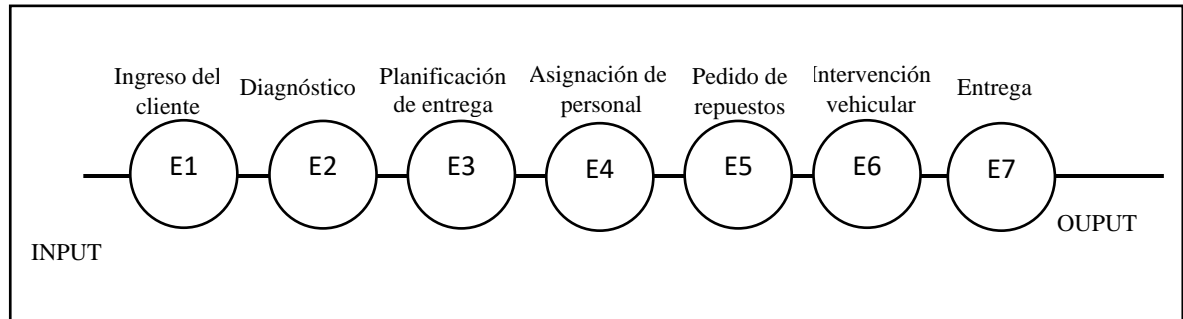
3.4 Diagnóstico de la variable dependiente: Proceso del servicio de mantenimiento

3.4.1 Velocidad de producción

Para determinar el tiempo total del servicio de cambio de aceite, se realizó lo siguiente:

Identificación de las estaciones del trabajo en el proceso

La investigación se centrará en 7 estaciones de trabajo del proceso de cambio de aceite: ingreso del cliente, diagnóstico, planificación, asignación del personal, pedidos de repuestos, intervención vehicular y entrega. Los cuales son sub proceso de los procesos principales: recepción, corrección o mantenimiento de la falla mecánica y entrega.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 20: *Diagrama lineal de los Subprocesos – Proceso de cambio de aceite y filtros*

Para determinar los tiempos promedios para cada uno de los subprocesos, se usó los mismos, que fueron tomados mediante el uso del cronómetro. A continuación, se sacará un promedio de los tiempos de cada subproceso a partir de las 17 tomas preliminares que se realizó.

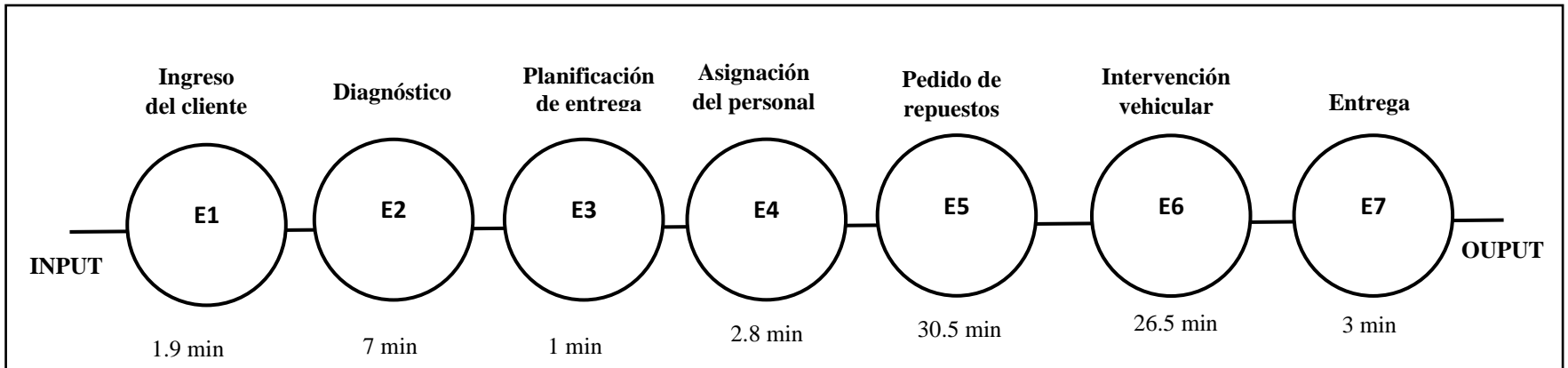
Tabla N° 19

Tiempos promedios por estaciones (subprocesos), expresados en minutos.

TIEMPO PROMEDIO DE LOS SUBPROCESOS-PROCESO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS							
SUBPROCESOS	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
	Ingreso del cliente	Diagnóstico	Planificación	Asignación del personal	Pedido de repuestos	Intervención vehicular	Entrega
1	110	420	60	170	1830	1597	180
2	109	420	60	167	1833	1590	179
3	113	417	62	171	1834	1588	182
4	110	422	58	174	1830	1605	179
5	111	415	62	171	1833	1591	183
6	115	422	58	172	1826	1584	180
7	114	420	60	171	1826	1579	180
8	118	415	62	170	1826	1583	178
9	118	418	59	168	1828	1594	182
10	120	416	58	168	1829	1585	180
11	117	420	62	170	1826	1601	179
12	119	421	59	167	1838	1599	180
13	120	421	60	167	1826	1592	177
14	121	417	59	170	1828	1584	180
15	123	420	59	167	1829	1589	182
16	124	425	62	170	1822	1582	180
17	124	417	61	169	1823	1580	178
PROMEDIO(min)	1.9	7.0	1.0	2.8	30.5	26.5	3.0

Fuente: Elaboración propia

A continuación, muestra la representación de los tiempos promedios de los subprocesos del cambio de aceite y filtros



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21: Diagrama lineal del subproceso – Servicio de Mantenimiento

INTERPRETACIÓN: Al realizar la toma de tiempos por 17 veces del proceso de cambio de aceite se ha identificado que los tiempos de los 7 subprocesos son los siguientes: ingreso del cliente 1.9 min/vehículo, diagnóstico 7 min/vehículo, la planificación de entrega 1 min/vehículo, la asignación personal 2.8 min/vehículo, pedido de repuestos 30.5 min/vehículo, intervención vehicular 26.5 min/vehículo y finalmente entrega 3 min/vehículo. A partir de los datos adquiridos se obtuvo que el tiempo de velocidad de ciclo es de 30.5 minutos/ vehículo, el cual se encuentra en el subproceso llamado “pedido de repuestos” (E5). El cual es un tiempo muy prolongado porque en comparación a otros centros que se encargan de realizar el mismo servicio el tiempo que le toma es aproximadamente 30 minutos.

3.4.2 Eficiencia de producción

La eficiencia de producción busca que las actividades que le agregan valor a un producto y por las que el cliente está dispuesto a pagar, estén en equilibrio con las actividades que generan demora, agregan costos y el cliente no paga por ellas. Es decir la eficiencia de producción mide la relación entre el trabajo y los desperdicios.

Según Wir(2018) la eficiencia de producción se calcula con la siguiente fórmula:

$$E.P = \frac{VA}{Tiempo\ total\ del\ proceso} \times 100$$

Donde:

✓ VA: Σ de tiempos de actividades de operación + Σ de tiempos de actividades de inspección + Σ de tiempos de actividades de operación – inspección

Para determinar la eficiencia de producción en esta investigación lo primero que se realizó es desmenuar el proceso en el conjunto de actividades que lo conforman, realizado en el Diagrama de Análisis de Procesos (ver diagrama N° 2). Es por ello que se empleó una tabla, que muestra a detalle la secuencia del proceso. Los tiempos que se han utilizado para la elaboración de esta tabla, son los tiempos promedios del estudio de tiempos que se encuentra en la tabla N° 8, los mismos que se usaron en el Diagrama de Análisis de Operaciones

Tabla N° 20

Tipo de actividades del proceso de cambio de aceite y filtros

Descripción de la actividad	Tipo de actividad	Tiempo (min)	Descripción
Ingreso del cliente a las instalaciones	Operación	1.0	
Ingreso del cliente a las instalaciones	Operación	1.0	
Espera al técnico para que empiece el diagnóstico	Demora	4.8	
Caracterizar el vehículo	Operación	1.0	
identificar requerimiento de repuestos	Operación	1.2	
Acuerdo de la fecha de entrega	Operación	1.0	
Asignar el personal	Operación	0.8	
Espera para que el personal se presente	Demora	1.3	
Comunicación verbal de la orden de trabajo	Operación	0.7	
Orden de compra de repuestos	Operación	0.5	
Espera de la llegada de repuestos	Demora	30.0	Se debe solicitar el pedido antes de lo planificado.
Transporte del vehículo a la zanja	Transporte	3.0	
Traslado al almacén de herramientas(ida)	Transporte	0.5	La mala ubicación del taller extiende los tiempos de transporte.
Búsqueda de herramientas	Demora	0.7	No hay orden dentro del almacén.
Traslado del almacén de herramientas a la zona de trabajo	Transporte	0.5	Mala ubicación del taller extiende los tiempos de transporte.
Ubicación de las herramientas	Operación	0.2	
Traslado al almacén de aceite (ida)	Transporte	0.5	Mala ubicación del taller extiende los tiempos de transporte.
Sacar el aceite del depósito central a uno más pequeño	Operación	2.0	Los recipientes no están adecuados para que el proceso sea rápido
Traslado del almacén de aceite a la zona de trabajo	Transporte	0.2	Inadecuada ubicación del almacén de aceite
Ubicar el contenedor con el aceite nuevo	Operación	0.2	
Transporte para traer el depósito de aceite quemado(ida y vuelta)	Transporte	0.4	Falta de estandarización.
Colocar el depósito para aceite quemado	Operación	0.2	

Retirar tapa superior del aceite del motor	Operación	0.5	
Transporte al interior de la zanja	Transporte	0.1	
Retirar tapa del cárter	Operación	1.0	
Dejar drenar el aceite quemado del motor	Operación	4.0	
Cambio del filtro de aceite	Operación	1.0	
Ajustar tapa de cárter	Operación - Inspección	1.0	
Transporte del interior de la zanja a la parte superior	Transporte	0.1	
Cambio de aceite	Operación	2.0	
Colocar y ajustar la tapa superior del motor	Operación - Inspección	0.5	
Medir nivel de aceite	Inspección	0.5	Repetir el proceso por no tener la cantidad de aceite correcto.
Cambio de filtros(petróleo y aire)	Operación	1.2	
Inspección del cambio de filtros	Inspección	0.4	
Traslado al interior de la zanja para sacar aceite quemado(ida y vuelta)	Transporte	0.2	
Transporte para dejar el aceite quemado y filtros usados (ida)	Transporte	0.3	Ubicación del almacén de aceite quemado.
Dejar el aceite quemado y filtros usados	Demora	0.2	
Transporte de regreso a la zona de trabajo	Transporte	0.3	Ubicación del almacén de aceite quemado.
Ir al almacén de herramientas (ida y vuelta)	Transporte	0.5	Ubicación del almacén de herramientas.
Guardar las herramientas	Operación	0.5	
Prueba del vehículo	Inspección	1.0	
Retirar el vehículo de la zanja	Operación	3.0	
Recepción del cliente para el pago del servicio	Operación	3.0	

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla se puede observar que se generan desperdicio en las actividades de demora y transporte por la mala ubicación

de los almacenes, el reproceso de actividades, mala adecuación de los recipientes y la falta de estandarización.

A continuación, se presenta una tabla que resumen los datos de la tabla N° 15.

Tabla N° 21

Tabla resumen de la clasificación de las actividades del proceso de cambio de aceite y filtros

Tabla resumen		
Tipo de actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	21	25.7
Inspección	3	1.9
Operación – Inspección	2	1.5
Transporte	12	6.7
Demora	5	37
TOTAL		72.7

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla se puede observar que dentro del proceso de cambio de aceite hay 21 operaciones con un tiempo de 25.7 minutos/vehículo, 3 inspecciones con un tiempo de 1.9 minutos/vehículos, 3 operaciones/inspecciones con 1.5 minutos/vehículos, 12 transportes con un total de 6.7 minutos/vehículos y finalmente 5 demoras con 37 minutos/vehículo. En otras palabras, el tiempo de las actividades con valor, suman 27.2 minutos/ vehículo y las actividades que son consideradas desperdicio suman 45.5 minutos/vehículo.

Remplazo de la fórmula:

$$EP = \frac{\text{Actividades que le aportan V. A al cliente}}{\text{Tiempo total del proceso}} \times 100$$

$$EP = \frac{25.7 \text{ minutos} + 1.9 \text{ min} + 1.5 \text{ min}}{72.7 \text{ minutos}} \times 100$$

$$EP = 40\%$$

Interpretación: la eficiencia de producción del proceso de cambio de aceite es de 40%, esto significa que el 60 % de los recursos que se está utilizando (tiempo), no le agrega valor al servicio de cambio de aceite y filtro.

3.4.3 Cálculo del tiempo Estándar

El tiempo estándar es necesario para que un operario capacitado, trabaje a un ritmo normal, siguiendo un método establecido, e incluyendo los suplementos correspondientes por fatiga y por atenciones personales; se calculó de la siguiente manera:

Cálculo del tiempo Normal

El tiempo normal es el que se requiere para que un operario calificado realice un proceso. Es importante recalcar que un operario calificado es aquel que cuenta con una experiencia importante en el rubro y sobre todo trabaja en condiciones acostumbradas a la estación de trabajo, a un paso ni demasiado rápido ni demasiado lento y que sobre todo puede mantener ese ritmo a lo largo del día.

El objetivo de calificar el desempeño del trabajador calificado es para ajustar el tiempo promedio observado según el tipo de trabajo que realiza el operario. Para ello se va a usar el Sistema Westinghouse.

Cálculo del factor de Westinghouse

Para el cálculo del factor de Westinghouse se eligió al trabajador llamado Jorge López Bazán, el cual tiene más de 5° años trabajando en el taller automotriz y por ende es considerando un técnico calificado y con experiencia.

Tabla N° 22

Aplicación del sistema de valoración Westinghouse

SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE					
HABILIDADES			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2	Superior	0.12	A2	Excesivo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Buena	0.02	C2	Bueno
0.0	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Mala	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideal	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelente	0.03	B	Excelente
0.02	C	Bueno	0.01	A	Buena
0.0	D	Promedio	0.0	B	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	A	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	B	Mala

Interpretación: Según el análisis del sistema de valoración de Westinghouse (ver tabla N° 19) del operario Jorge López Bazán, que en relación a habilidad se le asignó una

valoración de 0.06 (C1 - Bueno), en esfuerzo 0.00 (D - Promedio), condiciones 0.0 (D - Promedio), y en consistencia 0.01 (A - Buena); obteniendo un total de 0.07 de valoración.

Cálculo del tiempo normal

Para el cálculo del tiempo Normal se usa la siguiente fórmula:

$$t_n = t_p (1 + fw)$$

Donde:

- ✓ TN: tiempo normal
- ✓ TP: tiempo promedio
- ✓ fw: factor de Westinghouse

Remplazando la fórmula:

- ✓ Sub proceso 1: Ingreso del cliente

$$tn = 1.9 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 2.03 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 2: Diagnóstico

$$tn = 7 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 7.49 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 3: Planificación de entrega

$$tn = 1 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 1.07 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 4: Diagnóstico

$$tn = 2.8 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 2.99 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 5: Pedido de repuestos

$$tn = 30.5 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 32.6 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 6: Intervención vehicular

$$tn = 26.5 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 28.35 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 7: Entrega

$$tn = 3 \text{ min } (1+0.07)$$

$$tn = 3.21 \text{ min}$$

Tiempo Norma Total (TN)

$$TN = 2.03 \text{ min}, 7.49 \text{ min}, 1.07 \text{ min}, 2.99 \text{ min}, 32.6 \text{ min}, 28.35 \text{ min}, 3.21 \text{ min}$$

$$TN = 77.74 \text{ min}$$

Interpretación: Con una valoración del 0.07 el tiempo normal para el subproceso de recepción del cliente es de 2.03 min, diagnóstico 7.49 min, planificación 1.07 min, asignación del personal 2.99 min, pedido de repuestos 32.6 min, intervención vehicular 28.35 min y entrega 3.21 min; obteniendo un tiempo normal total de 77.74 minutos/vehículo.

Cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se calculó el porcentaje de tolerancias mediante el uso del método de valoración objetiva con estándares de fatiga, el cual trabaja con suplementos constantes y variables. Los primeros agrupan las necesidades personales con 5% y 7% para hombres y mujeres respectivamente y también incluye el porcentaje básico

de fatiga valorado con un porcentaje de 4% para hombres y mujeres. Los segundos agrupan factores de las condiciones de trabajo. Los porcentajes asignados a cada una de las holguras presentes en el trabajo del operario al realizar el trabajo de mantenimiento. Como el estudio de tiempos se realiza en un periodo corto y los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse holguras al tiempo normal con el objetivo de obtener un tiempo estándar justo que un trabajador pueda desarrollar. Para ello se usó la siguiente tabla en donde se ilustra la asignación de porcentajes inherentes a las holguras seleccionadas que forman parte del trabajo de mantenimiento del taller automotriz.

SUPLEMENTOS CONSTANTE	HOM	MUJ
Necesidades personales	5	7
Básicos por fatiga	4	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
a) Trabajo de pie		
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0
Trabajo se realiza de pie	2	4
b) Postura normal		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
Peso levantado por kilogramo		
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
17.5	7	10
20	9	13
22.5	11	16
25	13	20
30	17	(máx)
33.5	22	
d) Iluminación		

SUPLEMENTOS VARIABLES	HOM	MUJ
e) Condiciones atmosféricas		
índice de enfriamiento, termómetro de KATA (mili calorías/cm2/segundo)		
16	0	
14		0
12		0
10		3
8		10
6		21
5		31
4		45
3		64
2		100
f) Tensión visual		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión	5	5
g) Ruido		
Sonido continuo	0	0
Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
Sonidos estridentes	7	7
h) Tensión mental		
Proceso algo complejo	1	1
Proceso complejo o de atención dividida	4	4
Proceso muy complejo	8	8
i) Monotonía mental		
Trabajo monótono	0	0

Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Fuente: López B. , (2019)

Figura N° 22: Sistema de suplementos por descanso

Luego de asignar los porcentajes y seleccionar los suplementos en la figura N° 28, se calculó el porcentaje de suplementos en la siguiente tabla:

Tabla N° 23

Cálculo del % de suplementos

CALCULO DEL % DE SUPLEMENTOS	
Necesidades personales	5%
Básicos por fatiga	4%
Trabajo de pie	2%
Postura incómoda	2%
Uso de la fuerza o energía muscular	0%
Iluminación	0%
Condiciones atmosféricas	0%
Tensión visual	0%
Ruido	2%
Tensión mental	1%
Monotonía mental	0%
Monotonía física	0%
SUMA TOTAL	16%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Según el análisis con el Método de valoración objetiva con estándares de fatiga (ver figura N° 28), que en relación al suplemento de necesidades personales se

le asignó una valoración de 5%, en básicos por fatiga un 4%, en trabajo de pie un 2%, en postura incómoda un 2%, en ruido un 2% y en tensión mental 1%; obteniendo un total de 16 % es cual viene a ser el % de tolerancias que va a servir para calcular el tiempo estándar.

El cálculo del tiempo estándar se realizó con la siguiente fórmula:

$$TE = TN * (1 + \%TOLERANCIAS)$$

Donde:

TN: Es tiempo normal

% tolerancias: Dato obtenido en la tabla de sistema de suplementos por descanso

Remplazando en la fórmula:

- ✓ Sub proceso 1: Ingreso del cliente

$$TE = 2.03 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 2.35 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 2: Diagnóstico

$$TE = 7.49 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 8.68 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 3: Planificación de entrega

$$TE = 1.07 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 1.24 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 4: Asignación del personal

$$TE = 2.99 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 3.46 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 5: Pedido de repuestos

$$TE = 32.6 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 37.8 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 6: Intervención vehicular

$$TE = 28.35 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 32.88$$

- ✓ Subproceso 7: Entrega

$$TE = 3.21 \text{ min } (1+16\%)$$

$$TE = 3.72 \text{ min}$$

Tiempo Estándar Total (TE)

$$TE = 2.35 \text{ min} + 8.68 \text{ min} + 1.24 \text{ min} + 3.46 \text{ min} + 37.8 \text{ min} + 32.88 \text{ min} + 3.72 \text{ min}$$

$$TE = 90.13 \text{ min}$$

Interpretación: Con un % de tolerancias del 16% el tiempo estándar para el subproceso de recepción del cliente es de 2.35 min, diagnóstico 8.68 min, planificación 1.24 min, asignación del personal 3.46 min, pedido de repuestos 37.8 min, intervención vehicular 32.88 min y entrega 3.72 min; obteniendo un tiempo estándar total de 90.13 minutos/vehículo. De acuerdo a los objetivos del taller es un tiempo inadecuado porque esta empresa tiene establecido realizar doce mantenimientos al día como mínimo, para ello se requiere que el tiempo estándar de producción sea menor o igual a 80 minutos.

3.4.4 Capacidad de producción

La capacidad de producción es un indicador que en el desarrollo de este trabajo de investigación va a permitir conocer cuál es la capacidad actual del taller, según el N° de operarios que se dedican exclusivamente al mantenimiento, para realizar el servicio de cambio de aceite y filtros.

Cálculo de las Horas Hombre

El máximo número de trabajadores que se encargan del taller respecto a este servicio son dos, los cuales trabajan 8 horas diarias. La capacidad de producción se calculará en función a un día, por lo tanto, en el siguiente cuadro se muestra el número total de horas disponible:

Tabla N° 24

Cálculo de Horas Hombre por semana

CÁLCULO DE HORAS HOMBRE POR SEMANA	
N° operarios	2
Horas diarias disponibles	8
N° H.H TOTAL	16

Fuente: *Elaboración propia*

Cálculo de la capacidad de producción

Para el cálculo de la capacidad de producción se utilizó el tiempo estándar calculado con anticipación, debido a que el objetivo de esta investigación es entregar resultados fehacientes y realistas. Puesto una cosa muy diferente es el tiempo disponible de

trabajador frente al tiempo productivo que tiene dentro del centro laboral, el cual es mucho menor que el primero por holguras de tiempo consideradas en el cálculo del tiempo estándar.

El cálculo de la capacidad se realizó con la siguiente formula:

$$CP = \frac{H.H}{TCE}$$

Donde:

CP: *Capacidad de producción*

TCE: *Tiempo de ciclo estandarizado*

H.H: *Horas hombre*

Reemplazo de la fórmula:

$$CP = \frac{16 H.H}{1.5 \text{ horas}}$$

$$CP = 10.6$$

Interpretación: El número de mantenimientos que se puede realizar por día antes de las mejoras, con 16 horas disponibles de dos técnicos es de 10.6 mantenimientos por día. De acuerdo a los objetivos de la empresa su capacidad de producción debe estar por encima de 12 mantenimientos diarios como mínimo. Esto implica que la capacidad de producción actual dista de llegar a la meta.

3.4.5 Productividad de Mano de Obra

La única manera que el Taller Automotriz pueda crecer e incrementar sus ganancias es a través del incremento de su productividad. En el caso del servicio de mantenimiento el factor más importante es la mano de obra, es por ello que se calculará la productividad de un solo factor. Este cálculo hace referencia al número de mantenimientos realizados por hora de trabajo invertido.

Producción diaria

De acuerdo a los registros de taller de reparación y mantenimiento se elaboró un Excel con la demanda de producción inherente al servicio de mantenimiento de cambio de aceite y filtros (aceite y aire); durante el periodo de febrero, marzo y abril del 2021. Estos registros permitieron calcular cual es el promedio de mantenimientos por día y así, el cálculo de la productividad sea más realista.

Tabla N° 25

Número de mantenimientos por día de los meses de enero, febrero y marzo

REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN DEL SERVICIO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS					
ENERO		FEBRERO		MARZO	
FECHA	N° DE MANT.	FECHA	N° DE MANT.	FECHA	N° DE MANT.
1/01/2021	5	1/02/2021	5	1/03/2021	6
2/01/2021	4	2/02/2021	4	2/03/2021	4
3/01/2021	6	3/02/2021	6	3/03/2021	5
4/01/2021	6	4/02/2021	1	4/03/2021	5
5/01/2021	5	5/02/2021	5	5/03/2021	4
6/01/2021	2	6/02/2021	6	6/03/2021	5
7/01/2021	5	7/02/2021	4	7/03/2021	4
8/01/2021	4	8/02/2021	5	8/03/2021	5

9/01/2021	6	9/02/2021	5	9/03/2021	4
10/01/2021	4	10/02/2021	4	10/03/2021	6
11/01/2021	5	11/02/2021	5	11/03/2021	6
12/01/2021	6	12/02/2021	4	12/03/2021	5
13/01/2021	4	13/02/2021	5	13/03/2021	5
14/01/2021	5	14/02/2021	4	14/03/2021	4
15/01/2021	5	15/02/2021	6	15/03/2021	6
16/01/2021	1	16/02/2021	6	16/03/2021	6
17/01/2021	5	17/02/2021	5	17/03/2021	5
18/01/2021	4	18/02/2021	4	18/03/2021	4
19/01/2021	2	19/02/2021	5	19/03/2021	5
20/01/2021	5	20/02/2021	5	20/03/2021	6
21/01/2021	6	21/02/2021	6	21/03/2021	6
22/01/2021	6	22/02/2021	4	22/03/2021	4
23/01/2021	4	23/02/2021	5	23/03/2021	5
24/01/2021	5	24/02/2021	6	24/03/2021	6
25/01/2021	5	25/02/2021	6	25/03/2021	4
26/01/2021	4	26/02/2021	2	26/03/2021	5
27/01/2021	3	27/02/2021	5	27/03/2021	6
28/01/2021	5	28/02/2021	6	28/03/2021	
29/01/2021	4	-		29/03/2021	
30/01/2021	0	-		30/03/2021	
31/01/2021	4	-		31/03/2021	
PROMEDIO	4		5		5
PROMEDIO TOTAL			5		

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 26

Número de mantenimientos por día de los meses de abril, mayo y junio

REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN DEL SERVICIO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS					
ABRIL			MAYO		
FECHA	N° DE MANT.	FECHA	N° DE MANT.	FECHA	N° DE MANT.
1/04/2021	4	1/05/2021	5	1/06/2021	6
2/04/2021	5	2/05/2021	4	2/06/2021	4
3/04/2021	4	3/05/2021	6	3/06/2021	5

4/04/2021	5	4/05/2021	1	4/06/2021	5
5/04/2021	4	5/05/2021	5	5/06/2021	4
6/04/2021	6	6/05/2021	6	6/06/2021	3
7/04/2021	6	7/05/2021	6	7/06/2021	5
8/04/2021	5	8/05/2021	6	8/06/2021	4
9/04/2021	5	9/05/2021	5	9/06/2021	0
10/04/2021	4	10/05/2021	2	10/06/2021	4
11/04/2021	5	11/05/2021	5	11/06/2021	6
12/04/2021	4	12/05/2021	4	12/06/2021	6
13/04/2021	6	13/05/2021	5	13/06/2021	4
14/04/2021	6	14/05/2021	4	14/06/2021	5
15/04/2021	5	15/05/2021	5	15/06/2021	6
16/04/2021	2	16/05/2021	4	16/06/2021	4
17/04/2021	5	17/05/2021	6	17/06/2021	5
18/04/2021	4	18/05/2021	6	18/06/2021	4
19/04/2021	6	19/05/2021	5	19/06/2021	6
20/04/2021	4	20/05/2021	5	20/06/2021	6
21/04/2021	5	21/05/2021	5	21/06/2021	6
22/04/2021	6	22/05/2021	4	22/06/2021	5
23/04/2021	4	23/05/2021	5	23/06/2021	5
24/04/2021	5	24/05/2021	6	24/06/2021	1
25/04/2021	5	25/05/2021	6	25/06/2021	5
26/04/2021	6	26/05/2021	4	26/06/2021	4
27/04/2021	4	27/05/2021	5	27/06/2021	2
28/04/2021	5	28/05/2021	4	28/06/2021	6
29/04/2021	5	29/05/2021	2	29/06/2021	6
30/04/2021	4	30/05/2021	5	30/06/2021	4
		31/05/2021	6		
PROMEDIO	5		5		5
PROMEDIO			5		
TOTAL					

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: El N° promedio de mantenimientos realizados de cambio de aceite y filtros de aire y aceite en el taller automotriz en el mes de enero es de 4 por día aproximadamente, puesto que hay días en donde no se ha realizado ningún mantenimiento

o se han realizado menos de 3; el mes de febrero se han realizado 5 mantenimientos por día y el mes de marzo se han realizado 5 mantenimientos, en el mes de abril 5 mantenimientos, en el mes de mayo 5 mantenimientos y en el mes de junio 5 mantenimientos también. El promedio de mantenimientos realizados según el análisis de los datos tomados durante estos tres meses es de 5 vehículos.

Cálculo de la productividad de mano de obra

Para el cálculo de la productividad se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de trabajo empleadas}}$$

Remplazo de la fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{5 \text{ mantenimientos / día}}{16 \text{ Horas.Hombre}}$$

$$\text{Productividad} = 0.31 \text{ Mantenimientos por Hora Hombre}$$

Interpretación:

La productividad es de 0.31 Mantenimientos / Hora hombre. Para lograr el objetivo del taller, de realizar 12 mantenimientos al día la productividad deber ser de 0.75 Mantenimientos / Hora hombre o más, lo cual indica que la productividad debe incrementar y que hay una mala gestión de tiempos.

3.5 Matriz de operacionalización de variable con resultado de diagnóstico

Tabla N° 27

Resultados actuales de la Variable Independiente

DIMENSIONES	INDICADORES	ACTUALES	INTERPRETACIÓN
ESPERA	<i>Tiempo de ciclo (min)</i>	72.73 min / vehículo	El tiempo de ciclo del proceso de cambio de aceite es de 72.73 minutos por vehículo.
	<i>Tiempo de espera (min)</i>	36.98 min / vehículo	El tiempo de espera en el proceso de cambio de aceite es de 36.98 minutos por vehículo.
MOVIMIENTOS	<i>% Movimientos eficientes</i>	57 % de movimientos eficientes	En la intervención vehicular el proceso de cambio de aceite hay un 57 % de movimientos eficientes.
TRANSPORTE	<i>Distancia recorrida (metros)</i>	127 metros / vehículo	La distancia recorrida por el técnico en el proceso de cambio de aceite es de 127 metros por vehículo.
SOBREPROCESAMIENTO	<i>Tiempos de sobre procesamiento (min)</i>	4.6 minutos / vehículo	El tiempos de sobre procesamiento en proceso de cambio de aceite es de 4.6 minutos por vehículo.

Fuente: *Elaboración propia*

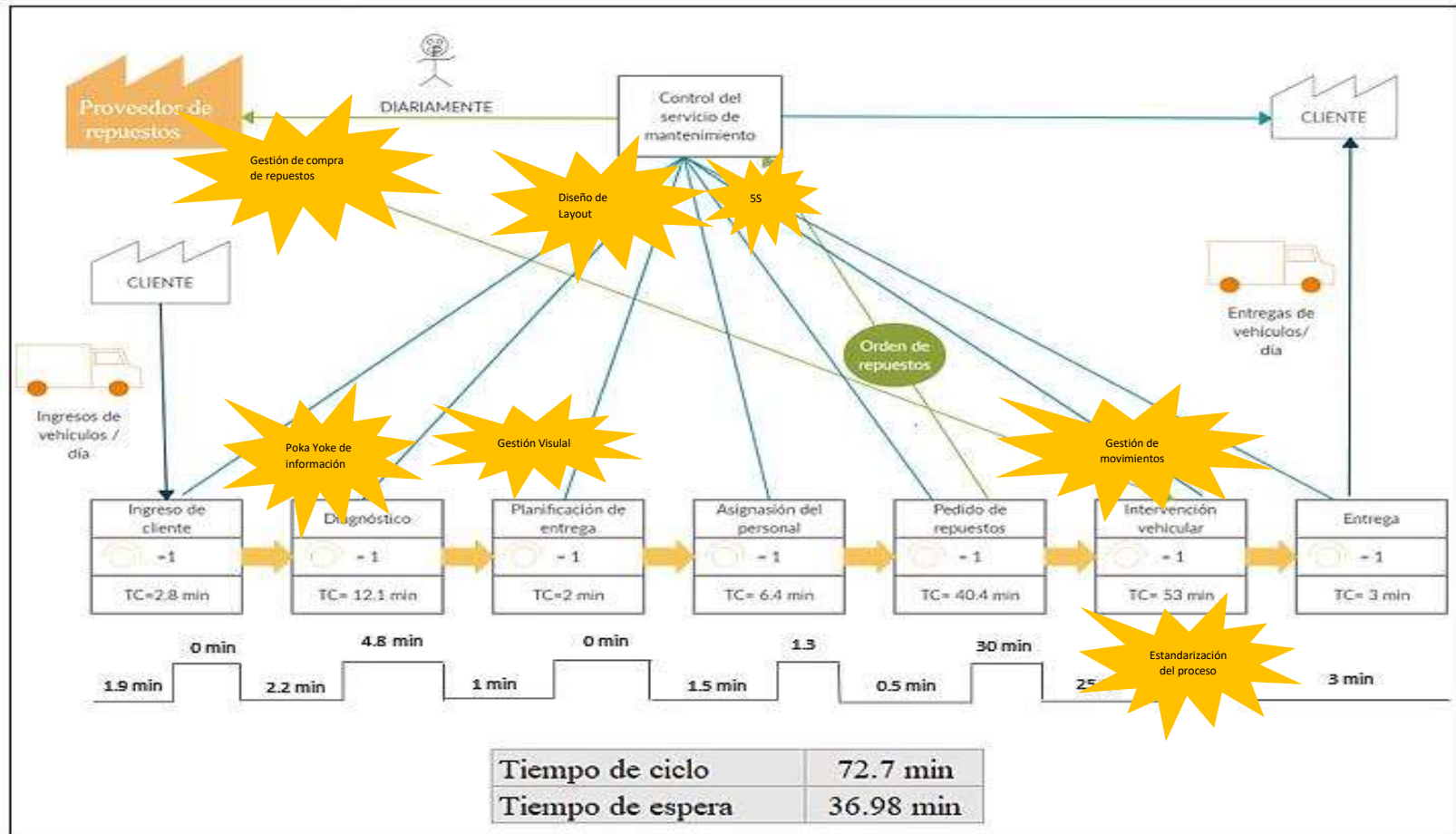
Tabla N° 28
Resultados actuales de la Variable Independiente

DIMENSIONES	INDICADORES	ACTUALES	INTERPRETACIÓN
Velocidad del proceso	<i>Min / proceso</i>	30.5 min	La velocidad del proceso estaría determinado por la intervención vehicular con 30.5 min/vehículo.
Eficiencia del proceso	<i>% de eficiencia</i>	40%	La eficiencia de producción del proceso de cambio de aceite y filtros es de 40%, esto significa que solo un 40% de los recursos que se está utilizando (tiempo), le agrega valor al proceso.
Tiempo Estándar	<i>Min / Proceso</i>	90.13 min	El tiempo estándar del proceso actual de cambio de aceite y filtros es de 90.13 min.
Capacidad de producción	<i>Número de mantenimientos / día</i>	10.6 Vehículos / día	La capacidad de producción del proceso actual es de 10.6 Vehículos/ día.
Productividad de mano de obra	<i>Número de mantenimientos/Hora Hombre</i>	0.31 Mantenimiento/ H.H	La productividad del proceso actual de cambio de aceite y filtros es de 0.31 mantenimientos/ H.H.

Fuente: *Elaboración propia*

3.6 Diseño de las mejoras de la variable independiente: Lean Service

Para tener mapeado el diseño de las mejoras usando las herramientas de la metodología Lean se usó el Value Stream Mapping actual, el cual podemos visualizar en la figura N° 24. Según el diagnóstico realizado en el taller automotriz, las causas raíz de sus principales problemas fueron las siguientes: falta de estandarización del trabajo, desorden, falta de estandarización del proceso de comunicación, distribución inadecuada del taller, y mala gestión de compra de repuestos. De acuerdo a ello las herramientas que se usará son la estandarización de repuestos, 5s, gestión de la economía de movimientos, gestión visual, poka yoke de información, diseño de layout, estandarización del proceso de comunicación y del proceso en general.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23: Diseño de las herramientas Lean Service para mejorar el proceso del servicio de Cambio de Aceite y filtros

Interpretación: El diseño de mejora basado en Lean Service que se propone, de acuerdo a la información obtenida en el diagnóstico, utilizará las herramientas como: Poka Yoke de información, Gestión Visual, 5S, Gestión de Compra de repuestos, Diseño de Layout, Gestión de movimientos y Estandarización del proceso.

3.7 Aplicación de la mejora de la variable independiente: Lean Service

3.7.1 Diseño de mejora de la dimensión Espera: Método 5S

De acuerdo al diagnóstico realizado mediante el Diagrama de pescado y el Diagrama Pareto, se llegó a la conclusión que una de las causas raíz de los retrasos en el proceso de mantenimiento inherente al servicio de cambio de aceite y filtros (aire, aceite) es el desorden, es por ello que se optó el uso de la herramienta 5S de la metodología Lean Service.

A continuación, se desarrolla una forma de aplicación de la metodología mencionada, “las 5S”. En dicha aplicación se contempla cada una de las fases “S” por separado.

Aplicación de las 5S

La aplicación de las metodologías consiste en desarrollar actividades de orden, limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, el cual es inherente al trabajo en equipo mejorando el ambiente de laboral, la seguridad del equipo técnico y sobre todo la velocidad del proceso, reduciendo tiempos de búsqueda.

La aplicación de esta metodología consta de 5 fases:

- Seleccionar
- Eliminar

- Ordenar
- Limpiar
- Estandarizar

SEIRI: Clasificar

El inicio de la implementación de la metodología 5S iniciaría con Seiri, la primera S, esta se basa en separar las cosas necesarias de las cosas innecesarias, con el objetivo de depurar las áreas de trabajo, de tal manera que solo se conserve las herramientas y equipos funcionales en el proceso de trabajo.

✓ **Propuesta de implementación**

El primer paso para la clasificación de objetos del taller, es agrupar los elementos necesarios (ver tabla N° 29) y los incensarios (ver tabla N° 30) para el desarrollo de las actividades de los técnicos. Estos últimos pueden ser tirados a la basura, guardados, reparados o vendidos, es decir son descartados.

Tabla N° 29

Equipos, herramientas y elementos necesarios

N°	Elemento	Cantidad	Clasificación
1	Mesa de trabajo	1	Necesario
2	Juego de llaves	4	Necesario
3	Juego de dados	3	Necesario
4	Pallet	1	Necesario
5	Compresora de aire	1	Necesario
6	Pluma hidráulica	1	Necesario
7	Llave inglesa	1	Necesario
8	Llave stillson	1	Necesario
9	Alicates	4	Necesario
10	juego de desarmadores	2	Necesario

11	Bicicleta	1	Necesario
12	Botes con aceite	2	Necesario
13	Baldes de grasa	1	Necesario
14	Cajas de herramientas	14	Necesario
15	Estante de herramientas	2	Necesario
16	Escalera	1	Necesario
17	Serrucho	1	Necesario
18	Portaherramientas	1	Necesario

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 30

Equipos, herramientas y elementos NECESARIOS

N°	Elemento	Cantidad	Clasificación
1	Bolsas	4	Innecesario
2	Baldes de aceite	4	Innecesario
3	Llantas viejas	3	Innecesario
4	Cables viejos	3	Innecesario
5	Maderas	5	Innecesario
6	Piezas usadas	20	Innecesario
7	Cartones	2	Innecesario
8	Envases de grasa	4	Innecesario
9	Fierros	10	Innecesario
10	Cajas	2	Innecesario

Fuente: *Elaboración propia*

Luego de clasificar los elementos innecesarios e innecesarios, se debe usar la siguiente tarjeta roja para para visualizar y planear el destino de descarte de cada uno de los elementos innecesarios.

Ítem (Marcar)	1. Material productivo 7. Otros 2. Maquina o equipo 3. Herramienta
Nombre de objeto	
Cantidad	
Causa (Marcar)	1. No necesario 4. Otros 2. Uso no inmediato 3. En exceso
Sección que aplicó	
Destino del objeto	1. Descarte 3. Otra área 2. Devolución 5. Otros
Fecha que se concluyó acción	

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 24: Tarjeta roja para clasificar

Luego de colocar las tarjetas se procede a realizar el método de eliminación y descarte de los elementos. Lo cual permitió que el área del taller tenga mucho más espacio que el disponible al iniciar la implantación del método.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 25: *Descarte de los elementos incensarios*

Por ultimo como responsabilidad ambiental de las diferentes empresas, para la eliminación de elementos que no fueron, vendidos, reparados o entregados, se deben clasificar para ser entregadas al personal de limpieza público.

SEITON: Orden y organización

La segunda S permite establecer un ambiente ordenado dentro del taller automotriz, mejora el aspecto físico del área de trabajo y, agiliza los procesos permitiendo encontrar cualquier elemento que se necesite, porque los técnicos saben específicamente donde buscar las herramientas u equipos que requieran.

✓ **Propuesta de implantación**

La primera S, Seiri, se procede a la siguiente, organizar. Esta etapa también es importante porque permite ordenar las herramientas, insumos y equipos que son necesarios para el desarrollo del trabajo del personal técnico. Tomando en cuenta la frecuencia de uso de dichos elementos, para evitar demoras en la búsqueda de herramientas.

Para cumplir con el objetivo propuesto de la segunda S, de manera elocuente. En primer lugar, se debe capacitar al personal para otorgarles prácticas de orden en su trabajo. En segundo lugar, se debe realizar seguimientos para que estas prácticas se conviertan en una cultura de trabajo dentro del taller.

Para continuar con el plan de trabajo de organizar, se debe tomar en cuenta como ya se mencionó la frecuencia de uso, es por ello al momento de realizar

la ubicación o reubicación de los elementos de tomó en cuanta la siguiente tabla.

Tabla N° 31

Criterios de organización

FRECUENCIA DE USO	UBICACIÓN
Continuo	Junto al área de trabajo del técnico
Varias veces al día	Cerca al área de trabajo del técnico
Varias veces por semana	Almacén
Algunas veces al mes	Almacén
Algunas veces al año	Rediseñar un espacio del almacén para estos elementos

Fuente: (Pérez, 2018)

De acuerdo a este formato se realizó la organización de los elementos, cabe resaltar que todo el personal de trabajo contribuyó para ello, y ayudó a la ubicación correspondiente de los elementos en la cantidad necesaria. Para dicho proceso se usó el siguiente formato.

IMPLEMENTACIÓN DEL ORDEN (2S)		
Nombre del elemneto que necesito en mi puesto de trabajo	¿Dónde lo voy a ubicar?(teniendo en cuenta que tanto lo uso	¿Cuántas unidades necesito aquí en mi puesto ?

Fuente: Galería de imágenes propia

Figura N° 26: *Formato de implementación de orden*

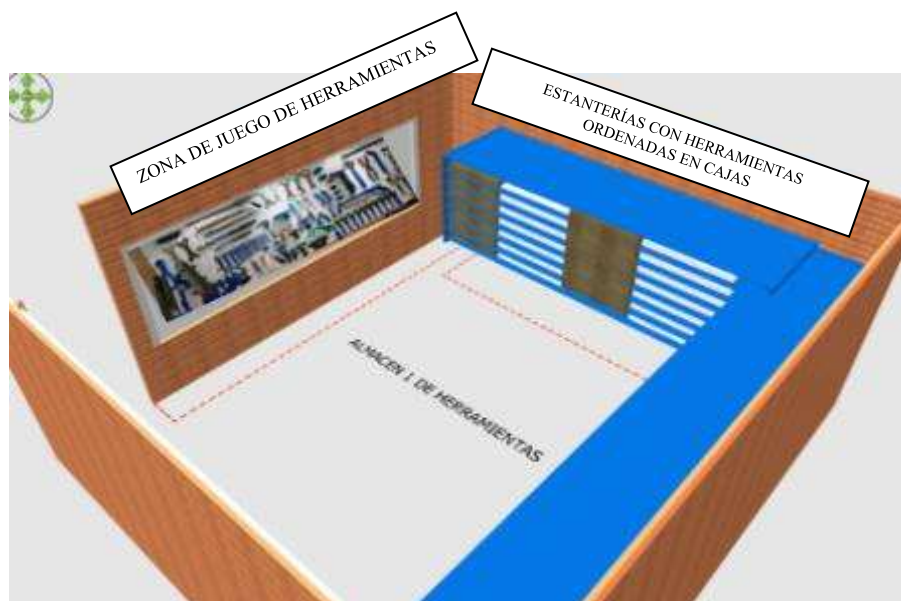
Al reordenar las herramientas necesarias, quedó todo perfectamente organizado (ver figura N° 32) contribuyendo a la reducción de tiempos de búsqueda de herramientas y por lo tanto al desperdicio de espera. Puesto que, al ordenar los elementos se liberó espacio, se incrementó la seguridad (tropezó por piezas en suelo), se facilitó la limpieza y lo más importante se propició acceso rápido a elementos necesarios.



Fuente: *Galería de imágenes propia*

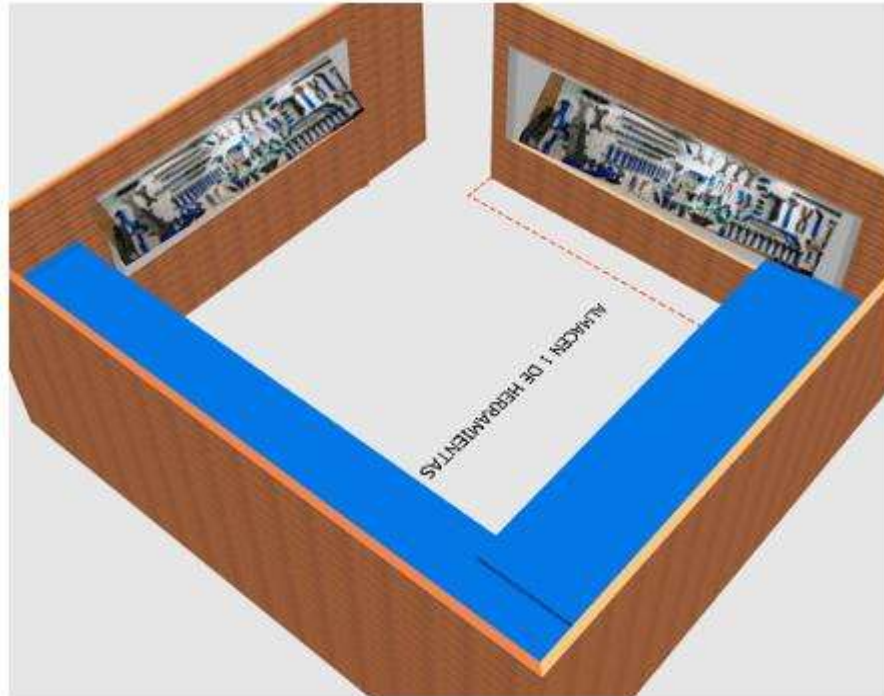
Figura N° 27: *Herramientas organizadas*

Se realizó también una imagen 3D, para tener una representación visual del resultado final de la organización en el almacén 1 de herramientas.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 28: *Imagen 3D de almacén de herramienta*



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 29: *Vista 3d de la ubicación de juegos de herramientas*



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 30: *Vista 3D de la ubicación de herramientas en estantería*

Finalmente es importante aclarar que al ordenar todas las herramientas, insumos y equipos se debe considerar el volumen asignado de elementos para cada zona, en la que se los ubique, y si hay más elementos de la cantidad adecuada deben ser derivados a otra área. Los cuales regresarán a su ubicación original cuando los procesos los soliciten.

SEISO: Limpiar e inspeccionar

La tercera S (Seiso), está enfocada en realizar la limpieza general del área de trabajo, pero también es inherente a la inspección, porque trata de revisar cómo se encuentra toda el área, con el fin de evitar dañar los equipos, manteniéndolos en excelente estado, evitando problemas en el desarrollo de los servicios de mantenimiento, y en general mejorar el bienestar físico y mental del trabajador

✓ Propuesta de implantación

Para la implantación de la tercera S, tiene por objetivo tener espacios limpios y agradables para trabajar, también marcará un antes y después en la implementación de las 5S.

Se implementó medidas y prácticas de limpieza a las herramientas, al final de la jornada antes de ubicarlas al almacén. En el caso de la superficie del taller, se recomendó limpiar dos veces durante las 8 horas de trabajo, una vez a mitad del trabajo y la otra al final.

Ante esto, se llevó a cabo la capacitación pertinente al personal técnico del taller, referente a las 5S, con el objetivo de transmitirles compromiso en la implementación de la metodología 5S y también para mantener los cambios.

El tema central de esta capacitación, fue explicar el siguiente paso en la implementación: los temas de la limpieza.

Para que la limpieza se cumpla todos los días se realizó un cronograma de actividades de limpieza en el taller de reparación y mantenimiento.

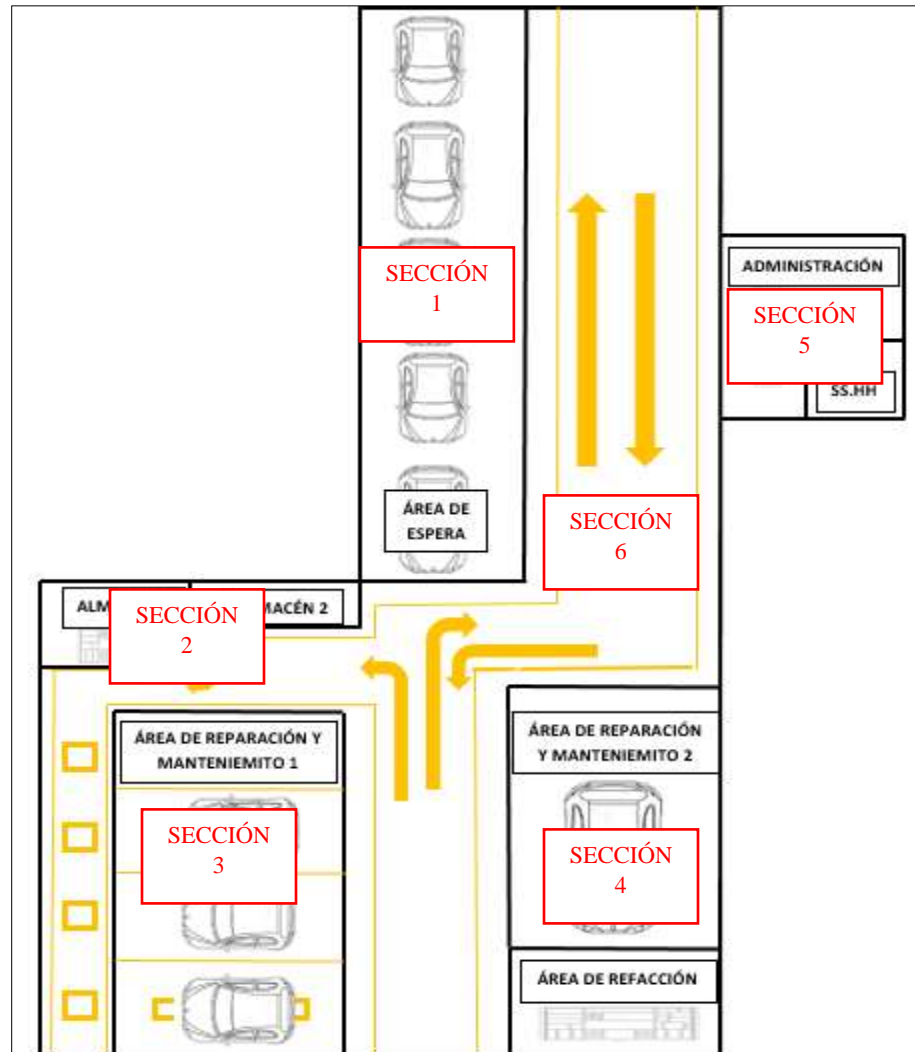
Por otro lado, se dispuso el siguiente cronograma de actividades de limpieza en el taller automotriz.

CRONOGRAMA DIARIO DE LIMPIEZA DEL TALLER DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ					
Supervisado por: Jefe del taller					
Encargado	Sección	Horario	Funciones	Cumplió	
				SI	NO
Técnico 1	1	12.00 pm- 12.10 pm	Barrer, limpiar herramientas y equipos de trabajo		
Técnico 2	2	12.00 pm- 12.10 pm	Barrer, limpiar herramientas y equipos de trabajo		
Técnico 3	3	12.00 pm- 12.10 pm	Barrer, limpiar herramientas y equipos de trabajo		
Técnico 4	4	12.00 pm- 12.10 pm	Barrer, limpiar herramientas y equipos de trabajo		
Técnico 5	5	12.00 pm- 12.10 pm	Barrer, limpiar herramientas y equipos de trabajo		
Técnico 6	6	12.00 pm- 12.10 pm	Barrer, limpiar herramientas y equipos de trabajo		

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 31: *Cronograma de actividades*

Para que quede todo especificado se ubicó las secciones de limpieza en el plano mejorado del taller.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 32: *División de los sectores del taller para realizar la limpieza*

Finalmente, para dar el seguimiento adecuado de las actividades del trabajo de limpieza de los trabajadores deben usar el siguiente formato:

FORMATO DE INSPECCIÓN, ORDEN Y ASEO					
Área a inspeccionar:			N° de trabajadores:		
Inspector:					
Fecha de inspección:			Fecha:		
ASPECTOS A INSPECCIONAR			SI	NO	OBSERVACIONES
N°	Características				
1	La herramientas están bien ubicadas y ordenadas				
2	Las estanterías del almacén 1 están ordenadas				
3	Se tiene una dinámica de reciclaje				
4	Los botes de basura son adecuados				
5	Los pisos están limpios, secos y sin desperdicios				
6	Los pisos están libres de obstáculos				
7	Los baños están debidamente limpios y abastecidos				
8	Las herramientas y equipos están debidamente libres de residuos				
9	El sistema de ventilación e iluminación es eficiente				
10	Los residuos de grasa y aceite están debidamente ubicados				
11	Las normas de seguridad en el lugar se están aplicando				

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 33: *Formato de inspección, orden y aseo.*

SEIKETSU: Estandarización

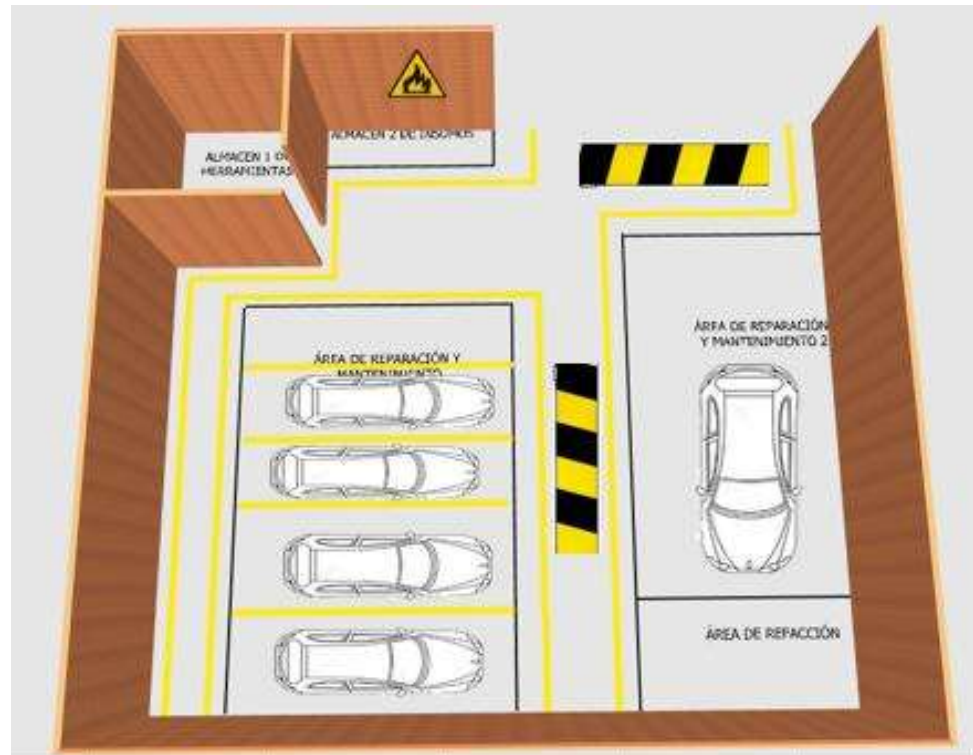
La cuarta S, estandarización, tiene por objetivo crear una cultura de trabajo, de tal manera que se conserve el mejoramiento realizado y aprobado con anterioridad, con esto se equilibran todas las etapas y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

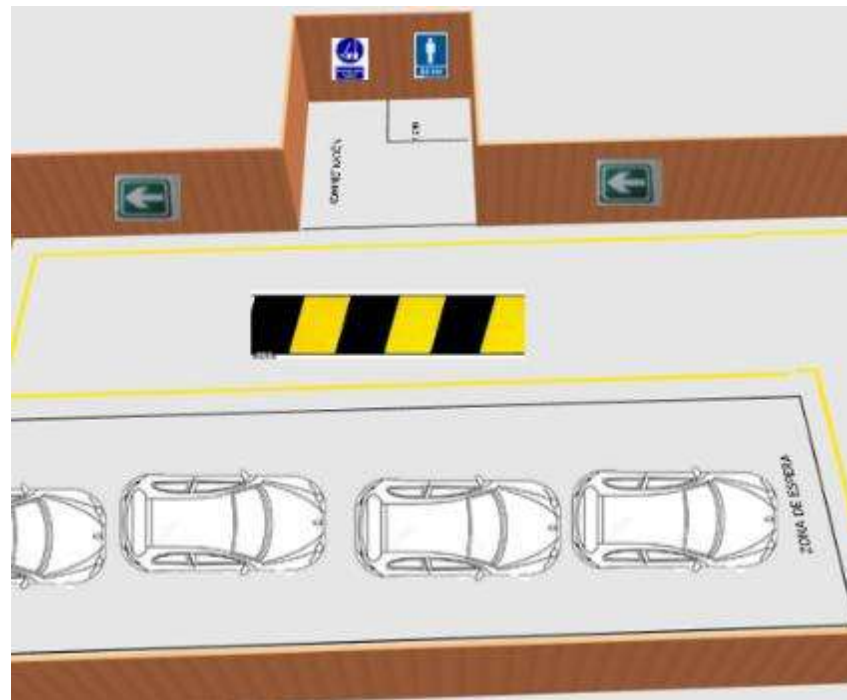
✓ Propuesta de implementación

Para tener una limpieza estandarizada se debe mantener consistentemente la organización, el orden y la limpieza. Puesto que es fácil implementar las primeras

S y realizar algunas mejoras, pero si no se trabaja continuamente para mantenerlas, la situación |regresará a como se encontraba en un principio. Para ello se diseñó sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad de las primeras 3S.

Lo primero que se realizó es presentar propuestas de señalización al jefe del taller en el plano de distribución mejorada del taller, para que se lleve a cabo todas las actividades de limpieza y orden sin ninguna equivocación, así como sin ningún accidente de trabajo.





Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 34: *Vista 3d de la señalización del área*

Finalmente, para la señalización de todo el taller se necesita los siguientes letreros.

Tabla N° 32

Cantidad de letreros para la señalización

Tipo de señalización	Cantidad	Imagen
Letrero de mantener la limpieza	3	
Letrero de productos inflamables	1	
Letreros de salida	2	
Letrero de baños	1	

Fuente: *Elaboración propia*

SHITSUKE: Autodisciplina

La autodisciplina permitiría crear las condiciones que fomenten el compromiso de los miembros de la organización para formar un hábito con las actividades relacionadas con las 5S, ya que es una de las fases más importantes de la implementación de las 5S's.

Debido a que lo que no se mantiene con el tiempo se pierde, y los problemas solucionados volverán a surgir.

La aplicación del shitsuke busca que los trabajadores respeten las normas y regulaciones con respecto al funcionamiento de la empresa, reflexionen sobre el grado de aplicación y mantengan la disciplina y la autodisciplina en el desarrollo de las actividades para cumplir con la implantación de las 5S.

✓ **Propuesta de implantación**

En primera instancia se estableció normas dentro del taller para que los empleados mejoren su autodisciplina y tengan reglamentos de los que guiarse para la mejor implantación de la metodología. Es por ello que se estableció junto con el jefe de taller y técnicos, las siguientes normas.

REGLAMENTO DEL TALLER DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	
N°	Descripción
1	Es obligación del PERSONAL TÉCNICO limpiar su área asignada dentro del taller.
2	Es obligación del PERSONAL TÉCNICO mantener el orden de las herramientas, insumos y equipos dentro del taller.
3	Es obligación del PERSONAL TÉCNICO renovar la clasificación de herramientas, insumos y equipos necesarios, todas las veces que sea necesario.
4	Es obligación del PERSONAL TÉCNICO asistir a las capacitaciones establecidas.
5	Es obligación del PERSONAL TÉCNICO participar activamente en las auditorías establecidas.
6	Es obligación del PERSONAL TÉCNICO guiarse de las señalizaciones del taller para el desarrollo de sus actividades.

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 35: Reglamentos del personal técnico.

Para lograr disciplina en los cumplimientos de las 4 primeras S, se procedió también a realizar la planificación de las capacitaciones, desde el mes de enero del presente año hasta el mes de diciembre del próximo año, a todo el personal técnico; cabe resaltar que se va realizar una capacitación de una 3 hora cada tres meses. Debido a que cultivar hábitos de prácticas nuevas no se da de un día para el otro, el técnico tiene que tener un adiestramiento por un tiempo determinado o de manera continua, para que obtenga mejores resultados. Puesto que las implementaciones de la filosofía Lean se basa en realizar mejoras que puedan sostenerse en el tiempo. Los temas de las capacitaciones trimestrales a tratar serán enfocados en la mejora continua

PROGRAMA DE CAPACITACIONES SOBRE LA METODOLOGÍA 5S																			
Nº	Tema	Duración	Instructor	Recursos	Dirigido a	Mes													
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	5S	2 h	Capacitador con experiencia	Sala de reunión, diapositivas, exámenes, lapiceros	Personal técnico	■													
2	Mejora Continua	1 h					■												
3	Mejora Continua	1 h									■								
4	Mejora Continua	1 h														■			

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 36: *Planificación de las capacitaciones al personal de trabajo*

Los temas que se tratarán en las capacitaciones trimestrales, se basarán en mejorar las capacidades del personal técnico para llevar a cabo las actividades de las 5S, y estar en contante mejora continua.

Por otro lado, la primera capacitación es referente a la implementación de las 5S, se capacitó a los trabajadores en 7 temas, los cuales se presentan en la tabla N° 27.

Esta lista de capacitaciones se realizó con el objetivo de realizar un trabajo completo en el desarrollo de disciplina en los trabajadores y también de sus conocimientos.

Tabla N° 33

Temas a tratar en las capacitaciones

TEMAS DE CAPACITACIONES	
1	Organización de comités 5S
2	Planificación de actividades 5S
3	Selección de elementos necesarios
4	Importancia de la limpieza del área de trabajo
5	Importancia de la señalización de áreas
6	Organización del día de la gran limpieza
7	Importancia de la designación de áreas de trabajo

Fuente: *Elaboración propia*

Finalmente se realizarán auditorías trimestrales para controlar que todo el trabajo realizado en las 5 fases de las 5S se mantenga en el tiempo. El encargado de realizar este control será el jefe del taller. Los resultados del formato de evaluación 5S (ver figura N° 34) servirá como guía para escoger los temas a tratar en las capacitaciones trimestrales de mejora continua, de tal manera que se enmienden los errores cometidos.

5S después de la mejora

Luego de realizar mejoras sucesivas en las 5s, se presentan los resultados de la evaluación de taller enfocada en los criterios de la metodología 5S después de la mejora, para evaluar los cambios efectuados en el taller de reparación y mantenimiento.

Tabla N° 34

Formato de evaluación 5S en el supuesto de la implementación

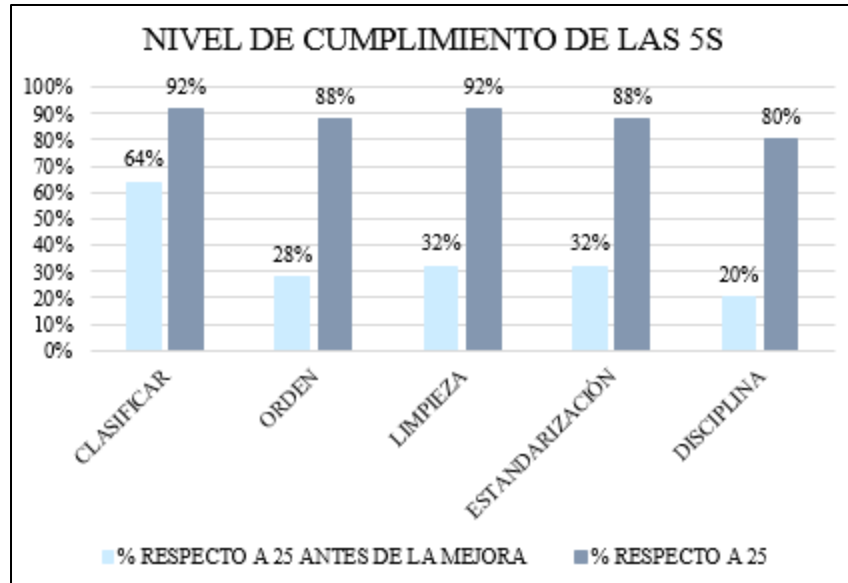
FORMATO DE EVALUACIÓN 5S DESPUÉS DEL DISEÑO DE MEJORA							
Evaluador: Sharonng Vásquez Tello				Área estudiada: Área de reparación y mantenimiento			
Criterios de evaluación							
0 = Muy mal excelente	1 = Mal	2 = Regular	3 = Bueno	4 = Muy bueno	5 =		
0 =5 o más problemas	1= 4 problemas	2= 3 problemas	3= 2 problemas	4= 1 problema	5= 0 problemas		
SEIRI - Clasificar: "Mantener solo lo necesario"							
PUNTOS DE REVISIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	0	1	2	3	4	5
Materiales y/o piezas	Se almacenan materiales y/o piezas innecesarios						X
Máquinas y/o equipos	Hay máquinas y/o equipos que no estén utilizando						X
Herramientas	Todas las herramientas se usan regularmente					X	
Criterios de clasificación	Existen criterios para determinar que es necesario y lo que no lo es.						X
Tratamientos de elementos	Existen criterios claros para tratar los elementos necesarios e innecesarios					X	
PUNTAJE DE CLASIFICACIÓN					23		
SEITON - Organizar: "Un lugar para cada cosa"							
Indicadores de localización	Cada área está marcada con indicadores de lugar						X
Indicadores de componentes	Los componentes están claramente etiquetados					X	
Indicadores de cantidad	Existen indicadores de stock máximo y mínimo					X	
Lineas de división	Las áreas de paso, operación y trabajo se encuentran marcadas					X	
Herramientas	Las herramientas poseen un lugar claramente específico						X
PUNTAJE DE ORDEN					22		
SEISO - Limpieza: "Un área de trabajo impecable"							
Pisos	Los pisos están libre de basura, agua, aceite, etc.						X

Máquinas y/o equipos	Las máquinas y/o equipos se encuentran limpias/libre de aceite	X
Limpieza e inspección	Se realiza inspección de equipos junto con mantenimiento	X
Responsabilidades de limpieza	Se usa un sistema de rotación para limpieza	X
Limpieza habitual	Limpiar es una actividad habitual	X
PUNTAJE DE LIMPIEZA		23
SEISUKI - Estandarizar: "Todo siempre igual"		
Asignación de tareas 3'S	Se realizan claras asignaciones de tareas de clasificación, orden y limpieza	X
Procedimientos	Se tiene establecido procedimientos de trabajo claros y actuales	X
Control visual	Es fácil distinguir una situación normal de una anormal	X
Plan de mejoramiento	Se planean acciones de mejoramiento sobre las fuentes de suciedad	X
Mantenimiento de las 3's	Existe un sistema para mantener la clasificación, orden y limpieza	X
PUNTAJE DE ESTANDARIZACIÓN		22
SHITSUKE - Autodisciplina: "Seguir las reglas"		
Condiciones 5S's	Las herramientas, equipos y/o materiales son devueltos inmediatamente a su respectivo lugar de trabajo	X
Evaluaciones	Los ambientes son evaluados periódicamente	X
Corrección de anomalías	Se toman acciones inmediatas cuando se encuentran condiciones normales	X
Procedimientos	Todos los procedimientos de trabajo son conocidos y respaldados	X
Reglas y reglamentos	Todos los reglamentos son cumplidos estrictamente	X
PUNTAJE DE AUTODISCIPLINA		20
PUNTAJE MÁXIMO =		
125	PUNTAJE TOTAL OBTENIDO	110

Fuente: *Elaboración propia*

Después de las mejoras realizadas se puede observar en la tabla resumen, que el nivel de avance de la metodología 5S pasó de un 44% a un 71%, es decir el nivel de cumplimiento de cada uno de las 5S también incrementó.

Para visualizar el nivel de cumplimiento de las 5S antes y después de la mejora se realizó el siguiente gráfico.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 37: *Planificación de las capacitaciones al personal de trabajo*

Interpretación: Como se puede observar en la figura N° 47, se puede observar que los valores de cumplimiento de las 5S son relativamente altos en comparación a los primeros, puesto el porcentaje de cumplimiento de la primera S se incrementó a 92% de cumplimiento, la segunda a 88% de cumplimiento, la tercera a 92% de cumplimiento, la cuarta a 88% de cumplimiento y la última a 80% de cumplimiento. Por lo tanto, las esperas causadas por el desorden en el taller disminuirán.

3.7.2 Diseño de mejora de la dimensión Espera: Gestión de compra de repuestos

Otro de las causas raíz que provoca demoras en el proceso de mantenimiento es la ausencia de gestión de repuestos. Desde la perspectiva de que la metodología Lean es la forma más eficiente de realizar actividades sin desperdicio por la implementación de los mejores métodos de trabajo, dentro del taller automotriz la compra de repuestos impacta

de manera negativa a la velocidad del proceso de mantenimiento debido a que no se ha establecido un método para la compra de estos elementos de tal manera que los costes de inventario sean lo más bajos posibles y sobre todo se anuló el tiempo de compra individual de repuestos.

Para ello se usó el modelo EOQ, con el objetivo de calcular la cantidad adecuada de pedidos y el número de repuestos por pedido. Debido a que la obtención de repuestos en el proceso de cambio de aceite representa el cuello de botella, generando desperdicios de espera.

Desarrollo del EOQ

Este es un modelo de cantidad fija el cual permitió determinar mediante la igualdad cuantitativa de los costos de ordenar y los costos de mantenimiento el menor costo total posible (este es un ejercicio de optimización matemática).

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{H}}$$

Donde:

D: Demanda anual

S: Costo de hacer un pedido

H: Costo anual de mantenimiento

Los vehículos más frecuentes a los que se realiza el servicio de cambio de aceite son las combis de marca Toyota, ya que el taller tiene convenios de trabajos con empresas de transporte urbano con Transporte esperanza tur, Turismo del valle y empresa Transporte

el abuelo y otros clientes independientes. En base a ello se va a elaborar el lote económico de compra de filtro de aire y filtro de aceite para este tipo de vehículos.

- ✓ La demanda de cambio de aceite a los vehículos de estas empresas de transportes, combis, es un aproximado de 30 vehículos semanales.
- ✓ El taller trabaja 24 días al mes.
- ✓ El costo de hacer un pedido equivales a 0.15 Horas Hombre. Considerando que una hora hombre vale 7.5 soles. El costo de ordenar es igual a 1.13 soles
- ✓ El Costo de mantenimiento mensual es de 98.49 soles (Ver anexo1). Por mes se necesita 120 unidades de repuestos según la demanda. El costo de mantenimiento anual sería de 1181.8. Por año se necesita 1440 repuestos según la demanda. Entonces el costo de mantenimiento anual por unidad sería 0.82 soles por año.

Cálculo de la cantidad económica de pedidos

Remplazamos en la fórmula para calcular la cantidad de pedidos de filtros de aire y filtros de aceite. (Rodríguez S. , 2018)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

D= 1440 vehículos /año

S=1.13 soles

H= 0.82 soles (ver anexo 1)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 1440 * 1.13}{0.82}}$$

$$EOQ = 62.99$$

$$EOQ=63$$

La cantidad económica de pedidos será de 64 unidades

Cálculo de número de pedidos por año

Remplazamos la fórmula para calcular el número de pedidos al año. (Rodríguez S. , 2018)

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$N = \frac{1440}{64}$$

$$N^{\circ} P = 22.5 \text{ pedidos al año}$$

$$N^{\circ} P = 23$$

Cálculo de tiempo esperado entre órdenes

Remplazamos la fórmula para calcular el número de pedidos al año. (Rodríguez S. , 2018)

$$T = \frac{\text{Número de días hábiles por año}}{N}$$

$$T = \frac{312}{23}$$

$$T = 13.8 \text{ pedidos al año}$$

$$T = 14$$

El tiempo de pedidos de filtros de aire y aceite se realizarán cada 14 días en lotes de 64 unidades.

3.7.3 Diseño de mejora de la dimensión Movimientos: Gestión y optimización de movimientos

La metodología Lean Service busca la eliminación de desperdicios y la mejora continua con una cantidad mínima de recursos. En base a ello, se usó el principio de la economía de movimientos para reducir los movimientos innecesarios dentro del proceso de mantenimiento seleccionado, el servicio de cambio de aceite y filtros.

Los movimientos innecesarios dentro de la intervención vehicular en el servicio de cambio de aceite y filtros (aire, aceite) disminuyen considerablemente la eficiencia de producción y por ende la competitividad del taller. Con el objetivo de reducir el desperdicio de movimientos, se realizó mejoras basadas en las 3 reglas de la economía de movimientos. Estas reglas son el modelo de máquinas y equipos, distribución del lugar de trabajo y utilización del cuerpo. A continuación, se propone mejoras para cumplir con el objetivo de cada uno ellos. El cual es reducir movimientos que no le aportan valor cliente (movimientos ineficientes). (Obregón, 2018)

Modelo de máquinas y herramientas

- ✓ *Carrito de herramientas e insumos*

Mediante el análisis del Diagrama de Análisis de Operaciones se pudo observar que, en el área de Mantenimiento y Reparación, en el proceso de cambio de aceite y filtros, el operario se traslada en repetidas ocasiones para reunir todas las herramientas e insumos. Estos movimientos son inherentes a actividades que no le atribuyen mayor valor al proceso. Además, se observó que los operarios pierden tiempo en ubicar sus herramientas constantemente. Es por ello que se recomienda comprar o mandar a construir un carrito de herramientas e insumos. Este servirá como un organizador de herramientas que contribuya a mejorar el trabajo del mecánico.

✓ **Diseño del carrito de herramientas e insumos**

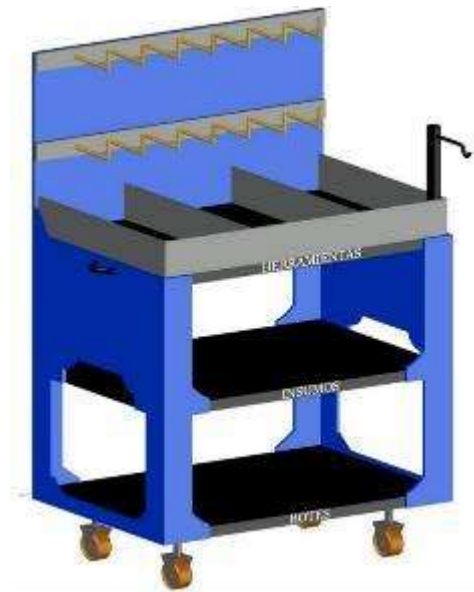
La propuesta se alienó de acuerdo a la capacidad adquisitiva del taller de reparación y mantenimiento, en este caso se diseñó un carrito simple pero funcional. El cual puede ser fabricado en un taller de metalmecánica en la ciudad de Cajamarca.

Tabla N° 35

Características técnicas del carrito de herramientas e insumos

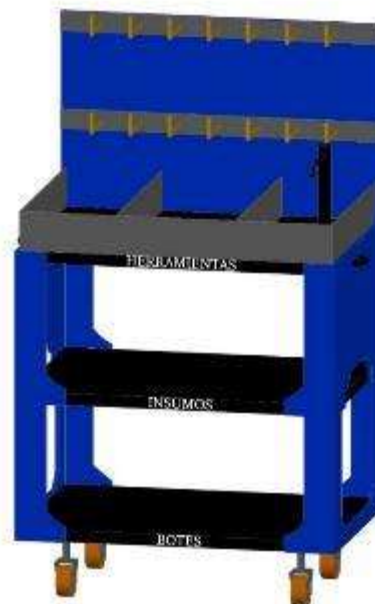
ESPEACIFICACIONES TÉCNICAS	
Medidas de las plataformas	55 cm x 80 cm
Altura	1.40 cm
Niveles	3
Peso	10 kilogramos
Medidas de los compartimentos	20 cm x 55cm
Precio	150 soles

Fuente: *Elaboración propia*



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 38: *Vista frontal del carrito de herramientas e insumos*



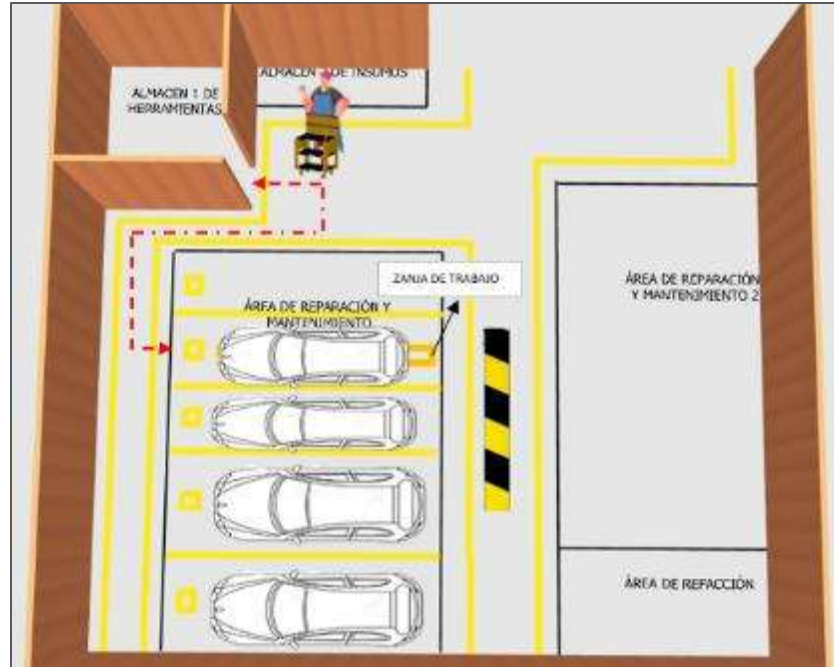
Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 39: *Vista de los costados del carrito de herramientas e insumos*

✓ **Distribución del lugar de trabajo**

Con el plano de distribución mejorada, se elaboró una simulación 3D para visualizar el recorrido del técnico en el proceso de cambio de aceite, con las mejoras de distribución establecidas. Como se puede observar en la figura N° 43 el técnico realiza un solo recorrido con su carrito de herramientas, el cual le ayudará a reunir todas las herramientas, materiales e insumos que necesita para el cambio de aceite. Dentro del área de reparación y mantenimiento el cual está dividida en 5 playas de estacionamiento, hay un área marcada para la ubicación del carrito de herramientas, al momento de realizar el trabajo correspondiente. A parte de ello, se ubicó la zanja de trabajo en la segunda playa de estacionamiento, de tal manera que la distancia de recorrido para la obtención de herramientas se reduzca mucho más. Esto se dispuso de esta manera, porque el servicio que más realiza el taller automotriz es el de cambio de aceite.

La señalización de las áreas va a permitir que el trabajador tenga el hábito de realizar el mismo recorrido, sin ninguna equivocación, y ubique sus herramientas en el lugar asignado.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 40 *Distribución 3D del área de trabajo del técnico para realizar el servicio de cambio de aceite.*

En la imagen N° 42 se puede observar que también se realizó la señalización del lugar en donde van a ubicarse las herramientas durante el proceso de trabajo en la zanja.



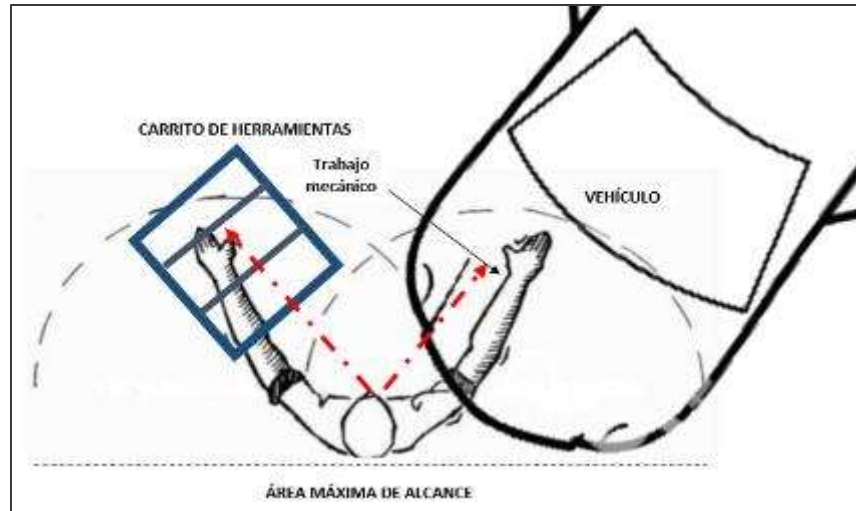
Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 41: *Diseño 3D de las zonas de ubicación de herramientas en la zanja de trabajo*

✓ **Utilización del cuerpo humano.**

El tercer principio de la economía de movimientos busca que el uso del cuerpo humano en el proceso de trabajo utilice ambas manos, estas deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo. Luego de adaptar maquinaria y espacio. Con el objetivo de que los movimientos del técnico se realicen de manera adecuada, se va mostrar la mejoras en los movimientos de los técnicos en la realización de sus actividades con la ayuda de gráficos que muestran las posiciones de las manos durante el proceso.

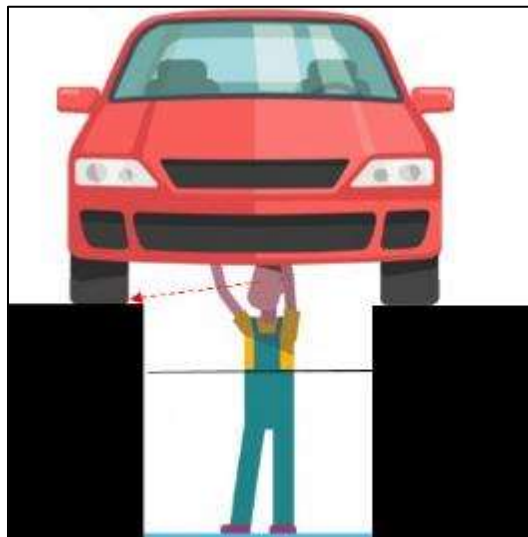
La siguiente imagen se muestra el plano de trabajo del operario:



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 42: *Posición del operario en cambio de aceite*

En la figura N° 44 se visualiza que las herramientas están al alcance del operario, y no tiene la necesidad de recoger las herramientas de la superficie de la zanja.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 43: *Posición del operario en cambio de aceite*

3.7.4 Diseño de mejora de la dimensión Movimientos Innecesarios: Estandarización del proceso de Mantenimiento

La estandarización de las actividades del proceso de mantenimiento seleccionado sirvió para conservar el orden y la consistencia en los movimientos realizados. A parte de ello, contribuyó a refrescar la memoria de los trabajadores al realizar el procedimiento, evitando generar tiempos muertos y desperdicios.

Para la estandarización del trabajo dentro del proceso de cambio de aceite y filtros, se aplicó con anticipación otras técnicas de la filosofía Lean para mejorar el ambiente del área del taller, para mejorar el flujo de información, y flujo de materiales e insumos. Con todas las mejoras puestas en marcha, se realizó el rediseño de la secuencia de actividades con el objetivo de reducir tiempos de sobre procesamiento y otro tipo de desperdicios de tiempo.

Servicio de Mantenimiento
<p>I. OBJETIVO</p> <p>El presente documento establece los pasos a seguir para efectuar las actividades de manera eficiente y precisa.</p> <p>II. ALCANCE</p> <p>Se aplica al Área de mantenimiento mecánico en el proceso de Cambio de aceite.</p> <p>III. DOCUMENTOS A CONSULTAR</p> <p>Manual de Taller Órdenes de trabajo</p> <p>IV. RESPONSABILIDADES</p> <p>Jefe de Taller: Es el encargado de dar el seguimiento respectivo, velar por el estricto cumplimiento de lo dispuesto y realiza las actividades de recepción.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se encarga del diagnóstico ✓ Se encarga de la planificación de entrega ✓ Se encarga de la asignación de personal <p>Técnico: Es el encargado de ejecutar las diferentes actividades de acuerdo con el procedimiento establecido.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se encarga del pedido de repuestos ✓ Se encarga de la intervención vehicular ✓ Se encarga de la entrega <p>V. RECUERSOS</p>

- ✓ Ordenes de trabajo
- ✓ Repuestos
- ✓ Herramientas
- ✓ Equipos

VI. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Diagnóstico

- ✓ Luego de que el cliente rellene la hoja de datos iniciales en recepción, el cliente es atendido por el jefe de taller o por su suplente, el técnico encargado de diagnóstico.
- ✓ Evalúa el vehículo y completa la hoja de diagnóstico con la información obtenida en la ficha de datos iniciales.
- ✓ Identifica su requerimiento de repuestos.

Planificación de entrega

- ✓ El encargado de autodiagnóstico establece las fechas de entrega de acuerdo a las necesidades del cliente y a la disponibilidad de sus equipos de trabajo, con ayuda de la pizarra de gestión visual.

Asignación del personal

- ✓ El encargado del diagnóstico asigna al personal con la ayuda de la información en la pizarra de Gestión visual.

Intervención vehicular

- ✓ Transporte del vehículo al área de trabajo
- ✓ Traslado al almacén de herramientas e insumos con el carrito de insumos y herramientas(ida)
- ✓ Sacar el aceite del depósito central a uno más pequeño
- ✓ Traslado del almacén de herramientas e insumos a la zona de trabajo con el carrito de insumos de herramientas y equipos
- ✓ Ubicación del carrito de herramientas en la zona marcada
- ✓ Retirar tapa superior del aceite del motor
- ✓ Reubicar las herramientas y el depósito de aceite quemado en las zonas marcadas de la zanja
- ✓ Transporte al interior de la zanja
- ✓ Colocar el depósito para aceite quemado dentro de la zanja
- ✓ Retirar tapa del cárter
- ✓ Dejar drenar el aceite quemado del motor
- ✓ Cambio del filtro de aceite
- ✓ Ajustar tapa de cárter
- ✓ Reubicar el deposito con el aceite quemado en la zona marcada de a zanja
- ✓ Cambio de aceite
- ✓ Colocar y ajustar la tapa superior del motor
- ✓ Medir nivel de aceite
- ✓ Cambio de filtro
- ✓ Inspección del cambio de filtro
- ✓ Recoger las herramientas y deposito con el aceite quemado al carrito de herramientas
- ✓ Reubicar las herramientas y materiales a su lugar establecidos
- ✓ Transporte de regreso a la zona de trabajo
- ✓ Prueba del vehículo
- ✓ Retirar el vehículo de la zanja

Entrega

- ✓ El cliente paga el servicio

✓ El cliente retira su vehículo del taller	
Elaborado por: Sharonng Vásquez Tello	Revisado por: Grupo de trabajo
Autorizado por: Jefe del taller	

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 44: *Procedimiento propuesto para el afinamiento del motor*

Otro de las mejoras que se realizó dentro de la estandarización es la implementación de tarjetas guía, del subproceso principal, la intervención vehicular. Esto se realizó con el objetivo de que el técnico se adecue al nuevo procedimiento ya que, al momento de ejecutar una orden de trabajo, reúna todos los elementos que necesita incluida la tarjeta guía, la cual le servirá para revisar la secuencia de sus actividades.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 45: *Tarjeta guía para realizar la intervención vehicular en el proceso de Cambio de aceite y filtros*

3.7.5 Diseño de mejora de la dimensión Transporte: Diseño de Layout

Una empresa de servicios que busca tener procesos ágiles y eliminar mudas inherentes a transportes innecesarios mediante la metodología Lean Service, debe rediseñar su Layout de manera que se optimice el espacio y los tiempos de transporte. Para el diseño de Layout se usó el método SLP.

Redistribución del taller con el método SLP (Planeación de la distribución sistemática)

En el proceso de mantenimiento uno de los problemas que reduce la productividad de los operarios son los tiempos largos de recorridos para acopiar las herramientas. Por consiguiente, se usó el método SLP, con el cual se logró reducir las distancias de acarreo de materiales, estructuración lógica de procesos, minimización de espacios necesarios, satisfacción y seguridad de los operarios.

Permanente los técnicos recorren 127 metros (ida y vuelta) por vehículo, es por ello que se planteó mejorar la distribución de las áreas de trabajo del taller de reparación y mantenimiento con este método. Para lograr el objetivo de reducir este desperdicio lo primero que se realizó fue establecer las áreas de trabajo.





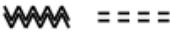
Tabla N° 36

Áreas de trabajo del taller de reparación y mantenimiento

ÁREAS DE TRABAJO DEL TALLER DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO		
N°	Descripción del área	Actividad
1	Área de refacción de partes y repuestos	Operación
2	Área de reparación y mantenimiento de vehículos mecánicos	Operación, proceso o fabricación
3	Almacén de herramientas y equipos	Almacenaje
4	Almacén de insumos	Almacenaje
5	Área de vehículos en espera	Servicios
6	Área de recepción	Administración
7	Área de reparación y mantenimiento de vehículos grandes	Operación

Fuente: *Elaboración propia*

Luego se elaboró la tabla de relación de las áreas de trabajo, las cual desarrolla una matriz de relaciones en la que se asigna por pares de instalaciones una etiqueta de acuerdo con la razón de cercanía que refleja la mayor o menor necesidad de situar próximas las secciones de dicho par. Las relaciones de cercanía se representan en el diagrama con los valores de A, E, I, O, U, X, en la parte superior del rombo, que para cada par de instalaciones significan absolutamente necesario, especialmente importante, importante, indiferente, no importante e indeseable, respectivamente.

Código	Valor de Proximidad	Código de Línea	Color
A	Absolutamente Necesario		Rojo
E	Especialmente Necesario		Amarillo
I	Importante		Verde
O	Normal u Ordinario		Azul
U	Sin Importancia		
X	No recomendable		Marrón o Plomo
XX	Altamente no recomendable		Negro

Fuente: (Wilches, Galofre , Montenegro, & Mejía, 2016)

Figura N° 46: *Escala de valores para la proximidad*

En la parte inferior del rombo se especifica la razón del nivel de proximidad de las áreas, las cuales se representan con números, estos se derivan de la siguiente tabla.

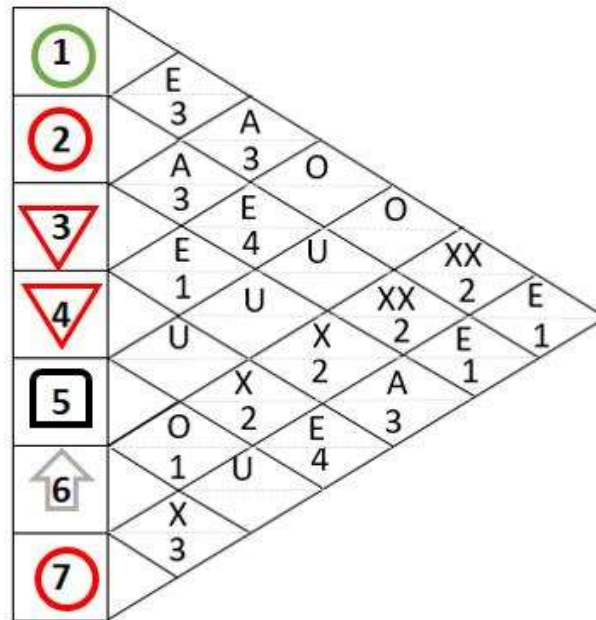
Tabla N° 37

Motivos de proximidad

Tabla de motivos	
Códigos	Fundamentos
1	Importancia de contactos directos
2	Distracciones, interrupciones
3	Por el recorridos de las herramientas
4	Por el recorrido de los insumo

Fuente: *Elaboración propia*








A continuación, se presenta la tabla de relación de las áreas:



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 47: *Tabla de relación*

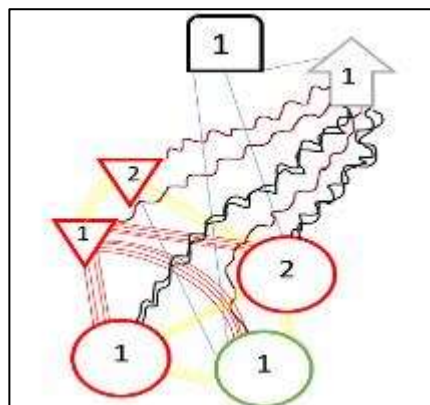
Seguidamente se realizó una primera aproximación de la distribución satisfaciendo en la medida de lo posible los requerimientos definidos en la matriz de relación. Para ello se elaboró un diagrama de relaciones espaciales detallando el nivel de proximidad de cada una de ellas y se utilizó los símbolos de la figura N° 54: para representar a cada área según su funcionalidad

Símbolo	Actividad	Color
	Operación (Montaje o sub montaje)	Rojo
	Operación, proceso o fabricación	Verde
	Transporte	Amarillo
	Almacenaje	Naranja
	Control	Azul
	Servicios	Azul
	Administración	Pardo

Fuente: (Wilches, Galofre , Montenegro, & Mejía, 2016)

Figura N° 48: Representación gráfica de las áreas de trabajo.

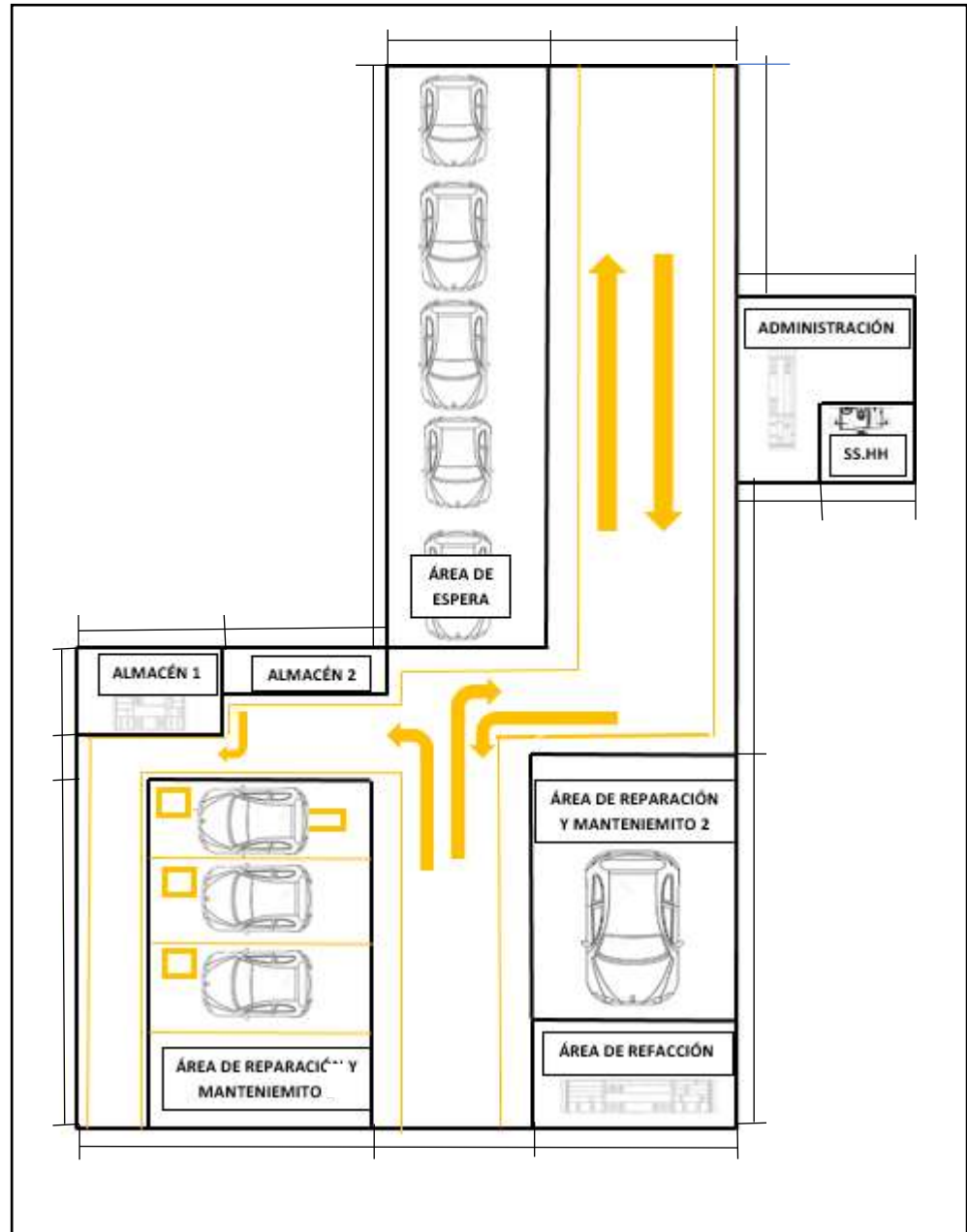
A continuación, se presenta el diagrama relacional:



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 49: *Diagrama relacional*

Por último, en la etapa de solución se evalúa cada una de las posibles soluciones encontradas en la etapa anterior, según algún criterio optimizador, y se define la solución final.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 50: *Distribución mejorada del taller automotriz*

3.7.6 Diseño de mejora de la dimensión Sobre procesamiento: Poka Yoke de información

La causa principal que incita actividades de sobre procesamiento dentro del servicio de cambio de aceite y filtros es el proceso inadecuado de comunicación, reduciendo la capacidad de producción del taller. Es por ello que se diseñó la mejora de esta dimensión mediante la aplicación del Poka Yoke de información, para evitar errores en el cumplimiento de las indicaciones del cliente, en términos generales es una manera óptima para agilizar el proceso el proceso de comunicación.

En el diagnóstico realizado, se identificó que los procesos de cambio de aceite se ven afectado por la inadecuada gestión del flujo de comunicación entre el cliente, recepcionista y el personal técnico. Debido a que el cliente no tiene la posibilidad de registrar los datos de su vehículo con anticipación y las órdenes de trabajo se transmiten de manera verbal en lugar de transferir la información adjuntada en una ficha u hoja de diagnóstico. Es por ello que se optó estandarizar el proceso de comunicación, elaborando hojas de diagnóstico y registro del cliente. Con esta propuesta se busca disminuir los desperdicios de tiempos de reprocesamiento como: explicación verbal, redundancias dentro del flujo de información transmitido durante el proceso y pérdida de información valiosa de las órdenes de trabajo.

La hoja de datos iniciales suministrado por cliente, contribuye a reducir los tiempos del proceso de cambio de aceite, ya que el técnico omite la actividad de caracterizar el vehículo y solo verifica la información que el cliente plasmo en esta hoja.

A continuación, se presenta la propuesta de la hoja de registro para que el cliente especifique sus datos y requerimientos.

FICHA DE INGRESO		
Encargado del diagnóstico		
Nombre	<input type="text"/>	O/T <input type="text"/>
Placa	<input type="text"/>	Fecha <input type="text"/>
Kilometraje	<input type="text"/>	Servicio repetido <input type="text"/>
Modelo	<input type="text"/>	Número de contacto <input type="text"/>
Descripción de los síntomas por el cliente		
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
Cuando de presentó el	Desde <input type="text"/>	Km
	Desde hace <input type="text"/>	mes / días
	Siempre <input type="text"/>	
Condiciones de manejo en que el síntoma ocurre		
<hr/> <hr/>		
Generales	Motor	Frecuencia
Velocidad del vehículo <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Permanente
Posición de cambio <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Encendido	<input type="checkbox"/> Frecuente
Número de ocupantes <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Ralenti	<input type="checkbox"/> Algunas veces
Subida/bajada <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> rpm	<input type="checkbox"/> Poco frecuente
	<input type="checkbox"/> Frio	
	<input type="checkbox"/> Temp. Normal	

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 51: *Hoja de datos iniciales suministrados por el cliente*

Luego de que la hoja de registro inicial se rellena, se transfiere al técnico encargado del diagnóstico del vehículo, el cual complementa la información de la Orden de Trabajo en la siguiente de diagnóstico, donde se detalla los requerimientos del cliente a detalle.

FICHA DE DIAGNÓSTICO	
Encargado del diagnóstico	
Nombre	<input type="text"/>
Fecha/hora	<input type="text"/>
Resultados del diagnóstico	
<hr/> <hr/> <hr/>	
¿Requiere repuesto adicional?	Si <input type="text"/> No <input type="checkbox"/>
¿Requiere reparación	Si <input type="text"/> No <input type="checkbox"/>
<hr/> <hr/>	
Requerimientos del cliente	
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Entrega	
Fecha	<input type="text"/>
Hora	<input type="text"/>

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 52: *Hoja de diagnóstico.*

3.7.7 Diseño de mejora de la dimensión Sobre procesamiento: Gestión Visual

La gestión visual se enfocó en implementar una pizarra de información, los cuales son controles visuales, para tener una gestión adecuada de las órdenes de trabajo diarias. De tal manera que el proceso de asignación de trabajadores y lo acuerdos de fecha de entrega se realice de forma sencilla. A parte de ellas se incluyó la gestión de fechas de pedidos de repuestos, para tener un mejor control con respecto a ello.

DISPONIBILIDAD DEL PERSONAL TÉCNICO	FECHAS DE ENTREGA				FECHAS DE PEDIDO DE REPUESTOS	
	Órdenes	Fechas	Técnico Asigando	Condición del trabajo	Fecha	
Técnico 1 <input type="checkbox"/>				Terminado/En espera	Fecha	<input type="checkbox"/>
Técnico 2 <input type="checkbox"/>					Fecha	<input type="checkbox"/>
Técnico 3 <input type="checkbox"/>					Fecha	<input type="checkbox"/>
Técnico 4 <input type="checkbox"/>					Fecha	<input type="checkbox"/>
Técnico 5 <input type="checkbox"/>					Fecha	<input type="checkbox"/>
Técnico 6 <input type="checkbox"/>					Fecha	<input type="checkbox"/>

Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 53: *Pizarra de gestión visual*

3.8 Resultado de los indicadores después de la mejora de la variable independiente: Lean Service

3.8.1 Dimensión Espera

Para realizar el diagnóstico de la dimensión Espera, después de la aplicación del diseño de mejora se realizó lo siguiente:

Estudio de tiempos por cronómetro

Después del diseño planteado se diseccionó nuevamente los 17 tiempos preliminares de cada una de las actividades que componen el servicio de cambio de aceite. Para ello fueron necesarios los siguientes materiales: formatos de toma de tiempos, un cronometro y un lapicero. Cabe resaltar que el análisis de tiempos se realizó en segundos, para no perjudicar los tiempos reales del proceso.

Tabla N° 38
Toma de tiempo preliminar después del diseño planteado – cambio de aceite y filtros

TOMA DE TIEMPOS PRELIMINARES - EXPRESADOS EN SEGUNDOS - CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS																	
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 Ingreso del cliente a las instalaciones	50	49	52	48	51	49	49	52	49	51	48	50	52	52	52	50	48
2 Estacionamiento del vehículo	30	32	31	32	31	28	32	28	29	28	29	29	29	29	30	32	30
3 El cliente llena los datos de la ficha de datos iniciales	45	46	45	44	45	46	43	47	44	47	48	46	43	45	46	43	48
4 Espera al técnico																	
5 Evaluación el vehículo con la ficha de diagnóstico	39	39	37	38	41	37	37	38	41	38	39	37	37	38	38	37	37
6 Establecimiento y apunte de la fecha de entrega en la pizarra de Gestión Visual	30	28	29	29	29	32	31	29	28	29	31	29	30	32	30	30	31
7 Asignar del personal con ayuda de la pizarra de Gestión Visual	10	8	10	10	8	12	9	8	8	9	11	9	9	11	9	8	10
8 Entrega de la ficha de diagnóstico con la OT al técnico asignado	5	5	4	4	6	5	6	5	6	4	6	6	5	6	6	4	5
9 Transporte del vehículo a la área de trabajo	179	178	181	176	181	180	181	180	178	180	181	181	176	181	179	178	178
10 Traslado al almacén de herramientas e insumos con el carrito de insumos y herramientas(ida)	10	12	8	11	9	10	12	11	9	9	11	12	10	9	10	9	12
11 Acopio de herramientas	40	41	38	42	40	38	37	42	39	42	38	38	37	37	40	41	41
12 Sacar el aceite del depósito central a uno más pequeño	120	119	122	120	119	121	119	118	119	122	122	122	118	120	122	121	120
13 Traslado del almacén de herramientas e insumos a la zona de trabajo con el carrito de insumos de herramientas y equipos	7	7	7	7	8	7	6	8	7	7	6	6	6	8	8	8	6
14 Ubicación del carrito de herramientas en la zona marcada	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4
15 Retirar tapa superior del aceite del motor	27	28	25	28	28	28	29	25	25	28	29	29	27	29	25	27	29

16	Reubicar las herramientas y el depósito de aceite quemado en las zonas marcadas de la zanja	5	4	4	4	5	4	6	6	5	4	4	5	4	4	5	5	5
17	Transporte al interior de la zanja	6	7	7	6	7	5	7	7	6	7	5	7	6	7	5	5	5
18	Colocar el depósito para aceite quemado dentro de la zanja	5	6	5	6	5	7	5	5	7	6	7	7	6	5	5	6	7
19	Retirar tapa del Carter	60	61	61	60	58	59	61	61	59	61	59	59	61	60	62	59	62
20	Dejar drenar el aceite quemado del motor	240	237	244	243	245	237	235	240	239	245	243	243	237	245	242	245	242
21	Cambio del filtro de aceite	60	60	58	58	62	61	59	62	58	60	60	58	58	58	59	60	58
22	Ajustar tapa de Carter	60	61	60	57	61	57	60	63	60	60	58	59	58	58	60	62	63
23	Reubicar el depósito con el aceite quemado en la zona marcada de la zanja	5	5	7	6	5	6	5	7	5	6	7	6	7	7	7	6	6
24	Transporte al exterior de la zanja	6	7	5	7	7	7	5	7	6	6	7	5	5	5	7	7	7
25	Cambio de aceite	120	120	118	119	119	119	119	122	118	121	118	122	119	118	122	119	119
26	Colocar y ajustar la tapa superior del motor	30	29	31	30	28	30	31	32	30	31	31	28	28	29	28	29	28
27	Medir nivel de aceite	30	33	31	29	32	31	32	32	30	33	31	30	30	30	29	29	32
28	Cambio de filtro	70	72	71	67	68	71	72	71	72	70	70	69	72	70	70	73	70
29	Inspección del cambio de filtro	25	24	27	24	24	24	26	25	27	24	27	25	24	25	26	23	25
30	Recoger las herramientas y depósito con el aceite quemado al carrito de herramientas	20	20	19	20	22	22	20	21	19	22	19	21	22	20	21	18	19
31	Transporte al almacén de herramientas e insumos	10	9	10	8	10	10	10	12	8	10	9	12	12	8	10	9	10
32	Reubicar las herramientas y materiales a sus lugar establecidos	40	42	39	39	40	40	40	40	38	41	42	39	42	40	38	38	38
33	Transporte de regreso a la zona de trabajo	10	10	10	8	9	11	8	9	8	10	11	8	10	8	8	9	8
34	Prueba del vehículo	30	28	31	31	29	29	29	28	30	28	31	30	29	28	31	31	29
35	Retirar el vehículo de la zanja	60	62	58	62	61	60	63	59	59	58	61	62	60	63	60	62	63
36	El cliente paga el servicio y retira su vehículo	180	180	177	174	178	178	176	176	180	181	179	181	178	174	174	177	179

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 39
Resumen de la toma de tiempos preliminares después del diseño planteado – Cambio de aceite y filtros

RESUMEN DE LA TOMA DE TIEMPOS DESPUÉS DEL DISEÑO PLANTEADO- TIEMPOS EXPRESADOS EN SEGUNDOS – SERVICIO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS								
Estaciones de trabajo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	X	X2
	Ingreso del cliente	Diagnóstico	Planificació n	Asignación del personal	Intervenció n vehicular	Entrega		
1	80	104	30	15	1278	180	1687	2845969
2	81	103	28	13	1285	180	1690	2856100
3	83	108	29	14	1280	177	1691	2859481
4	80	105	29	14	1272	174	1674	2802276
5	82	112	29	14	1286	178	1701	2893401
6	77	101	32	17	1278	178	1683	2832489
7	81	103	31	15	1280	176	1686	2842596
8	80	109	29	13	1296	176	1703	2900209
9	78	106	28	14	1265	180	1671	2792241
10	79	112	29	13	1295	181	1709	2920681
11	77	108	31	17	1290	179	1702	2896804
12	79	103	29	15	1287	181	1694	2869636
13	81	106	30	14	1267	178	1676	2808976
14	81	108	32	17	1276	174	1688	2849344
15	82	107	30	15	1283	174	1691	2859481
16	82	99	30	12	1283	177	1683	2832489
17	78	111	31	15	1286	179	1700	2890000
TOTAL							28729	48552173
PROMEDIO(min)								28.17

Fuente: *Elaboración propia*

Reemplazando la fórmula:

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

$$n = \left(40 \frac{\sqrt{(17 \text{ observaciones} * 48552173 \text{ segundos}) - (28729^2 \text{ segundos})}}{28729 \text{ segundos}} \right)$$

$n = 0.06$ observaciones

$n = 1$ observaciones







Interpretación: Con un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error del $\pm 5\%$ se obtiene 1 observación requerida. Como el número de observaciones preliminares es 17, este es superior al requerido, es decir, el número de observaciones realizadas son suficientes para la investigación.

Diagrama de Análisis de Operaciones mejorado

En las características principales del servicio de cambio de aceite y filtros, según la información brindada por el taller de mantenimiento y reparación automotriz, consta de tres procesos principales: recepción, mantenimiento y entrega. Los cuales después del diseño de mejora planteado se dividen en 6 subprocesos para un mejor estudio de las actividades: ingreso del cliente, diagnóstico, planificación de entrega, asignación del personal, intervención vehicular y entrega.

A continuación, se muestra el DAP después del diseño de mejora planteado, el cual es compuesto por 36 actividades.

Diagrama N°2: Diagrama de análisis de procesos del servicio de cambio de aceite y filtros después del diseño de mejora planteado

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS DEL SERVICIO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS DESPUÉS DEL DISEÑO DE MEJORA PLANTEADO											
Servicio	Cambio de aceite y filtros				Fecha	01/06/2021					
Empresa	Taller automotriz de reparación y mantenimiento				Método	Propuesta tradicional					
Realizado por	Sharonng Steissy Vásquez Tello				Símbolos						
SUBPROCESO	SUBPROCESO	Descripción de las actividades		Distancia	Tiempo (seg)						
Recepción	Ingreso del cliente	1	Ingreso del cliente a las instalaciones.		50	●					
		2	Estacionamiento del vehículo.		30	●					
	Diagnóstico	3	El cliente llena los datos de la ficha de datos iniciales.		45	●					
		4	Espera al técnico para que realice el diagnóstico.		23						●
		5	Evaluación el vehículo con la ficha de diagnóstico.		38			●			
	Planificación de entrega	6	Establecimiento y apunte de la fecha de entrega en la pizarra de Gestión Visual.		30	●					
Mantenimiento	Asignación del personal	7	Asignar el personal con ayuda de la pizarra de Gestión Visual		9	●					
		8	Entrega de la ficha de diagnóstico con la OT al técnico asignado.		5	●					
	Intervención vehicular	9	Transporte del vehículo al área de trabajo.	5	179						●
		10	Traslado al almacén de herramientas e insumos con el carrito de insumos y herramientas(ida).	5	10						●
		11	Acopiar las herramientas e insumos del almacén al carrito de herramientas.		39	●					
		12	Sacar el aceite del depósito central a uno más pequeño		120	●					
		13	Traslado del almacén a la zona de trabajo con el carrito de insumos y herramientas.	5	7						●
		14	Ubicación del carrito de herramientas en la zona marcada.		4						●
15	Retirar tapa superior del aceite del motor.		27	●							

		16	Reubicar las herramientas y el depósito de aceite quemado en las zonas marcadas de la zanja.		5	●					
		17	Transporte al interior de la zanja.	3.5	6					●	
		18	Colocar el depósito para aceite quemado dentro de la zanja.		6	●					
		19	Retirar tapa del Carter.		60	●					
		20	Dejar drenar el aceite quemado del motor.		241	●					
		21	Cambio del filtro de aceite.		59	●					
		22	Ajustar tapa de Carter.		60	●					
		23	Reubicar el depósito con el aceite quemado en la zona marcada de la zanja.		6					●	
		24	Transporte a la parte externa de la zanja.	3.5	6						●
		25	Cambio de aceite.		120	●					
		26	Colocar y ajustar la tapa superior del motor.		30	●					
		27	Medir nivel de aceite.		31					●	
		28	Cambio de filtro de aire		70	●					
		29	Inspección del cambio de filtro de aire		25					●	
		30	Recoger las herramientas y depósito con el aceite quemado al carrito de herramientas.		20	●					
		31	Transporte al almacén de herramientas e insumos.	5	10						●
		32	Reubicar las herramientas y materiales a sus lugar establecidos.		40	●					
		33	Transporte de regreso a la zona de trabajo.	5	9						●
		34	Prueba del vehículo.		30	●					
		35	Retirar el vehículo de la zanja.		61	●					
Entrega	Entrega	36	El cliente paga el servicio.		178	●					
Tiempo de ciclo(min)						28.17					

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En el análisis del DAP después del diseño de mejora plantado se puede observar que el servicio de cambio de aceite tiene 36 actividades. De las cuales 24 son operaciones, 2 son inspecciones, 3 son Operación – Inspección, 7 son transporte y finalmente 1 es demora. Los subprocesos del servicio son: ingreso del cliente, diagnóstico, planificación, asignación del personal, intervención vehicular y entrega. La diferencia con el anterior DAP es que tiene 7 actividades menos, y además el subproceso de pedido de repuestos se eliminó. Puesto que, los pedidos de filtros de aire y de aceite deberían realizarse por lotes, de acuerdo al diseño de mejora propuesto.

Tiempo de ciclo del cambio de aceite después del diseño planteado

Tabla N° 40: *Tiempos del subproceso del servicio de cambio de aceite y filtros*

SUBPROCESOS	Tiempo(min)
Ingreso del cliente	1.33
Diagnóstico	1.77
Planificación de entrega	0.50
Asignación del personal	0.24
Intervención vehicular	21.36
Entrega	2.96
Tiempo de ciclo	28.17

Fuente: *Elaboración propia*

$$\text{Tiempo de ciclo} = 1.33 \text{ min} + 1.77 \text{ min} + 0.50 \text{ min} + 0.24 \text{ min} + 21.36 \text{ min} + 2.96 \text{ min} = 28.17 \text{ min}$$

Interpretación: Después del diseño de mejora propuesto basado en la metodología Lean, el tiempo de ciclo del servicio de cambio de aceite y filtros debería ser 28.17 min / vehículo, es decir 44.53 minutos menos que el tiempo de ciclo antes del diseño planteado.

Cálculo del Tiempo de Espera después del diseño planteado

Posteriormente al diseño de mejora recomendado, se volvió analizar el tiempo de espera. Este debería ser reducido en gran manera, puesto que se eliminaría el tiempo de espera de la actividad inherente a la compra de repuestos. El cual es un tiempo prolongado porque la adquisición de repuestos en el taller es realizada de manera individual.

En la tabla N° 41 se presenta las actividades de demora antes del diseño de mejora y las herramientas que se plantean para que estas puedan ser eliminadas, reducidas o replanteadas. Cabe recalcar que todas las herramientas propuestas en el diseño impactan también en estas actividades. Sin embargo, se usó principalmente para reducir el tiempo de espera las 5S y la estandarización de repuestos.

Tabla N° 41

Relación de actividades de demora con las herramientas aplicadas

ACTIVIDADES	HERRAMIENTA LEAN	ESTADO DE LA ACTIVIDAD	EXPLICACIÓN
Espera al técnico para que empiece el diagnóstico	Estandarización del proceso	Reducida	Después del diseño de mejora basado en la metodología Lean se establece en el proceso atender al cliente lo más rápido posible.
Espera para que el personal se presente	Gestión visual	Eliminada	No se esperaría al técnico para transmitirle de manera verbal la OT. Se planificaría y colocaría las OT en la pizarra de gestión visual.
Espera de la llegada de repuestos	Estandarización de repuestos mediante el EOQ	Eliminada	Se planificaría compra de repuestos en lotes.
Búsqueda de herramientas	5s	Replanteada	El técnico debería acopiar las herramientas de manera rápida, porque el almacén está perfectamente organizado y rotulado.

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, se presenta las actividades de demora después del diseño de mejora planteado.

Tabla N° 42

Demoras del servicio de Cambio de aceite y filtros

Subproceso	Actividades	Tipo de actividad	Tipo de desperdicio	Tiempo (min)
Diagnóstico	Espera al técnico para que empiece el diagnóstico	Demora	Espera	0.4
Tiempo total (min)				0.4

Fuente: *Elaboración propia*

Tiempo de espera = 0.4 min = 0.4min/ vehículo

Interpretación: El tiempo de espera del servicio de cambio de aceite y filtros después del diseño de mejora propuesto debería ser 0.4 minutos/vehículo, reduciendo 36.58 minutos del tiempo de espera. La actividad que representa desperdicio de espera está presente en el subproceso de diagnóstico.

3.8.2 Dimensión Movimientos

Luego del diseño de mejora propuesto, en donde se plantea usar la economía de movimientos, ciertos micro movimientos del subproceso de la intervención vehicular fueron replanteados, reducidos y otros eliminados.

Cálculo de movimientos eficientes

Para el cálculo de movimientos eficientes se volvió a analizar los micro movimientos del subproceso de intervención vehicular. Lo cuales con las mejoras basadas en la economía de movimientos deberían reducirse de 110 a 87 micro movimientos.

Principalmente se redujeron los transportes, los cuales son micro movimientos ineficientes catalogados como retrasos inevitables. Sin embargo, con la recomendación del uso de un carrito de herramientas e insumos, el operario debería acopiar sus herramienta, insumos y repuestos en un solo recorrido.

Además, se redujeron los micro movimientos inherentes a la búsqueda de herramientas, insumos o repuestos. Esto se debe a que el carrito de herramientas e insumos estaría previamente rotulado y también la base superior de la zanja, lo cual serviría para recordar al técnico en donde ubicar cada uno de los elementos que usa en el desarrollo del servicio de cambio de aceite.

En la siguiente tabla se detalla cómo debería quedar los micro movimientos y su clasificación:

Tabla N° 43

Clasificación de los micromovimientos de la intervención vehicular después del diseño de mejora(subproceso).

ANÁLISIS DE MICROMOVIMIENTOS DEL SUBPROCESO DE INTERVENCIÓN VEHICULAR CON RESPECTO AL CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS					
N°	DESCRIPCIÓN	THERBLING	SIMBOLO	EFICIENTE	INEFICIENTE
1	Transporte del vehículo al área de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
2	Traslado al almacén de herramientas e insumos con el carrito de insumos y herramientas(ida)	Retraso inevitable	UD		X
3	Acopio de herramientas	Seleccionar	SE		X
4	Tomar herramientas	Sujetar o tomar	G	X	
5	Ubicar herramientas en el carrito de insumos y herramientas	Pre posicionar	PP	X	
6	Traslado al almacén de aceite (ida)	Retraso inevitable	UD		X
7	Tomar depósito pequeño de aceite	Sujetar o tomar	G	X	
8	Sacar el aceite nuevo del balde al depósito pequeño	Utilizar	U	X	
9	Traslado del almacén de aceite a la zona de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
10	Ubicación del carrito de herramientas en la zona marcada	Pre posicionar	PP	X	
11	Abrir el capó del carro	Desensamblar	DA	X	
12	Alcanzar la tapa superior del aceite del motor	Alcanzar	RE	X	
13	Girar la tapa superior del aceite del motor	Mover	M	X	
14	Retirar la tapa superior del aceite del motor	Mover	M	X	
15	Ubicar la tapa del aceite del motor en el carrito de herramientas e insumos	Pre posicionar	PP	X	
16	Mover la tapa superior del aceite del motor	Mover	M	X	
17	Soltar la tapa superior del aceite del motor	Liberar	RL	X	

18	Tomar herramientas de ajuste, depósito de aceite quemado y filtro de aceite nuevo	Sujetar o tomar	G	X	
19	Traslado al interior de la zanja	Retraso inevitable	UD		X
20	Tomar el depósito para el aceite quemado	Sujetar o tomar	G	X	
21	Re direccionar el depósito para el aceite quemado en la superficie de la zanja	Retraso inevitable	UD		X
22	Soltar el contendor para el aceite quemado	Liberar	RL	X	
23	Tomar la llave para retirar la tapa del cárter	Sujetar o tomar	G	X	
24	Girar la llave para aflojar la tapa del cárter	Utilizar	U	X	
25	Soltar la llave sobre la zanja	Liberar	RL	X	
26	Quitar la tapa del cárter	Desensamblar	DA	X	
27	Posicionar la tapa del cárter sobre la zanja	Pre posicionar	PP	X	
28	Soltar la tapa del cárter sobre la zanja	Liberar	RL	X	
29	Dejar drenar el aceite quemado del motor	Retraso inevitable	UD		X
30	Tomar la llave para retirar el filtro de aceite usado	Sujetar o tomar	G	X	
31	Girar la llave para aflojar el filtro de aceite usado	Utilizar	U	X	
32	Soltar la llave sobre la zanja	Liberar	RL	X	
33	Retirar el filtro de aceite usado	Desensamblar	DA	X	
34	Ubicar el filtro de aceite usado sobre la zanja	Pre posicionar	PP	X	
35	Tomar el filtro nuevo del aceite	Sujetar o tomar	G	X	
36	Quitar el empaque del filtro nuevo	Desensamblar	DA	X	
37	Alcanzar el aceite quemado para untar al filtro nuevo de aceite	Alcanzar	RE	X	
38	Untar el filtro nuevo con el aceite quemado	Utilizar	U	X	
39	Alcanzar la herramienta de ajuste sobre la zanja	Alcanzar	RE	X	
40	Tomar herramienta de ajuste	Sujetar o tomar	G	X	
41	Usar herramienta para ajustar el filtro nuevo de aceite	Utilizar	U	X	
42	Ubicar la llave de ajuste sobre la zanja	Pre posicionar	PP	X	

43	Alcanzar la tapa del cárter	Alcanzar	RE	X	
44	Tomar la tapa del cárter	Sujetar o tomar	G	X	
45	Ajustar la tapa del Carter	Utilizar	U	X	
46	Alcanzar el contenedor con el aceite quemado	Alcanzar	RE	X	
47	Tomar el contenedor con el aceite quemado	Sujetar o tomar	G	X	
48	Ubicar el contenedor con el aceite quemado sobre la zanja	Pre posicionar	PP	X	
49	Transporte a la parte superior de la zanja.	Retraso inevitable	UD		X
50	Alcanzar el envase con el aceite nuevo	Alcanzar	RE	X	
51	Tomar el envase con el aceite nuevo	Sujetar o tomar	G	X	
52	Llenar el tanque con el aceite nuevo	Utilizar	U	X	
53	Soltar el envase de aceite	Liberar	RL	X	
54	Buscar la varilla del medidor de aceite	Buscar	S		X
55	Alcanzar la varilla del medidor del aceite	Alcanzar	RE	X	
56	Tomar la varilla del medidor del aceite	Sujetar o tomar	G	X	
57	Sacar la varilla del medidor del aceite	Mover	M	X	
58	Tomar franela	Sujetar o tomar	G	X	
59	Limpiar varilla de aceite con franela	Utilizar	U	X	
60	Insertar varilla del medidor de aceite	Pre posicionar	PP	X	
61	Retiras varilla del medidor de aceite	Pre posicionar	PP	X	
62	Verificar la cantidad de aceite nuevo	Inspección	I		X
63	Volver a insertar la varilla la del medidor de aceite	Pre posicionar	PP	X	
64	Alcanzar la tapa superior del aceite del motor	Alcanzar	RE	X	
65	Tomar la tapa superior del aceite del motor	Sujetar o tomar	G	X	
66	Ajustar la tapa superior del aceite del motor	Ensamblar	A	X	
67	Ubicar la tapa del filtro de aire	Alcanzar	RE	X	
68	Levantar la tapa de resguardo del filtro aire	Mover	M	X	
69	Sacar el filtro viejo de aire	Desensamblar	DA	X	

70	Inspeccionar el filtro viejo de aire	Inspección	I		X
71	Alcanzar el filtro nuevo de aire	Alcanzar	RE	X	
72	Tomar el filtro nuevo de aire	Sujetar o tomar	G	X	
73	Quitar el empaque al filtro nuevo	Desensamblar	DA	X	
74	Ensamblar el filtro nuevo	Ensamblar	A	X	
75	Coger la tapa de resguardo	Sujetar o tomar	G	X	
76	Ajustar la tapa de resguardo del filtro	Ensamblar	A	X	
77	Inspección del cambio de filtro de aire	Inspección	I		X
78	Alcanzar las llaves de ajuste, el depósito con el aceite quemado y repuestos usados	Alcanzar	RE	X	
79	Ubicar las llaves de ajuste, el depósito con el aceite quemado y repuestos usados en el carrito de herramientas e insumos	Pre posicionar	PP	X	
80	Transporte al almacén de herramientas e insumos	Retraso inevitable	UD		X
81	Ubicar el contenedor con el aceite quemado	Liberar	RL	X	
82	Alcanzar llaves de ajuste y repuestos usados	Alcanzar	RE	X	
83	Tomar llaves de ajuste y repuestos usados	Sujetar o tomar	G	X	
84	Ubicar las llaves de ajuste y repuestos usados	Liberar	RL	X	
85	Transporte de regreso a la zona de trabajo	Retraso inevitable	UD		X
86	Encendido del vehículo	Inspección	I		X
87	Retirar el vehículo de la zanja	Retraso inevitable	UD		X
TOTAL				70	17

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla se puede observar que de un total de 81 micromovimientos 70 son eficientes y 17 son ineficientes.

Reemplazando en la fórmula:

$$ME = \frac{\Sigma \text{movimientos eficientes}}{\Sigma \text{movimientos}} * 100$$

$$ME = \frac{70 \text{ movimientos eficientes}}{81 \text{ movimientos}} * 100$$

$$ME = 80.5\%$$

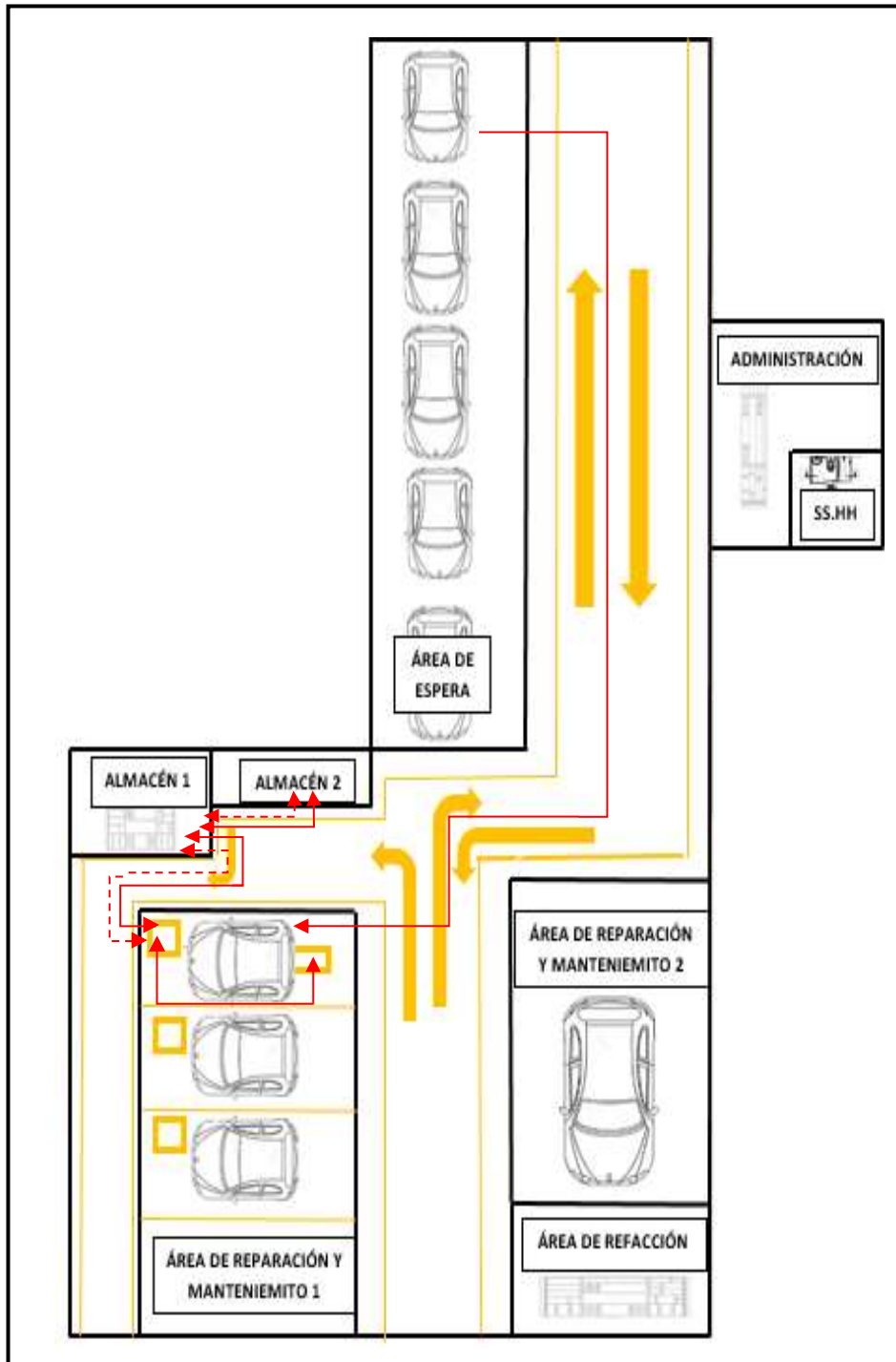
Interpretación: Después del diseño de mejora y de un nuevo análisis de los micromovimientos del subproceso de intervención vehicular, los movimientos eficientes deberían ser de 80.5% por vehículo, es decir incrementaría en un 23%.

3.8.3 Dimensión de Transporte innecesario

Después de la propuesta planteada en el diseño de mejora para reducir los transportes innecesarios, la cual es el rediseño de layout del taller automotriz, la distancia recorrida por vehículo debería ser optimizada. Es importante recalcar que el método de la economía de movimientos, que tienen el objetivo de incrementar la eficiencia de movimientos también influyó en la reducción de los transportes innecesario.

Diagrama de recorrido después del diseño de mejora

Para tener una noción clara de la optimización de recorridos realizados por el operario al realizar el servicio de cambio de aceite y filtros, se elaboró el diagrama de recorrido. En este se puede visualizar que los transportes son mínimos y sobre todo de distancias cortas.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 54: *Recorrido del servicio de cambio de aceite y filtros después del diseño de mejora*

Cálculo de la distancia recorrida del operario

Se identificó en el Diagrama de Análisis de Procesos optimizado (ver diagrama N° 38) las actividades inherentes al desplazamiento del operario de un punto a otro, para la obtención de herramientas o suministros y también para regresarlas al almacén que le corresponde.

En la siguiente tabla se exponen todas las actividades catalogadas como transportes dentro del proceso de cambio de aceite y filtros.

Tabla N° 44

Distancias recorridas en el proceso de cambio de aceite y filtros después de la mejora

Subproceso	Descripción de las actividades	Datos	
		Tipo de actividad	Distancia
Intervención vehicular	Transporte del vehículo a la área de trabajo	Transporte	5
	Traslado al almacén de herramientas e insumos con el carrito de insumos y herramientas(ida)	Transporte	5
	Traslado del almacén de herramientas e insumos a la zona de trabajo con el carrito de insumos de herramientas y equipos	Transporte	5
	Transporte al interior de la zanja	Transporte	3.5
	Transporte al exterior de la zanja	Transporte	3.5
	Transporte a al almacén de herramientas e insumos	Transporte	5
	Transporte de regreso a la zona de trabajo	Transporte	5
	Total		

Fuente: *Elaboración propia*

$$DR = 5 m + 5 m + 5 m + 3.5 m + 3.5 m + 5 m + 5 m = 28.5 \text{ metros}$$

Interpretación: La distancia total recorrida por el técnico para completar el servicio de cambio de aceite y filtros, después del del diseño de mejora debería ser de 28.5 metros / vehículo, es decir 98.5 metros menos. Las actividades que representan desperdicio de transporte estarían presentes únicamente en el subproceso de intervención vehicular.

3.8.4 Dimensión de Sobre procesamiento

Una vez planteado el diseño de mejora, se analizó de nuevo en cuanto debería reducirse el tiempo de sobre procesamiento. Para ello se propuso usar las herramientas de Gestión Visual y el Poka Yoke de información.

Para una mejor comprensión, se va a diseccionar cada una de las actividades de sobre procesamiento antes del diseño de mejora, en el cual se va a examinar la eliminación, reducción o replanteamiento de estas.

Tabla N° 45

Relación de actividades de sobre procesamiento con las herramientas aplicadas

ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS LEAN	ESTADO DE LA ACTIVIDAD	EXPLICACIÓN
Caracterizar del vehículo	Poka Yoke De información	Replanteada y reducida	La caracterización del vehículo debe hacerlo el cliente en una ficha técnica.
Acuerdo de la fecha de entrega	Gestión visual	Replanteada y reducida	El tiempo de esta actividad es mínimo, por lo tanto ya no es considera actividad de sobre procesamiento.
Comunicación verbal de la orden de trabajo	Poka Yoke de información	Eliminada	Las OT se transmitirían a través de las "Fichas de diagnóstico"
Ubicación de las herramientas	Economía de movimientos	Eliminada	Las herramientas al momento de ser acopiadas en el carrito de herramientas están listas para ser utilizadas en desarrollo del mantenimiento.
Colocar el depósito para aceite Quemado	Economía de movimientos Estandarización del proceso	Replanteada	Esta operación ya no se realizaría de manera individual. Se uniría en una sola actividad con la ubicación de repuestos, llaves de ajuste y otros elementos. Por lo tanto la duplicidad de actividades se eliminarían

Inspección del nivel de aceite		Se mantiene	Actividades inevitables
Inspección del cambio de filtro		Se mantiene	
Guardar el aceite quemado y filtros Usados	Estandarización del proceso 5s	Demora	Estas actividades son realizadas en mismo momentos, por lo tanto se eliminaría la duplicidad de actividades
Guardar las herramientas	Economía de movimientos	Operación	

Fuente: *Elaboración propia*

Cálculo del tiempo de sobre procesamiento

Las actividades que representan desperdicio de sobre procesamiento después de la aplicación del diseño de mejora basado en la metodología Lean deberían eliminarse, estas son la comunicación verbal de la orden de trabajo, caracterización del vehículo por el técnico. A parte de ello, ciertas actividades que fueron catalogadas como este tipo de desperdicio después de la mejora ya no lo son, debido a que fueron replanteadas y realizadas en un tiempo menor, como se pudo evidenciar en la tabla N° 45.

Tabla N° 46

Tiempo mejorado de actividades con sobre procesamiento

Subproceso	Descripción de actividades	Datos	
		Tipo de actividad	Tiempo (min)
Intervención vehicular	Inspección del nivel de aceite	Inspección	0.5
	Inspección del cambio de filtro	Inspección	0.4
		Total (min)	0.9

Fuente: *Elaboración propia*

$$TS = 1 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 1.04 \text{ min}$$

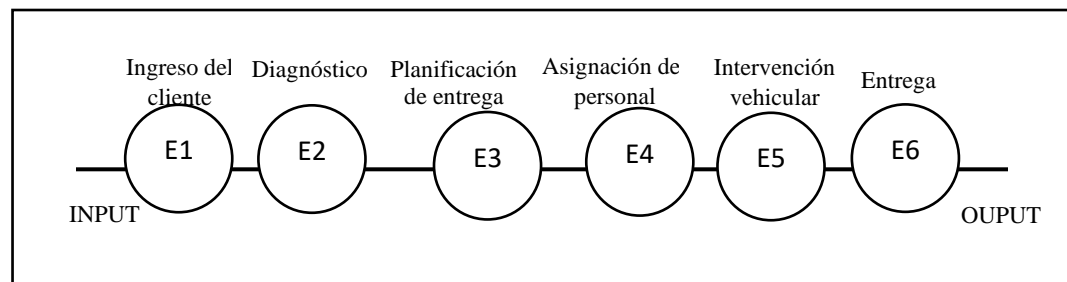
Interpretación: El tiempo de sobre procesamiento después de la aplicación del diseño de mejora en el servicio de cambio de aceite y filtros debería de ser de 0.9 min / vehículo, mostrando una reducción de 3.7 minutos. Las actividades que representan desperdicio de sobre procesamiento están presentes en el subproceso de intervención vehicular.

3.9 Resultado de los indicadores después de la mejora de la variable independiente:

Procesos de reparación y mantenimiento

3.9.1 Velocidad de producción

Para calcular la velocidad de producción después de la aplicación del diseño de mejora se identificó las estaciones de trabajo del servicio de cambio de aceite.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 55: *Recorrido del servicio de cambio de aceite después del diseño de mejora*

Para determinar los tiempos promedios mejorados de cada uno de los subprocesos, se deberían usar los mismos datos tomados por el cronómetro. A continuación, se sacará un

promedio de los tiempos de cada subproceso a partir de las 17 tomas preliminares que se realizó.

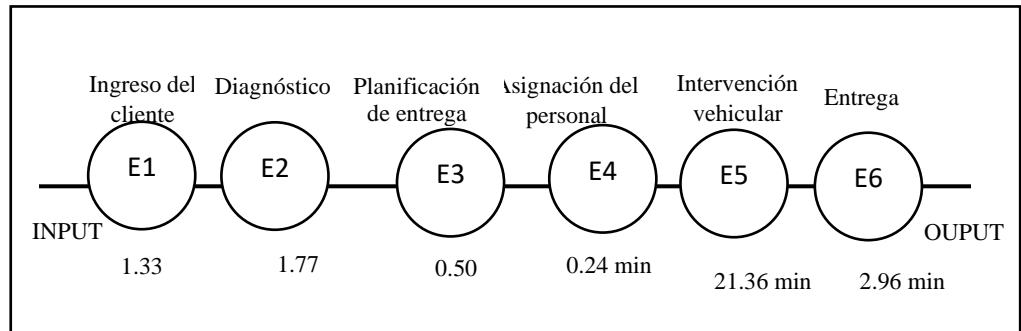
Tabla N° 47

Tiempos promedios por estaciones (subprocesos) después de la mejora, expresados en minutos.

TIEMPOS PROMEDIOS MEJORADOS (seg.) - CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS						
Estaciones de trabajo	E1	E2	E3	E4	E6	E7
	Ingreso del cliente	Diagnóstico	Planificación	Asignación del personal	Intervención vehicular	Entrega
1	80	104	30	15	1278	180
2	81	103	28	13	1285	180
3	83	108	29	14	1280	177
4	80	105	29	14	1272	174
5	82	112	29	14	1286	178
6	77	101	32	17	1278	178
7	81	103	31	15	1280	176
8	80	109	29	13	1296	176
9	78	106	28	14	1265	180
10	79	112	29	13	1295	181
11	77	108	31	17	1290	179
12	79	103	29	15	1287	181
13	81	106	30	14	1267	178
14	81	108	32	17	1276	174
15	82	107	30	15	1283	174
16	82	99	30	12	1283	177
17	78	111	31	15	1286	179
Promedio (min)	1.33	1.77	0.50	0.24	21.36	2.96

Fuente: *Elaboración propia*

A continuación, se muestra la representación de los tiempos promedios mejorados de los subprocesos del servicio de cambio de aceite y filtros.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura N° 56: *Diagrama lineal mejorado de los Subprocesos – cambio de aceite y filtros*

Interpretación: Al realizar la toma de tiempos por 17 veces después de la mejora en el servicio de cambio de aceite se debería identificar que tiene 6 subprocesos: ingreso del cliente 1.33 min/vehículo, diagnóstico 1.77 min/vehículo, la planificación de entrega 0.5 min/vehículo, la asignación personal 0.24 min/vehículo, intervención vehicular 21.36 min/vehículo y finalmente entrega 2.96 min/vehículo. A partir de los datos adquiridos el tiempo de velocidad del servicio seleccionado debería ser de 21.36 minutos/ vehículo, el cual se encuentra en el subproceso de intervención vehicular (E1). A diferencia del tiempo de velocidad antes de la aplicación del diseño de mejora, este se ha reducido en 9.24 minutos.

3.9.2 Eficiencia de producción

El resultado de la eficiencia de producción, luego de la mejora, se calculó con los datos de la tabla resumen del Diagrama de Análisis de operaciones mejorado.

Tabla N° 48

Tiempos de actividades productivas e improductivas

Tipo de actividad	Tiempo (min)
Operación	21.77
Inspección	0.93
Operación – Inspección	1.29
Transporte	3.80
Demora	0.38
Total	28.17

Fuente: *Elaboración propia*

Reemplazo de la fórmula:

VA = Σ de tiempos de actividades de operación + Σ de tiempos de actividades de inspección + Σ de tiempos de actividades de operación – inspección

$$EP = \frac{VA}{\text{Tiempo total del proceso}} \times 100$$

$$EP = \frac{21.77 \text{ min} + 0.93 \text{ min} + 1.29 \text{ min}}{28.17 \text{ min}} \times 100$$

$$EP = 85\%$$

Interpretación: la eficiencia de producción del servicio de cambio de aceite después de la aplicación del diseño de mejora debería ser de 85%, incrementándose en un 45%.

3.9.3 Tiempo estándar

Para realizar la estandarización de los tiempos del servicio de cambio de aceite y filtros, lo primero que se realizó es calcular el tiempo normal.

Cálculo del Tiempo Normal

El factor Westinghouse se volvió a calcular, debido a que las condiciones del taller automotriz deberían ser excelentes después de la aplicación del diseño de mejora.

Tabla N° 49

Aplicación del sistema de valoración Westinghouse

SISTEMA DE VALORACIÓN WESTINGHOUSE					
HABILIDADES			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2	Superior	0.12	A2	Excesivo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Buena	0.02	C2	Bueno
0.0	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.1	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Mala	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideal	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelente	0.03	B	Excelente
0.02	C	Bueno	0.01	A	Buena
0.0	D	Promedio	0.0	B	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	A	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	B	Mala

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Según el análisis del sistema de valoración de Westinghouse (ver tabla N° 49) del operario Jorge López Bazán, que en relación a su habilidad se le asignó una

valoración de 0.06 (C1 - Bueno), en esfuerzo 0.05 (C1- Bueno), condiciones 0.04 (B - excelente), y en consistencia 0.01 (A - Buena); obteniendo un total de 0.16 de valoración.

Remplazando la fórmula para cada proceso:

$$t_n = t_p (1 + fw)$$

Donde:

TN: tiempo normal

TP: tiempo promedio

fw: factor de Westinghouse

✓ Sub proceso 1: Ingreso del cliente

$$tn = 1.33 \text{ min } (1+0.16)$$

$$tn = 1.54 \text{ min}$$

✓ Subproceso 2: Diagnóstico

$$tn = 1.77 \text{ min } (1+0.16)$$

$$tn = 2 \text{ min}$$

✓ Subproceso 3: Planificación de entrega

$$tn = 0.50 \text{ min } (1+0.16)$$

$$tn = 0.58 \text{ min}$$

✓ Subproceso 4: Asignación del personal

$$tn = 0.24 \text{ min } (1+0.16)$$

$$tn = 0.28 \text{ min}$$

✓ Subproceso 5: Intervención vehicular

$$tn = 21.36 \text{ min } (1+0.16)$$

$$tn = 24.77 \text{ min}$$

- ✓ Subproceso 6: Entrega

$$tn = 2.91 \text{ min } (1+0.16)$$

$$tn = 3.37 \text{ min}$$

- ✓ Tiempo Norma Total (TN)

$$TN = 1.54 \text{ min} + 2 \text{ min} + 0.58 \text{ min} + 0.28 \text{ min} + 24.77 \text{ min} + 3.43 \text{ min}$$

$$TN = 32.6 \text{ min}$$

Interpretación: Con una valoración de 0.16 el tiempo normal para el subproceso de recepción del cliente es de 1.54 min, diagnóstico 2 min, planificación 0.58 min, asignación del personal 0.28 min, intervención vehicular 24.77 y entrega 3.43 min; obteniendo un tiempo normal total de 32.6 minutos/vehículo.

Cálculo del tiempo estándar

El tiempo estándar después del diseño de mejora propuesto, se calculó con el mismo % de tolerancia aplicado en el cálculo del TE antes de las mejoras. A continuación, se presenta la valoración total de la suma de los factores tanto de suplementos constantes y variables.

Tabla N° 50

Valores de los factores de suplemento por descansos

SUPLENTOS POR FÁTIGA		VALORACIÓN
Suplementos Constantes		
Necesidades personales		5%
Básicos por fatiga		4%
Suplementos Variables		
Trabajo de pie	Trabajo se realiza de pie	2%
Postura normal:	Trabajo se realiza de pie	2%
Uso de la fuerza o energía muscular:	2.5 kg	0%
Iluminación	Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0%
Condiciones atmosféricas:	16 (mili calorías/cm2/segundo)	10%
Tensión visual:	Trabajo de cierta posición	0%
Ruido:	Sonidos intermitentes y fuertes	2%
Tensión mental:	Proceso algo complejo	1%
Monotonía mental:	Trabajo monótono	0%
Monotonía física:	Trabajo algo aburrido	0%
TOTAL		16%

Fuente: *Elaboración propia*

Reemplazando en la fórmula:

$$TE = TN * (1 + \%TOLERANCIAS)$$

Donde:

TN: tiempo normal

% tolerancias: porcentaje de valoración de la tabla de suplementos por descanso

✓ Sub proceso 1: Ingreso del cliente

$$te = 1.54 \text{ min } (1+0.16)$$

$$te = 1.78 \text{ min}$$

✓ Subproceso 2: Diagnóstico

$$te = 2 \text{ min } (1+0.16)$$

$$te = 2.32 \text{ min}$$

✓ Subproceso 3: Planificación de entrega

$$te = 0.58 \text{ min } (1+0.16)$$

$$te = 0.67 \text{ min}$$

✓ Subproceso 4: Asignación del personal

$$te = 0.28 \text{ min } (1+0.16)$$

$$te = 0.32 \text{ min}$$

✓ Subproceso 5: Intervención vehicular

$$te = 24.77 \text{ min } (1+0.16)$$

$$te = 28.73 \text{ min}$$

✓ Subproceso 6: Entrega

$$te = 3.43 \text{ min } (1+0.16)$$

$$te = 3.91 \text{ min}$$

Tiempo Estándar Total (TN)

$$TE = 1.78 \text{ min} + 2.32 \text{ min} + 0.67 \text{ min} + 0.32 \text{ min} + 28.73 \text{ min} + 3.97 \text{ min}$$

$$TE = 37.79 \text{ min}$$

Interpretación: Con una valoración de suplementos por fatiga de 16% el tiempo estándar para el subproceso de recepción del cliente es de 1.78 min, diagnóstico 2.32 min, planificación 0.67min, asignación del personal 0.32 min, intervención vehicular 28.73 y entrega 3.97 min; obteniendo un tiempo estándar total de 37.79 minutos/vehículo. Este es

un tiempo óptimo que va acorde con uno de los objetivos del taller, el cual es realizar el mantenimiento de cambio de aceite y filtros en 40 minutos.

3.9.4 Capacidad de producción

Luego de implementar el diseño de mejora, se calculó la capacidad de producción, en donde se debería usar el tiempo estándar mejorado. Cabe resaltar que, dentro de los objetivos del taller automotriz con respecto a mejorar sus procesos del servicio seleccionado, es tener una capacidad mínima de 12 mantenimientos / día.

Cálculo de la capacidad de producción

El número de técnicos asignados para realizar el servicio de mantenimiento seleccionado es el mismo antes del diseño de mejora, 2 mecánicos. Por lo tanto, el número de horas disponibles por día siguen siendo 16.

El cálculo de la capacidad se realizó con la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{H.H}{TCE}$$

Donde:

CP: *Capacidad de producción*

TCE: *Tiempo de ciclo estandarizado*

H.H: *Horas hombre*

Reemplazo de la fórmula:

$$CP = \frac{16 H.H}{0.629 \text{ horas}}$$

$$CP = 25.43$$

$$CP = 25.43$$

Interpretación: El número de mantenimientos que se podría realizar por día, después del diseño de mejora, con 16 horas disponibles de dos técnicos, es de 25 mantenimientos. De acuerdo a los objetivos de la empresa, su capacidad de producción debe estar por encima de los 12 mantenimientos. Esto implica que la capacidad de producción actual supera el objetivo establecido. Por lo tanto, la capacidad de producción del taller después de las mejoras es óptimo.

3.9.5 Productividad de la mano de obra

Para el cálculo de este indicador se usa el supuesto de que el taller automotriz realiza el servicio de cambio de aceite y filtros en un promedio de 12 vehículos por día. Debido a que la aplicación de las mejoras basadas en la metodología Lean Service en los procesos del mantenimiento seleccionado, tiene como objetivo principal incrementar la satisfacción de los clientes y proporcionalmente aumentar el número de ellos.

Para el cálculo de la productividad se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Horas de trabajo empleadas}}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{12 \text{ mantenimientos / día}}{16 \text{ Horas.Hombre}}$$

$$\text{Productividad} = 0.75 \text{ Proceso / Hora Hombre}$$

Interpretación: La productividad es de 0.75 Proceso/ Hora Hombre. Para lograr el objetivo del taller, de realizar 12 mantenimientos al día, la productividad debería ser 0.75 Mantenimientos / Hora hombre o más, lo cual indica que la productividad va de acuerdo a la meta impuesta.

3.10 Matriz de operacionalización después de la mejora

Tabla N° 51

Resultados después del diseño de mejora de la Variable Independiente

DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADOS ANTES DEL DISEÑO	RESULTADOS CON DISEÑO	INTERPRETACIÓN
ESPERA	<i>Tiempo de ciclo (min)</i>	72.73 min / vehículo	28.17 min / vehículo	El tiempo de ciclo del proceso de cambio de aceite y filtros sería de 28.17 minutos por vehículo.
	<i>Tiempo de espera (min)</i>	36.33 min / vehículo	0.4 min / vehículo	El tiempo de espera en el proceso de cambio de aceite y filtros sería de 0.4 minutos por vehículo.
MOVIMIENTOS	<i>% Movimientos eficientes</i>	57% de movimientos Eficientes	80.5 % de movimientos eficientes	En la intervención vehicular el proceso de cambio de aceite y filtros tendría un 80.5 % de movimientos eficientes.
TRANSPORTE	<i>Distancia recorrida (metros)</i>	127 metros / vehículo	28.5 metros / vehículo	La distancia recorrida por el técnico en el proceso de cambio de aceite y filtros sería de 28.5 metros por vehículo.
SOBREPROCESAMIENTO	<i>Tiempos de sobre procesamiento (min)</i>	4.6 min / vehículo	0.9 minutos / vehículo	El tiempos de sobre procesamiento en proceso del cambio de aceite y filtros sería de 0.9 minutos por vehículo.

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 52
Resultados después del diseño de mejora de la Variable Independiente

DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADO ANTES DEL DISEÑO	RESULTADOS CON DISEÑO	INTERPRETACIÓN
Velocidad del proceso	<i>Min / proceso</i>	30.5 min	21.36 min	La velocidad del proceso de cambio de aceite y filtros estaría determinado por la intervención vehicular con 21.36 min/vehículo.
Eficiencia de producción	<i>% de eficiencia</i>	40%	85%	La eficiencia de producción del proceso de cambio de aceite y filtros sería de 85% por vehículo.
Tiempo Estándar	<i>Min / Proceso</i>	90.13 min	37.9 min	El tiempo estándar del proceso de cambio de aceite y filtros sería de 37.9 min/vehículo.
Capacidad de producción	<i>Número de mantenimientos /día</i>	10 vehículos / día	25 Vehículos / día	La capacidad de producción del proceso de cambio de aceite y filtros sería 25 Vehículos/ día.
Productividad de mano de obra	<i>Número de procesos/Hora Hombre</i>	0.31 Mantenimiento / H.H	0.75 Procesos/ H.H	La productividad del proceso actual de cambio de aceite y filtros sería de 0.75 Procesos/ H.H.

Fuente: *Elaboración propio*

3.11 Análisis económico y financiero

Para realizar el análisis económico y financiero se tuvo en cuenta los costos por hora operativa en el taller de reparación y mantenimiento, además también se consideran los costos de materiales e insumos para las diferentes acciones que se va a tomar dentro del diseño de mejora.

3.11.1. Costos incurridos en el diseño de mejora

Tabla N° 53

Costo maquinaria, equipos y herramientas

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total S/.
Pizarra	1	85	85
Carrito de herramientas	1	350	350
Estante	1	400	400
Total			S/. 835.00

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 54

Costos incurridos en capacitaciones 5S

Temas	Duración (horas)	Costo S/./hora	Total trimestral/.	Total anual S/.
Capacitación sobre organización de comité 5S	1	2	150	300
Capacitación sobre planificación de actividades 5S	1	1	150	150
Capacitación sobre selección de elementos necesarios	1	1	150	150
Capacitación sobre la importancia de señalización de áreas	1	1	150	150
Capacitación sobre mejora continua	1	2	150	300
TOTAL			S/. 750.00	S/. 3,000.00

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 55
Costos de implementos para las capacitaciones

Implementos	Costo de material S/.	N° de trabajadores	Total trimestral S/.	Total anual S/.
Lapicero	1	6	6	24
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Separatas, exámenes	1.9	6	11.4	45.6
Total			S/. 91.20	S/. 388.80

Fuente: *Elaboración propia*
Tabla N° 56
Costos de materiales para la implementación de las 5S

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Formato de evaluación	3	0.5	1.5
Tarjetas rojas	100	0.1	10
Total		S/. 11.5	S/. 46.00

Fuente: *Elaboración propia*
Tabla N° 57
Costos de H.H en el diseño de mejoras

Descripción	Cantidad horas	Costo S/.	Total semestral S/.	Total anual S/.
Análisis de Diseño de propuesta de señalización(5S)	2	95	190	190
Propuesta de diseño de normas de limpieza(5S)	1	70	70	70
Diseño del EOQ(estandarización de los repuestos)	2.5	120	300	300
Diseño del carrito de herramientas(economía de movimientos)	2	80	160	160
Diseño de la distribución del área de taller(SLP)	3	250	750	750
Diseño de formatos de diagnóstico (estandarización de la información)	1	50	50	50
Diseño del proceso de estandarización de cambio de aceite(estandarización del proceso)	2	70	140	140
Diseño de contenido de pizarra de Gestión Visual	1	85	85	85
Total			S/. 1745	S/. 1745

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 58

Costos incurridos en la remodelación y reajuste del rediseño del taller

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Construcción de la zanja nueva	1	1000	1000
Eliminación de la zanja vieja	1	300	300
Total			S/.1,300.00

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 59

Costos incurridos en el pintado de la señalización de las áreas del taller

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Pintura amarilla para la señalización del piso	2	60	120
Pintura negra para la señalización de pases	1	60	60
Total			S/.180.00

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 60

Costos incurridos en la compra de letreros de señalización

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total anual S/.
Letrero de mantener la limpieza	3	30	90
Letrero de productos inflamables	1	30	30
Letreros de salida	1	30	30
Letrero de baños	2	30	60
Total			S/.210.00

Fuente: *Elaboración propia*

3.11.2. Costos ahorrados en los tiempos del proceso de mantenimiento

En la tabla N° 61 se calculó como deberían ser los costos ahorrados inherentes a la disminución de tiempos, después del diseño de mejora propuesto, utilizando herramientas del modelo Lean Service.

Tabla N° 61

Costos ahorrados en H.H

Descripción de subproceso	Total min de reparación/u	Total horas de reparación/und. Mejoradas	Diferencia de horas	Costo/hora S/.	Total por pieza	Total reparaciones anuales	Total anual
Diagnóstico	8.7	2.3	0.1	7.8	0.8	1,440.00	1190.592
Planificación de entrega	1.2	0.7	0.0	7.8	0.1	1,440.00	106.704
Asignación del personal	3.5	0.3	0.1	7.8	0.4	1,440.00	587.808
Pedido de repuestos	37.8	0.0	0.6	7.8	4.9	1,440.00	7076.16
Intervención vehicular	32.9	28.7	0.1	7.8	0.5	1,440.00	776.88
Entrega	3.9	3.7	0.0	7.8	0.0	1,440.00	37.44
		Total					S/. 9,775.58

Fuente: *Elaboración propia*

3.11.3. Costos por incurrir en el proceso de implementación de la metodología Lean Service

A continuación, se calcularon los montos para la inversión que se requiere para la implementación de las herramientas Lean Service, los gastos actuales y los gastos proyectados de la propuesta para los próximos 5 años, con estos datos se calcularán el valor

Pintura negra para la señalización de pases	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Letrero de mantener la limpieza	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Letrero de productos ininflamables	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Letreros de salida	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Letrero de baños	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
TOTAL DE COSTOS	7,704.80	3,909.80	3,909.80	3,909.80	3,909.80

Fuente: *Elaboración propia*

3.11.4. VAN, TIR, e IR

Tabla N° 63

Costos por no incurrir en la propuesta de mejora

COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
Diagnóstico	1190.592	1190.592	1190.592	1190.592
Planificación de entrega	106.704	106.704	106.704	106.704
Asignación del personal	587.808	587.808	587.808	587.808
Pedido de repuestos	7076.16	7076.16	7076.16	7076.16
Intervención vehicular	776.88	776.88	776.88	776.88
Entrega	37.44	37.44	37.44	37.44
COSTO POR HH ADICIONALES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
TOTAL DE COSTOS	9,775.58	9,775.58	9,775.58	9,775.58

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 64

Flujo de caja

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TASA
FLUJO DE CAJA NETO	-7,704.80	5,865.78	5,865.78	5,865.78	5,865.78	5,865.78	9%

Fuente: *Elaboración propia*
Tabla N° 65
Calculo del VAN, TIR e IR

VAN	S/. 22,815.85
TIR	71%
IR	S/. 2.96

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: El valor actual neto (VAN) es igual S/ 22,815 lo que quiere decir es que la implementación de la propuesta de mejoras es positiva para la empresa. La tasa interna de retorno (TIR) es igual 71%, como el resultado es mayor 9% de la tasa de interés, quiere decir que la implementación de la propuesta de mejora es rentable. El índice de rentabilidad (IR) es igual 2.96 eso quiere decir que por cada sol invertido se va a ganar 1.96 soles.

CAPITULO VI DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIONES

Según la investigación de Cabrera, (2016) la aplicación del Lean Service, en donde usaron como herramienta de diagnóstico al Value Stream Mapping mejoran la calidad de los servicios de una empresa automotriz. Por otro lado, Alzamora, (2019) en su investigación también corrobora que la implantación del Lean Service, posibilitó mejorar la calidad del servicio posventa en una empresa del mismo sector. Sin embargo, a diferencia del primer autor, no aplicó el VSM para el diagnóstico del proceso productivo, sino que usó el Diagrama de Análisis de Operaciones aunado con otras herramientas, reduciendo el tiempo de mantenimiento de 187.75 min a 135.58 minutos. Ante esto, se desarrolló las dos herramientas, se empleó el DAP para tener una mejor disección de las actividades del proceso de mantenimiento, y también realizó el VSM para tener una visualización holística de este, lo que permitió también diseñar la propuesta de mejora basado en la filosofía Lean.

De acuerdo a la investigación de Rodríguez, (2018) para gozar de los beneficios de la metodología Lean Service y seleccionar cuál de sus herramientas usar, es fundamental conocer, registrar, medir y valorar los procesos que se van a estudiar, pues la información de este trabajo va a servir como base para identificar desperdicios y oportunidades de mejora. De la misma manera Raymundo, (2019) en su investigación en una empresa del sector automotriz, asevera que una adecuada aplicación de la metodología es inherente a la recopilación y análisis de los datos cuantitativos y cualitativos. Asimismo, en el diagnóstico del área se recopiló tanto

información cualitativa como cuantitativa y se sistematizó para lograr la optimización de los indicadores propuestos en la variable dependiente e independiente.

Pullutasig, (2019) en base a su investigación de aplicación del Modelo Lean Service en una empresa del sector electromecánico, evidenció que los trabajadores generen desperdicios en el desarrollo de sus labores; debido a que las capacitaciones propuestas solamente instruyen a los trabajadores a realizar sus actividades en orden detallado, no toman en cuenta los conceptos de las 5S, lo cual es básico dentro de la aplicación de la metodología. Por el contrario, Raymundo, (2019) en su trabajo de aplicación de la metodología Lean Service, aplicó la 5S y estableció un cronograma de capacitaciones para que los trabajadores apliquen esta herramienta, esto permitió que la eficiencia incrementase un 27%. Es por ello que se desarrolló un cronograma de capacitaciones 5S para que los técnicos puedan detectar desperdicios y realicen su trabajo de manera eficiente, siendo posible que la eficiencia incremente en un 45%.

Obregón, (2018) aunó a la aplicación de la filosofía Lean Service la metodología empresarial Business Process Managment (BPM), la cual sirve para la gestión y optimización de procesos mediante la automatización, con el objeto de mejorar los procesos de la empresa seleccionada. De la misma manera (Rodríguez S. , 2018), en su tesis inherente a la aplicación del Lean Service, calcula el EOQ para disminuir el exceso de inventario en el almacén, logrando reducir el tiempo de espera en 3.6 minutos. Asimismo, se usó herramientas como el cálculo del EOQ, redistribución del área de trabajo mediante el método SLP (Planeación de la distribución sistemática) y también se aplicó conceptos de economía de movimientos para la gestión y optimización de movimientos, entregando la posibilidad de reducir el TE en 35.93 minutos.

4.2 Conclusiones

- En la situación actual del taller automotriz, se pudo diagnosticar que por cada vehículo atendido hay desperdicios como: tiempos de espera de 36.98 min, 32% de movimientos ineficientes, transportes innecesarios con 127 metros de recorrido y un tiempo de sobre procesamiento de 4.6 min. Todo ello debido a la mala distribución del taller, falta de estandarización del servicio de mantenimiento, desorden, procesos inadecuado de comunicación, y lead time largos de repuestos.
- Se planteó un diseño de mejora mediante el VSM para reducir los desperdicios usando herramientas del Lean Service como: las 5s, Poka Yoke de información, Gestión de Compra de Repuestos, Optimización de Movimientos, Gestión Visual y Diseño de Layout.
- Después del diseño de mejora planteado se eliminaría desperdicios de demora, transportes innecesarios, sobre procesamiento y movimientos innecesarios, optimizando los tiempos del mantenimiento de cambio aceite y filtros, ya que el tiempo de ciclo reduciría en 44.56 min / vehículo. Esto a su vez permitiría que la eficiencia de producción incrementara de 40% a 85% y la capacidad de producción de 10 a 25 vehículos/ día.
- El impacto económico de la implantación de Modelo Lean Service en el taller automotriz sería positivo, con un VAN igual a S/ 22.815, un TIR de 71% (con una tasa de interés de 9%) y con IR positivo de 2.96.

REFERENCIAS

- Cerdán, C. E. (2020). *“DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS LEAN SERVICE PARA REDUCIR LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO, EN EL TALLER DE LA EMPRESA COANSA DEL PERU INGENIEROS”*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Chumacero , J. J. (2019). *APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN SERVICE PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE COMPRAS EN TIS PERÚ, AÑO 2018-2019*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Pullutasig , M. F. (2019). *“EL LEAN SERVICE Y SU IMPACTO EN LA MEJORA CONTINUA EN TALLERES ELECTROMECAÓNICOS DEL CANTÓN PÍLLARO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”*. Ecuador: Universidad técnica de ambato.
- Alzamora, D. (2019). *PROPUESTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO POST VENTA AUTOMOTRIZ USANDO LA METODOLOGÍA LEAN SERVICE EN UNA SUCURSAL DE LA EMPRESA DIVEMOTOR*. Lima : Universidad Ricardo Palma.
- Arango Vásquez, F. A. (2017). *COMPETITIVIDAD EN PROCESOS DE SERVICIOS: LEAN SERVICE CASO DE ESTUDIO*. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Arango, F. A. (2017). *COMPETITIVIDAD EN PROCESOS DE SERVICIOS: LEAN SERVICE CASO DE ESTUDIO*. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación para administración*. Colombia: Universidad de la Sabana.
- Cabrera, H. (2016). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA CALIDAD MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNICAS LEAN SERVICE EN EL AREA DE SERVICIO DE MECANICA DE UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Cuatrecasas, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta, Ingeniería Lean*. Barcelona: Profit Editorial I,SL.
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez , M., & Varela, M. (2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fariñas, A., Gómez, M., Ramos, Y., & Rivero, Y. (2010). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Espacio informativo propuesto por el rol de medios.
- Gómez, A. (2017). *DIAGRAMA CAUSA-EFECTO: herramienta de control y mejora de los procesos*. Blogspost.
- González , V., Pinto, M., & Ponjuán, G. (2017). *Metodología integradora de la auditoría de la información y el conocimiento para organizaciones*. Cuba: Universidad de Holguín.

- Jiménez, R. (1998). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Habana: Ciencias Médicas del Centro Nacional de Ciencias Médicas.
- Loaiza, M. (2019). “*MEDICIÓN DEL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S EN LA EMPRESA ABRALIT S.A. DE AREQUIPA DURANTE EL PERIODO DEL 2018*”. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- López, B. (28 de junio de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>
- López, P. (2016). *Herramientas para la calidad de mejora*. Madrid: FC Editorial. Fundación Confemetal.
- Nievel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Norambuena, G. (2016). *Lean Services Cómo Diseñar y Gestionar Servicios de Excelencia*. Chile: Colegio de Ingenieros Chile.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación: Cuantitativa, cualitativa y redacción de la tesis*. Colombia: Ediciones de la U.
- Obregón, J. (2018). *Propuesta de mejora para incrementar el nivel de servicio mediante la aplicación de herramientas Lean Service y BPM en una empresa comercializadora de repuestos mecánicos*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Pérez, J. (2018). *Implementación de la Metodología de 5S's en un Taller Industrial de Torno y Soldadura*. México: Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz.
- Peréz, M. (2018). *Diseño de la metodología 5S' para su implementación en el taller mecánico automotriz Llantas y servicios Verduzco*. México: Instituto Tecnológico de Colima.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean manufacturing la evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Raymundo, R. E. (2019). *PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN UN TALLER DE REPARACIÓN DE EQUIPOS DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA LEAN SERVICE*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias.
- Rodríguez, S. (2018). *MEJORA EN LOS PROCESOS DE SERVICIO AUTOMOTRIZ ENLLANTE Y BALANCEO*. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Rodriguez, Y. P. (2019). *LEAN SERVICE COMO FILOSOFÍA PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS. ESTUDIO DE CASO*. Colombia: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Ruiz Rico, M. (18 de Febrero de 2020). El sector automotor espera vender 280.000 vehículos durante 2020, con un incremento del 6,3%. *LR La Republica*.
- Socconini, L. (2019). Lean Service. En L. Socconini, *Lean Service* (pág. 2). Barcelona: IGG MarGE. SL.

- Suárez , E. (2017). *"ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MODELO EFQM DE EXCELENCIA: EL PAPEL MEDIADOR DE LA GESTIÓN POR PROCESOS Y LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA"*. España: Universidad De Sevilla.
- Suárez , M. F. (2016). *El Lean Service una necesidad en los procesos de las organizaciones de servicio*. México: UDLAP.
- Tejada, N. (2017). *METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTO*. España: 3C Empresa.
- Valenzuela, F., & Estocalenko, J. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE MEJORA CONTINUA LEAN SERVICE QUALITY PARA REDUCIR EL NÚMERO DE REPARACIONES DEFECTUOSAS EN UN CONCESIONARIO AUTOMOTRIZ*. Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas.
- Vásquez, J., & Huamán, R. (2018). *PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS EN LA LA LÍNEA DE QUESOS Y SU RELACION CON LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIA ALIMNETARIA HUACARIZ*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Velásquez, J. (2019). *PROPUESTA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO POST VENTA AUTOMOTRIZ USANDO LA METODOLOGÍA LEAN SERVICE EN UNA SUCURSAL DE LA EMPRESA DIVEMOTOR*. Lima: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
- Wilches, M., Galofre , M., Montenegro, J., & Mejía, H. (2016). *Aplicación d emetodologías de distribución de plantas*. Medellín: Universidad Autónoma del Caribe.
- Wir, S. (2018). *Eficiencia en la producción*. Alemania: Salvo modificación.
- Yantas , C. A. (2018). *OPTIMIZACION DE TIEMPOS DE REPARACION APLICANDO LA METODOLOGIA LEAN SERVICE EN UN TALLER DE REPARACIONES DE EQUIPO PESADO*. Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas.

ANEXOS

Anexo N° 1

Calculo del costo de mantenimiento de inventarios

COSTOS DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	MONTO
Renta del taller	350	m2	S/. 5.71	S/. 51.39
Energía eléctrica	45	KWH	S/. 0.70	S/. 31.50
Costo de mano de obra	2	horas	S/. 7.80	S/. 15.60
COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIOS				S/. 98.49

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo N° 2

Costos de energía eléctrica

ENERGÍA ELÉCTRICA	POTENCIA (KWH)
Fluorescentes	45
TOTAL	45

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo N° 3

Costos de Mano de obra

MANO DE OBRA	MINUTOS
Transporte para traer el bloque de repuestos	40
Ubicación de los repuestos	20
Mantenimiento de registro	60
Total	120
TOTAL EN HORAS	2

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo N° 4

Acta de autorización para presentación del proyecto de investigación



Cajamarca, 29 de noviembre del 2019

DAI-IND-0259-2019

Sr.
Julio Lozano Zamora
Gerente
NOR ORIENTE MOTORS

Presente. -

Es grato dirigirme a usted en nombre de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, para saludarle cordialmente y al mismo tiempo presentarle a nuestros estudiantes, de la carrera de Ingeniería Industrial, del IX ciclo de estudios, los cuales llevan el curso de Proyecto Integrador I, quienes solicitan datos generales de la empresa para la realización de una tesis, lo que ayudará mucho para el desarrollo del curso. Toda información que se brinde a nuestro estudiante tiene fines estrictamente académicos.

Los estudiantes que tienen a cargo este trabajo en mención son:


Apellidos y Nombres	Código
Vasquez Tello Sharonng Steissy	N00036941
Cornelio Rojas Jhonatan Martin	N00021111

Agradezco por anticipado la atención que brinde a la presente.

Atentamente,



NOR ORIENTE MOTORS
JULIO LOZANO Z.
GERENTE GENERAL



Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
Coordinador Carrera Ing. Industrial
Universidad Privada del Norte

Anexo N° 5

Guía de preguntas para la entrevista

GUÍA PARA ENTREVISTAR AL JEFE DEL TALLER NOR MOTORS

Nombre del entrevistador:

Nombre del entrevistado:

Lugar: Fecha de la entrevista:

Preguntas propuestas

1. ¿Cómo jefe del taller cuales son los principales motivos de la insatisfacción del cliente?
2. ¿Usted ha podido identificar las causas del problema mencionado?
3. ¿Usted puede afirmar que sus colaboradores tienen la formación suficiente para cumplir de manera adecuada sus funciones dentro del taller?
4. ¿Qué me puede decir acerca de la distribución del taller y la ubicación de las herramientas?
5. ¿Cuáles son los vehículos más frecuentes al que realizan mantenimiento?
6. ¿Cuál es el servicio de mantenimiento más frecuente realizado a este tipo de vehículos?
7. ¿Cuál es el proceso que se realiza para este tipo de mantenimiento?
8. ¿Intervienen en el proceso de compra de repuestos en este tipo de mantenimiento?
9. ¿Obtiene a tiempo los repuestos?
10. ¿Cuál es el proceso de la obtención de repuestos?
11. ¿Cuál es el proceso que se sigue para transmitir a los colaboradores las órdenes de trabajo?
12. ¿Se registra las órdenes de trabajo?
13. ¿Tienen establecido como empresa su misión y visión?
14. ¿Realizan frecuentemente reprocesos?
15. ¿Cuáles son las causas de los reprocesos?

Anexo N° 6

Guía de preguntas para la encuesta

GUÍA DE PREGUNTAS AL PERSONAL DE TRABAJO

1. ¿Los instrumentos que usa para el servicio de mantenimiento de los vehículos están a su alcance en el momento indicado?
2. ¿El taller cuenta con todas las herramientas y equipos básicos para que el servicio de mantenimiento sea más rápido?
3. ¿El tiempo que dispone es suficiente para cumplir con las entregas previstas?
4. ¿Utiliza gran parte del tiempo que dispone para los reprocesos de vehículos (corregir reparaciones de vehículos después de las entregas)?
5. ¿Qué provoca un reproceso en el servicio de mantenimiento?
6. ¿El ambiente de trabajo es adecuado para que cumpla con sus responsabilidades?
7. ¿Obtienes los repuestos y accesorios automotrices en el momento oportuno?
8. ¿Usualmente recibe reclamos de los clientes por el servicio brindado?
9. ¿El taller cuenta con buenas prácticas de almacenamiento de los repuestos?
10. ¿Conoces los objetivos estratégicos de la empresa?
11. ¿Cuántas con la información necesaria para realizar los trabajos de mantenimiento?
12. ¿Realizas los trabajos de mantenimiento siguiendo siempre el mismo orden de actividades?