

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN EL  
ÁREA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ Y SU  
RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD -  
CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Bach. Anthony Alexander Pagano Ortiz  
Bach. Javier Alejandro Torres Rios

Asesor:

Mg. Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

Con mucho amor y orgullo a nuestros padres; por el apoyo incondicional que nos brindaron en todo momento, por sus consejos en cada etapa de nuestra vida y valores inculcados que nos permitieron ser mejores personas.

A nuestros docentes, por ser el ejemplo a seguir y motivarnos a conseguir todas nuestras metas en la vida.

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por brindarnos la vida, la fuerza para vencer todos los obstáculos que se presentaron y permitirnos alcanzar este logro con éxito.

A nuestros padres quienes estuvieron a nuestro lado en todo momento y nos apoyaron en la realización de nuestra tesis.

A nuestros familiares que nos apoyaron directa e indirectamente a lo largo de nuestra formación universitaria.

Al ingeniero Elmer Aguilar Briones por su apoyo, interés y compromiso mostrado durante la elaboración de esta tesis.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2.    Formulación del problema .....	13
1.3.    Objetivos.....	13
1.3.1.  Objetivo general .....	13
1.3.2.  Objetivos específicos .....	13
1.4.    Hipótesis .....	14
1.5.    Matriz de operacionalización .....	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	16
2.3.1.  Técnicas de estadística descriptiva.....	18
2.3.2.  Programas .....	18
2.4.    Procedimientos .....	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	20
3.1.    Descripción de la empresa .....	20
3.1.1.  Descripción de la actividad.....	20
3.1.2.  Misión, visión, valores y objetivos.....	20
3.1.3.  Organigrama.....	21
3.2.    Diagnóstico del área de estudio.....	22
3.2.1.  Diagrama de Ishikawa.....	22
3.2.2.  Diagrama de análisis de procesos .....	24
3.2.3.  Diagrama de flujo .....	31
3.2.4.  Diagnóstico de la variable independiente (procesos): .....	34
3.2.5.  Diagnóstico de la variable dependiente (productividad):.....	52
3.3.    Diseño y desarrollo de la propuesta de mejora.....	60

<b>3.3.1. Desarrollo de la propuesta de mejora .....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.1.1.Métodos empleados para mejorar los tiempos promedios en la propuesta de mejora .....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.1.1.1. Propuesta de implementación de las 5s .....</b>	<b>61</b>
<b>3.3.1.1.2. Propuesta de capacitaciones sobre ergonomía.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.1.1.3. Propuesta de redistribución.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.1.1.4. Modelo de adquisición de repuestos .....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.1.1.5. Ciclo de Deming.....</b>	<b>62</b>
<b>3.3.1.1.6. Análisis de actividades .....</b>	<b>63</b>
<b>3.3.2. Rediseño del diagrama de análisis de procesos.....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.3. Mejora de la producción.....</b>	<b>70</b>
<b>3.3.4. Mejora del tiempo ciclo .....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.5. Mejora del tiempo ocioso .....</b>	<b>73</b>
<b>3.3.6. Mejora del tiempo estándar .....</b>	<b>75</b>
<b>3.3.7. Redistribución de planta .....</b>	<b>80</b>
<b>3.3.8. Mejora de la distancia recorrida .....</b>	<b>82</b>
<b>3.3.9. Mejora del riesgo ergonómico.....</b>	<b>84</b>
<b>3.3.10. Mejora de la productividad .....</b>	<b>92</b>
<b>3.3.10.1. Mejora de Productividad M-O.....</b>	<b>92</b>
<b>3.3.10.2. Mejora de Productividad H-H .....</b>	<b>93</b>
<b>3.3.10.3. Mejora de Productividad H-M .....</b>	<b>94</b>
<b>3.3.11. Mejora de actividades productivas .....</b>	<b>95</b>
<b>3.3.12. Mejora de actividades improductivas.....</b>	<b>97</b>
<b>3.3.13. Matriz de comparación .....</b>	<b>98</b>
<b>3.4. Resultado del análisis económico .....</b>	<b>101</b>
<b>3.4.1. Evaluación C/B: VAN, TIR, IR.....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>110</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.....	15
Tabla 2 Detalle de técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	16
Tabla 3 Resumen de actividades DAP en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para el mantenimiento de 5 000 km. ....	26
Tabla 4 Resumen de actividades DAP en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para el mantenimiento de 10000 km ....	28
Tabla 5 Resumen de actividades DAP en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para el mantenimiento de 40 000 km ....	30
Tabla 6 Toma de tiempos para el estudio de mantenimiento de 5000 km ....	35
Tabla 7 Toma de tiempos para el estudio de mantenimiento de 10 000 km ....	36
Tabla 8 Toma de tiempos para el estudio de mantenimiento de 40 000 km ....	38
Tabla 9 Áreas totales y en uso en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca .....	43
Tabla 10 Tabla de distancias recorridas en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca	43
Tabla 11 Riesgo ergonómico de los trabajadores en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca. ....	45
Tabla 12 Resultados del análisis del riesgo ergonómico en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. ....	50
Tabla 13 Matriz de operacionalización de variables y resultados.....	58
Tabla 14 Mejora de tiempo promedio para el mantenimiento de 5 000 km.....	70
Tabla 15 Mejora de tiempo promedio para el mantenimiento de 10 000 km.....	71
Tabla 16 Mejora de tiempo promedio para el mantenimiento de 40 000 km.....	71
Tabla 17 Factores de calificación por el sistema Westinghouse al mejor trabajador en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. ....	76
Tabla 18 Tolerancia por descanso en porcentajes en los tiempos básicos de las actividades en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. ....	77
Tabla 19 Tiempo estándar para el mantenimiento de 5 000 km ....	77
Tabla 20 Tiempo estándar para el mantenimiento de 10 000 km ....	78
Tabla 21 Tiempo estándar para el mantenimiento de 40 000 km ....	79
Tabla 22 Mejora de distancia recorridas tras la mejora de redistribución .....	82
Tabla 23 Mejora del riesgo ergonómico de los trabajadores en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	85
Tabla 24 Matriz de comparación de resultados .....	98
Tabla 25 Costos para la mejora administrativa.....	101
Tabla 26 Costos para el traslado de elevadores e instalación del nuevo almacén.....	102
Tabla 27 Costos de repuestos para la implementación de almacén nuevo.....	102
Tabla 28 Costos proyectados .....	103
Tabla 29 Indicadores de ahorro .....	104

<b>Tabla 30 Flujo de caja neto proyectado .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 31 Indicadores económicos.....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 32 Análisis de indicadores proyectados - Escenario Optimista .....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 33 Flujo de Caja - Escenario Optimista .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla 34 Indicadores financieros - Escenario Optimista .....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla 35 Análisis de indicadores proyectados - Escenario Pesimista.....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 36 Flujo de caja - Escenario Pesimista.....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 37 Indicadores económicos - Escenario Pesimista .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 38 Resultados de la encuesta a los 7 trabajadores en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 39 Resumen de resultados obtenidos en el modelo de simulación.....</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Procedimiento de trabajo en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca.....	19
Figura 2 Organigrama en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	21
Figura 3 Diagrama Ishikawa en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	23
Figura 4 Diagrama de análisis de procesos en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. .....	25
Figura 5 Diagrama de análisis de procesos en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca para mantenimiento de 10 000 km.....	27
Figura 6 Diagrama de análisis de procesos en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para mantenimiento de 40 000 km.....	29
Figura 7 Diagrama de flujo del área de mantenimiento preventivo de 5 000km.....	31
Figura 8 Flujograma del área de mantenimiento preventivo de 10 000 km y 40 000 km .....	33
Figura 9 Mapa de áreas de trabajo en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	42
Figura 10 Mapa de recorrido de vehículos para mantenimiento de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km .....	44
Figura 11 Mejora de diagrama de análisis de procesos en el mantenimiento de 5 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	65
Figura 12 Mejora de diagrama de análisis de procesos en el mantenimiento de 10 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	67
Figura 13 Mejora de diagrama de análisis de procesos en el mantenimiento de 40 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.....	69
Figura 14 Propuesta de redistribución de planta.....	81
Figura 15 Mejora de distancia recorridas tras la mejora de redistribución .....	83
Figura 16 Encuesta para los técnicos en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca.	115
Figura 17 Check list de las 5s .....	118
Figura 18 Matriz de consistencia .....	120



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Numero de observaciones.....	34
Ecuación 2 Capacidad de producción.....	35
Ecuación 3 Nivel de riesgo ergonómico.....	51
Ecuación 4 Productividad Mano – Obra.....	52
Ecuación 5 Productividad Hora – Hombre.....	53
Ecuación 6 Productividad Hora – Maquina.....	54
Ecuación 7 Porcentaje de actividades productivas.....	55
Ecuación 8 Porcentaje de actividades improductivas.....	56
Ecuación 9 Costo promedio ponderado del capital.....	104
Ecuación 10 Costo promedio ponderado del capital.....	105

## RESUMEN

En la presente investigación en una empresa del rubro automotriz en la que se observó bajos niveles de productividad en los procesos de tres tipos de mantenimientos preventivo de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km para vehículos livianos (Pick up), se propuso como objetivo la mejora de procesos en el área de mantenimiento automotriz para analizar la relación con la productividad. Se emplearon herramientas como la guía de observación, encuesta a los colaboradores y toma de tiempos con cronómetro para la recolección de datos; por otra parte, para realizar la mejora de las variables, se empleó estudio y estandarización de tiempos, distribución de planta, metodología 5´s y ergonomía. Ante dicha situación se planteó la siguiente hipótesis: la propuesta de mejora de procesos mostrara relación con la productividad del área de mantenimiento automotriz. Tras realizar la mejora de procesos se observó una relación positiva con la productividad, ya que al mejorar los indicadores de los procesos se mejoraron los indicadores de productividad en un 25%. A su vez, para verificar su viabilidad, se realizó el análisis de flujo de caja, se observó que la inversión total se recuperaría al final del primer año de labor tras el inicio del empleo de la mejora propuesta, de igual manera, se obtuvo una tasa interna de retorno de 96.2%, la que resultó mucho mayor al costo de oportunidad de capital, el que corresponde a 12.45%. Se recomienda la implementación de la propuesta ya que incrementaría sus ingresos considerablemente.

**Palabras clave:** procesos, productividad, automotriz.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día la industria automotriz es una de las más extensas, gracias a la excesiva demanda de vehículos. En cuanto a América Latina, fue en los años sesenta cuando se promovió el desarrollo de este sector, provocando el ingreso de plantas ensambladoras de diversas marcas en diferentes países de Centro América y Sudamérica (Hidalgo, 2014). Por otra parte, en Perú la industria automotriz se desarrolla a partir de la década de los veinte con el inicio de actividades de carrozado y la fabricación de tolvas de madera para automóviles (Gestión, 2016). Además, el Instituto Nacional de Estadística e Informática afirmó que el crecimiento económico de los años 2013, 2014 y 2015 fueron de 5.02%, 2.35% y 2.8% respectivamente (El Comercio, 2015). Indicando un inicio de desaceleración para el año 2014 pero el surgimiento de una etapa recuperación a partir del año 2015, generando nuevas oportunidades para el crecimiento de industrias como, por ejemplo, la de mantenimiento automotriz. Con respecto al mantenimiento automotriz, se originó por la necesidad de mantener y tener en buen estado los vehículos, sin embargo, según Donado, A (2013) la tecnología de la mecánica automotriz sigue avanzando con la fabricación de vehículos con partes y motores más limpios con el fin del beneficio ambiental, generando que varios talleres tengan que seguir mejorando sus procesos y automatizando sus operaciones para brindar un adecuado servicio.

En una empresa del rubro automotriz en la ciudad de Cajamarca, se evidenció, incomodidad por parte de los clientes y los supervisores de la empresa en cuanto a aspectos como la cantidad de vehículos trabajados, los tiempos de entrega a los clientes y retrasos por compras. Por lo cual, se decidió estudiar la situación de la empresa y se observó como principal problema el bajo nivel de productividad causado por diversos inconvenientes con respecto a los procesos de mantenimiento preventivo de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km. El primer inconveniente que muestra la empresa es en el área de recepción y salida de vehículos dada por fallas de comunicación de requerimientos del cliente. Segundo, durante el proceso en el área de mantenimiento hay pérdidas de llaves, pérdidas o desecho de repuestos, ingreso de polvo en las piezas y excesiva demora de adquisición de repuestos; esto se debe a la falta de procedimientos, disciplina en el personal, falta de un adecuado diseño de sus instalaciones (no todas las áreas se encuentran pavimentadas) y falta de un almacén de repuestos. Originando excesos de tiempos y demoras de entrega de los vehículos.

Se puede dar solución a dicho problema de diversas formas, en la investigación en un concesionario automotriz en la ciudad de Lima, se logró incrementar la capacidad de atención

del taller logrando reducir el ciclo de trabajo en un tiempo menor al actual, así mismo aplico distribución de planta para la ubicación más óptima de los repuestos y las 5s para optimizar las actividades en el área de mantenimiento del taller. Logrando reducir en un 17% el tiempo ciclo actual y para la mejora de la distribución del almacén se propuso colocar una un elevador para agilizar el servicio utilizando 0.96% del área total destinada a operaciones de servicio automotriz. Finalmente generando un incremento en la rentabilidad del 18.52% en la empresa (Tasayco, 2015).

En cuanto a una investigación desarrollada por Quiroz y Ramos (2018) en una empresa automotriz en la ciudad de Lima, mostró bajos niveles de productividad debido a la falta de estandarización de los procedimientos en los procesos de reparación y mantenimiento. Generándole problemas como inadecuados métodos de trabajo, desorden del taller, falta de capacidad de servicio. Teniendo estos problemas, se utilizaron diferentes herramientas tales como la estandarización de tiempos, método 5s y gestión de relación con los proveedores. Obteniendo como resultados, una mejora del 23.08% en los métodos de trabajo y los niveles de productividad se incrementó a 1.2 u/Hh.

Hablando de la empresa ORTEV S.A.C., los investigadores Gómez y Tarrillo (2017) lograron incrementar la productividad implementando un diseño de procedimientos de trabajo en cada una de las áreas, más específicamente, se inició el uso de formatos de evaluación diarios en la línea de inspección, capacitaciones correspondientes a seguridad y salud ocupacional, empleo de Cuadro de Mando Integral (BSC) buscando alinear estrategias y objetivos principales con el desempeño de los colaboradores, reorganización en el área de certificados y Check List en el área de holguras. Logrando un aumento de 70% en la producción diaria y en la productividad de Hora- Máquina de 0.095 H-M.

Adicionalmente, un estudio en la empresa Mannucci Diesel Cajamarca S.A.C. para la mejora de procesos e incremento de productividad empleando mejora de métodos de trabajo y sistemas de 5's. Tras el uso de dichos métodos se disminuyó los reprocesos de órdenes de trabajo en el proceso de mantenimiento y el tiempo de entrega de vehículos. Igualmente, se redujo el ciclo del proceso de mantenimiento preventivo, de 5000 km, de 17.7 minutos a 16.4 minutos, se alcanzó una productividad de Hora-Máquina de 1.3 unid/HM, en el de 1000 km se redujo el tiempo ciclo de 17.8 minutos a 16.1 minutos, y se logró una productividad de mano de obra de 4.83 unidad/operario día (Cortez, 2017).

En base al problema presentado y las posibles soluciones mencionadas anteriormente, las herramientas que vamos a utilizar en la investigación son, métodos de trabajo, con el cual, Cortez (2017) logró reducir 10.5% en el tiempo de mantenimiento preventivo en la empresa Mannucci –Diesel Cajamarca S. A. C.; método 5's, Quiroz y Ramos (2018) incrementó la

productividad a 1.2 u/Hh en una empresa automotriz en la ciudad de Lima; distribución de planta, Tasayco (2015) seleccionó un espacio específico en la zona de operaciones para implementar un elevador utilizando solo su 0.96%. Es por dichos resultados que se afirma que, por la aplicación de estos métodos se mejorará la situación de la empresa en estudio. De las herramientas mencionadas se empleará mejora de métodos de trabajo, aplicando estudio y estandarización de tiempos, para que el proceso se mantenga a un mismo ritmo y se reduzcan los retrasos en tiempos de entrega de vehículos; método 5's, para mantener controladas las actividades a lo largo del proceso de mantenimiento; distribución de planta, para disminuir distancias de recorrido y espacios vacíos. Además, se complementarán las soluciones con un estudio de ergonomía, buscando reducir los riesgos posibles para los colaboradores, y por otro parte, se elaborará un modelo de adquisición de repuestos e insumos a partir de un modelo de llegada de vehículos, con el objetivo de eliminar las demoras por compra de estos.

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de mejora de procesos en el área de mantenimiento automotriz se relacionará con la productividad - Cajamarca?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Proponer la mejora de procesos en el área de mantenimiento automotriz para analizar la relación con la productividad - Cajamarca.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Hacer un diagnóstico de los procesos de mantenimiento automotriz y los niveles de productividad en el área de mantenimiento automotriz.
- Diseñar y desarrollar herramientas para mejorar los procesos y la productividad en la empresa del sector automotriz.
- Hacer un análisis de los resultados luego de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento automotriz.
- Hacer un análisis económico de la propuesta de mejora en la empresa.

#### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora de procesos mostrara relación con la productividad del área de mantenimiento automotriz.

## 1.5. Matriz de operacionalización

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidades
<b>Independiente</b>				
Procesos	Es un conjunto de actividades que interactúan entre sí, para transformar un elemento de entrada a un resultado final esperado. (Marin & Marin, 2009)	Producción	Cantidad de vehículos trabajados al día	Vehículos / día
		Tiempo ciclo	Minutos requeridos por vehículo	Minutos / Vehículo
		Tiempo ocioso	Minutos en demoras y traslados	Minutos / Día
		Tiempo estándar	Minutos totales del procesos	Minutos / Vehículo
		Distancia recorrida	Metros recorridos por traslados	Metros
		Riesgo ergonómico	Nivel de riesgo ergonómico	%
<b>Dependiente</b>				
Productividad	Es una de las variables de desempeño, la cual relaciona la producción y recursos empleados. (Baca, y otros, 2013)	Productividad M - O	Capacidad mensual por técnico	Vehículos / técnico
		Productividad H - H	Capacidad de producción de Hora Hombre	Vehículos / hora hombre
		Productividad H-M	Capacidad de producción de Hora Maquina	Vehículo / hora máquina
		Actividades productivas	% de actividades productivas	%
		Actividades improductivas	% de actividades improductivas	%

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### Aplicada

Es aplicada ya que se utilizarán métodos y técnicas para medición de las variables dependiente e independiente.

#### No experimental

No se va a afectar deliberadamente a las variables, solo se analizarán los problemas encontrados y se planteara una solución para estos.

#### Transversal: Explicativa

Se describirá la situación actual de la empresa.

#### Diseño Transversal:

Grupo	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post prueba
GE		01	X	02

Donde:

GE: Grupo de estudio

O1: Pre test

O2: Post test

### 2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### Recolectar datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio.

Tabla 2 Detalle de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
<b>Estudio de tiempos con cronómetro</b>	Permitir determinar el tiempo consumido en una actividad realizada por un colaborador (Palacios, 2009).	Cronómetro sexagesimal Hoja Lapiceros	Todo el personal del área de mantenimiento automotriz.



<b>Observación</b>	Poder observar el grado de participación de cada integrante del proceso de producción.	Guía de observación	Todo el personal del área de mantenimiento automotriz.
<b>Encuesta</b>	Permitirá identificar los procesos y actividades actuales dentro de una empresa del rubro automotriz	Encuesta Lapicero Cámara	Todo el personal del área de mantenimiento automotriz.

Fuente 1: Elaboración propia

### **Estudio de tiempos con cronómetro**

#### **Objetivo:**

- Conocer los tiempos en los que realizan los procesos que se encuentran en el área de mantenimiento en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

#### **Procedimiento:**

##### **Preparación del estudio**

- Los investigadores han determinado calcular los tiempos de cada proceso, adquiriendo datos e información, utilizando un cronómetro.
  - Supervisor de tiempo
- La toma de tiempo tendrá una duración de 4 horas al día durante toda la investigación, la cual se llevará a cabo en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

##### **Secuela del estudio**

- Escribir los resultados. Verificar los datos con respecto a los resultados anteriores obtenidos, posibles correcciones o información adicional. Archivar los resultados del estudio para referencia y análisis posteriores.

##### **Instrumentos**

- Cronómetro sexagesimal, hoja y lapicero.

### **Encuesta**

#### **Objetivo:**

- Adquirir información sobre la gestión del proceso de servicio para los vehículos en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

#### **Procedimiento:**

##### **Preparación de la encuesta**

- Los investigadores han determinado encuestar a los colaboradores del área de mantenimiento en una empresa automotriz, la encuesta tendrá una duración de 10 minutos y se realizará en las instalaciones de la empresa.

##### **Secuela de la encuesta**

- Escribir los resultados y archivarlos para su referencia y análisis.

#### **Instrumentos**

- Papel (encuestas), lapiceros y cámara fotográfica.

#### **Observación directa**

- Permitirá a los investigadores identificar las condiciones actuales del proceso de servicio de mantenimiento en la empresa con la utilización de guías de observación de procesos. Según se muestra en el Anexo n°2.

#### **Procedimiento**

- Estar presentes en mantenimientos realizados en la empresa, para registrar los trabajos que demanden más tiempo y en los que haya mayor dificultad.
- Estar presentes en las evaluaciones de diagnóstico para identificar los factores que influyen en las demoras para encontrar fallas.
- Registrar por medio de fotografías evidencias de los problemas observados.

#### **Secuela**

- Registro fotográfico de las evaluaciones realizadas en las instalaciones.
- Registro fotográfico de las herramientas y equipos que se emplean en la empresa.

#### **Instrumentos**

- Cámara fotográfica

### **2.3. Métodos, instrumentos y procedimientos para procesar datos**

#### **2.3.1. Técnicas de estadística descriptiva**

Los resultados obtenidos los mostramos mediante grafico de:

- Diagrama de Ishikawa
- Diagrama de análisis de procesos
- Diagrama de flujo
- Diagrama de recorrido

#### **2.3.2. Programas**

- Microsoft office: Word, Excel, Power Point.
- Autocad

## 2.4. Procedimientos

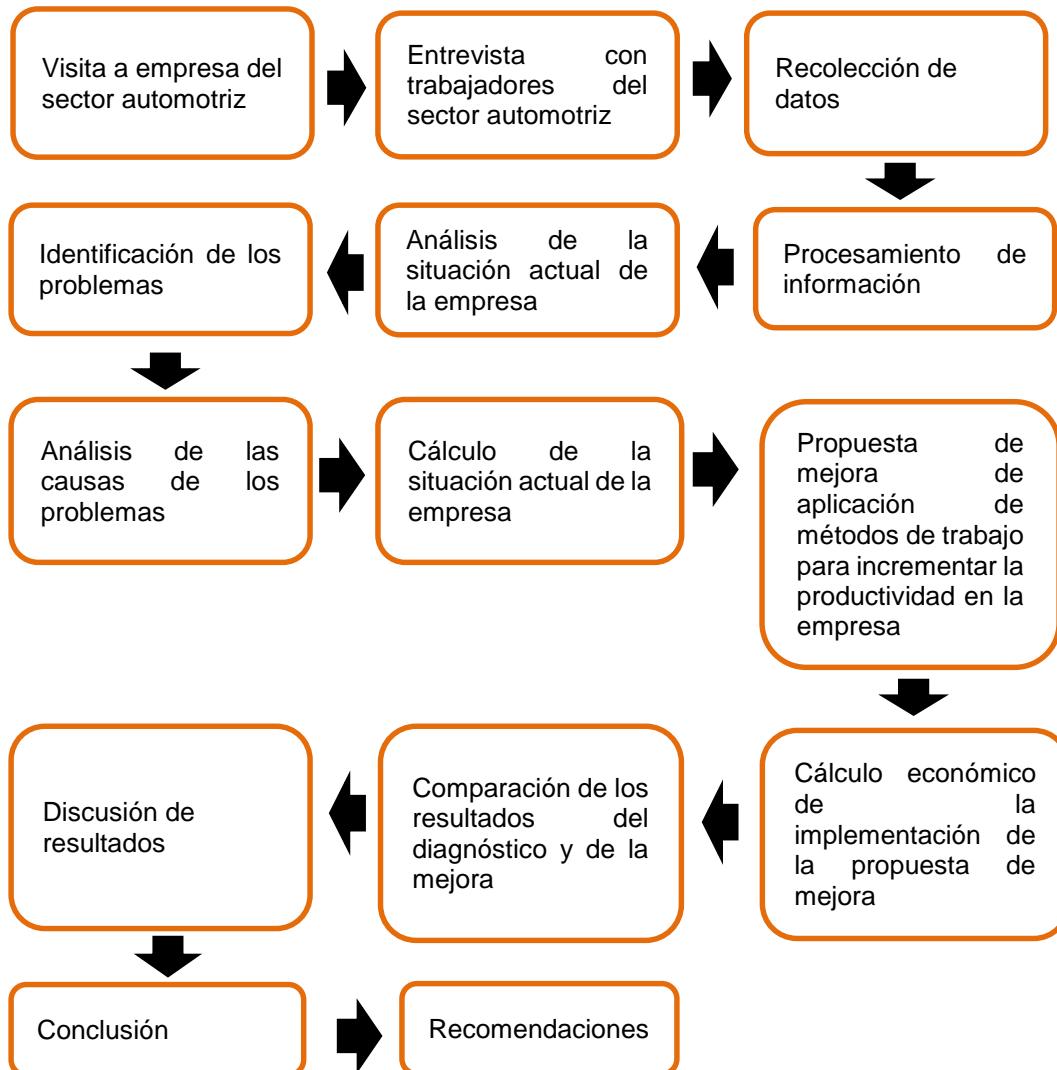


Figura 1 Procedimiento de trabajo en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca.

Fuente 1 Elaboración propia

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Descripción de la empresa

#### 3.1.1. Descripción de la actividad

La empresa cajamarquina donde se realizó la investigación, inició sus actividades en el año 2012. La empresa mencionada se desempeña en el sector económico de mantenimiento y reparación de vehículos y cuenta con aproximadamente 21 colaboradores. Entre sus clientes principales se encuentran CONCEL S.A.C., una empresa del rubro de actividades de arquitectura e ingeniería y, Aguas y Efluentes S.A., empresa de soluciones integrales para la gestión sustentable del agua.

En cuanto a las áreas de la empresa esta cuenta con 5 principales, el área de recepción de vehículos, el área de administración, el área de mantenimiento automotriz, dividida en: zona de alineamiento, de mecánica, de planchado y pintura y la de eléctrica, el área de almacén de vehículos y el área de lavado de vehículos.

#### 3.1.2. Misión, visión, valores y objetivos

##### 3.1.2.1. Visión

Posicionarnos en el mercado automotriz del norte del país, ofreciendo el mejor servicio, confiable y de alta calidad.

##### 3.1.2.2. Misión

Somos una empresa con una amplia variedad de servicios automotrices, contamos con profesionales altamente especializados en las diferentes áreas, comprometidos para brindar el mejor servicio, en instalaciones acorde a la calidad que ofrecemos, con equipos y tecnología de punta, mejorando continuamente para lograr la satisfacción de nuestros clientes.

##### 3.1.2.3. Valores

- Confianza
- Respeto
- Trabajo en equipo
- Responsabilidad
- Seguridad

### 3.1.3. Organigrama

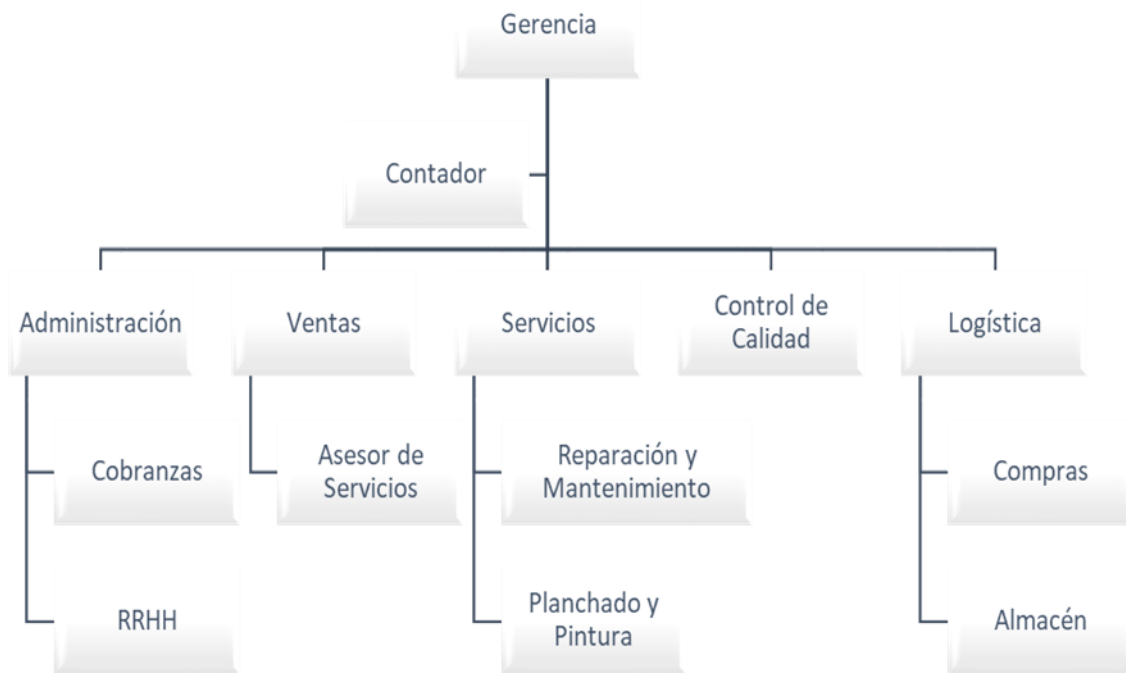


Figura 2 Organigrama en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Fuente 2 Elaboración propia

## **3.2. Diagnóstico del área de estudio**

### **3.2.1. Diagrama de Ishikawa**

El principal problema que presenta la empresa automotriz en la ciudad de Cajamarca son los bajos niveles de productividad en cuanto al mantenimiento vehicular, el cual se presenta en el diagrama Ishikawa (Ver figura n°3).

Para el problema general se tuvo que identificar las causas que lo generan, las cuales se encuentran agrupadas por categorías.

Con respecto a las mediciones y control, hace falta la determinación del tiempo estándar debido a la falta de control de sus tiempos durante una operación, falta de medición de indicadores para determinar la situación actual de la empresa y así tomar decisiones.

En cuanto al material, el cual presenta demora en la adquisición de repuestos debido a que el encargado de compras debe buscar en los diferentes proveedores el producto.

Por otra parte, tenemos el personal, el cual presenta sobrecarga de trabajo debido a que en ocasiones se asigna diversos mantenimientos de vehículos al mismo trabajador, también se presenta descuido de asignaciones debido a que no se verifico los requerimientos descritos en la orden de trabajo.

Otro de los puntos es medio ambiente, el cual presenta polvo, ya que todo el establecimiento tiene piso de hormigón y no es asfaltado lo cual genera problemas en las áreas de trabajo además de la contaminación, también se presenta la humedad debido a que algunas áreas no están protegidas correctamente.

Al hablar de métodos, el cual presenta perdida de repuestos debido a que por descuido son desechados, también hay fallas de comunicación entre áreas debido a que no se daba el trabajo debido a todos los requerimientos, además existen retrasos de entrega de vehículos y extravío de llaves ya que la mayoría de procesos no son controlados debidamente. Así mismo, demora en las estaciones de trabajo, ya que no se cuenta con procedimientos establecidos de la operación.

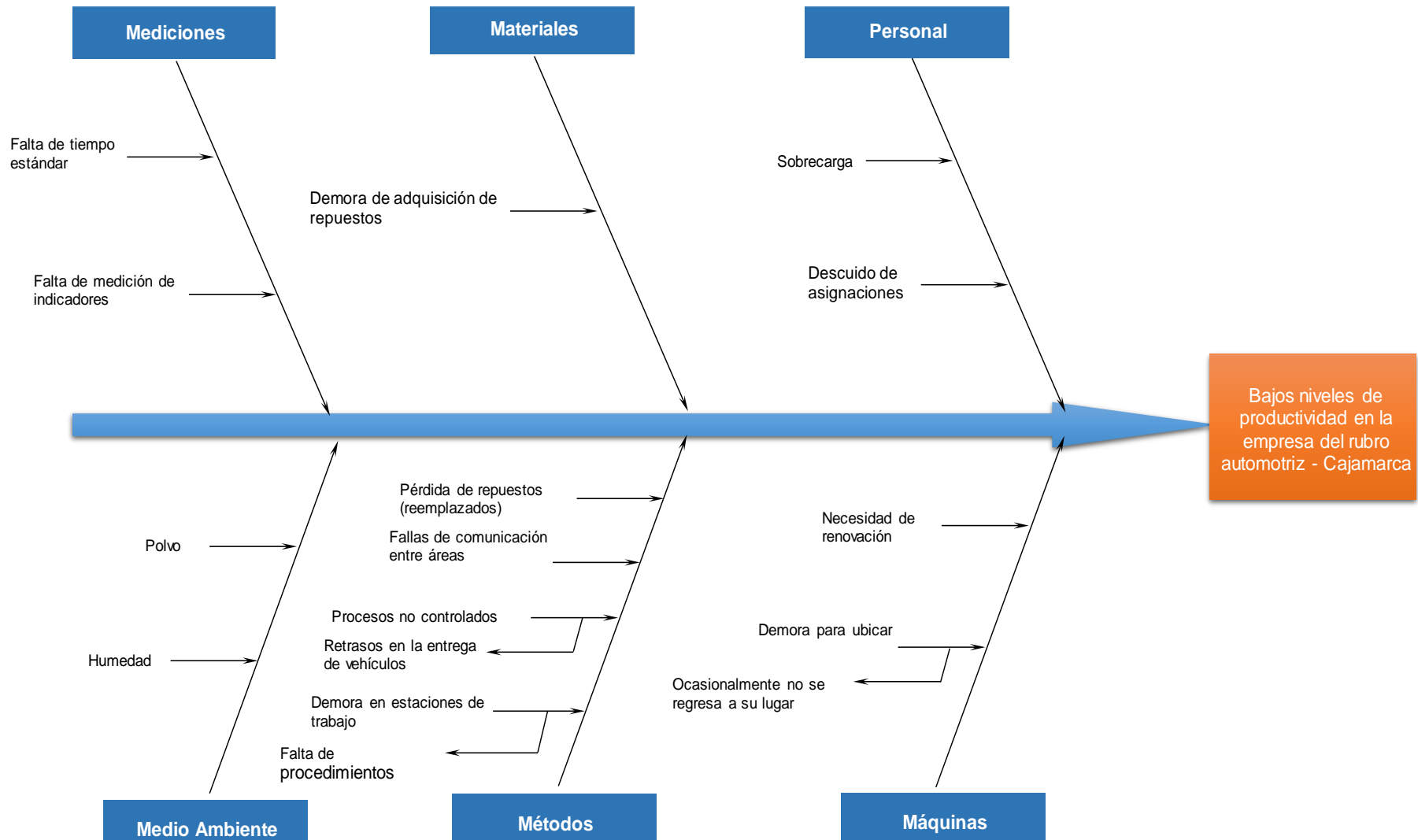


Figura 3 Diagrama Ishikawa en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Fuente 3 Elaboración Propia

### 3.2.2. Diagrama de análisis de procesos

Se muestra los tres diagramas de análisis de procesos de mantenimiento para los 5000 km, 10000 km y 40000 km, con sus respectivos tiempos y distancias. Para la obtención de los datos promedios de los diagramas se utilizó los tiempos de las tablas n°3, n°4 y n°5, donde se encuentran las 6 observaciones realizadas para el estudio de tiempos para cada tipo de mantenimiento según su kilometraje.

#### **Diagrama de análisis de procesos para el mantenimiento de 5000 km.**

En la figura n°4, el diagrama de análisis de procesos del área de mantenimiento automotriz, en el cual se observa que se tiene un total tiempo ciclo de 396.12 minutos, se tiene se tiene un total de cinco operaciones con un tiempo total promedio de 308.86 minutos, dos en transporte con un tiempo total promedio de 9.39 minutos y se tiene tres operaciones combinadas con un tiempo total promedio de 77.88 minutos. Además, se identificó los tiempos más altos durante el mantenimiento automotriz, siendo estos los siguientes:

- La operación combinada que es la evaluación inicial, la cual toma 32.32 minutos para realizarla, ya que se revisan todos los componentes externos del vehículo, como frenos, luces, llantas, que no existan daños externos del vehículo. Además de verificar que el vehículo tenga el funcionamiento adecuado.
- La operación de mantenimiento, la cual toma 289.70 minutos para realizarlo, ya que se realiza cambio a de aceite del motor, cambio del filtro de aceite de motor y escaneado.
- La operación combinada de evaluación salida, la cual toma 35.05 minutos para realizarlo, ya que todas las piezas tienen que estar en las condiciones correctas, además verificar el estado de los componentes externos y fluidos del vehículo.



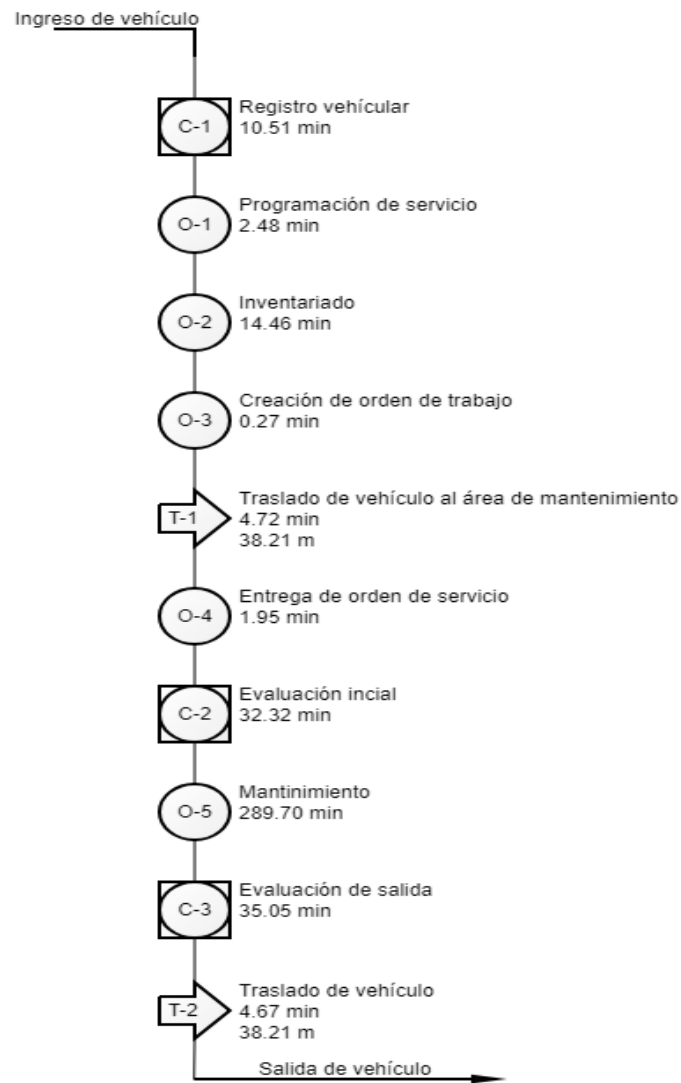


Figura 4 Diagrama de análisis de procesos en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Fuente 4 Elaboración propia

Tabla 3 Resumen de actividades DAP en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para el mantenimiento de 5 000 km.

<b>Actividad</b>	<b>Presente</b>
Operación	5
Transporte	1
Demora	0
Inspección	0
Almacenaje	0
Combinada	3
<b>Total de actividades</b>	<b>9</b>
<b>Distancia T.M</b>	<b>76.42</b>
<b>Tiempo T.min</b>	<b>396.12</b>

Fuente 5 Elaboración propia

#### **Diagrama de análisis de procesos para el mantenimiento de 10 000 km.**

En la figura n°5, el diagrama de análisis de procesos del área de mantenimiento automotriz, en el cual se observa que se tiene un total de cinco operaciones con un tiempo total promedio de 530.65 minutos, se tiene un total de tres en transporte con un tiempo total promedio de 17.6 minutos, se tiene una demora con un tiempo total de 90.75 minutos y se tiene tres operaciones combinadas con un tiempo total promedio de 77.83 minutos. Además, se identificó los tiempos más altos durante el mantenimiento, siendo estos los siguientes:

- La operación combinada que es la evaluación inicial, la cual toma 32.38 minutos para realizarla, ya que se revisan todos los componentes externos del vehículo, como frenos, luces, llantas, que no existan daños externos del vehículo. Además de verificar que el vehículo tenga el funcionamiento adecuado.
- La operación de mantenimiento, la cual toma 323.68 minutos para realizarlo, ya que se realiza cambio de aceite de motor, filtro de aceite, balanceo de ruedas delanteras, alineamiento de dirección, mantenimiento de frenos y escaneado.
- La demora en compra de repuestos, la cual toma 90.75 minutos para realizarlo, ya que el encargado de compras debe buscar diversos repuestos en las distintas tiendas de la ciudad.
- La operación combinada de evaluación de salida, la cual toma 35.99 minutos para realizarlo, ya que todas las piezas tienen que estar en las condiciones correctas, además verificar el estado de los componentes externos y fluidos del vehículo.

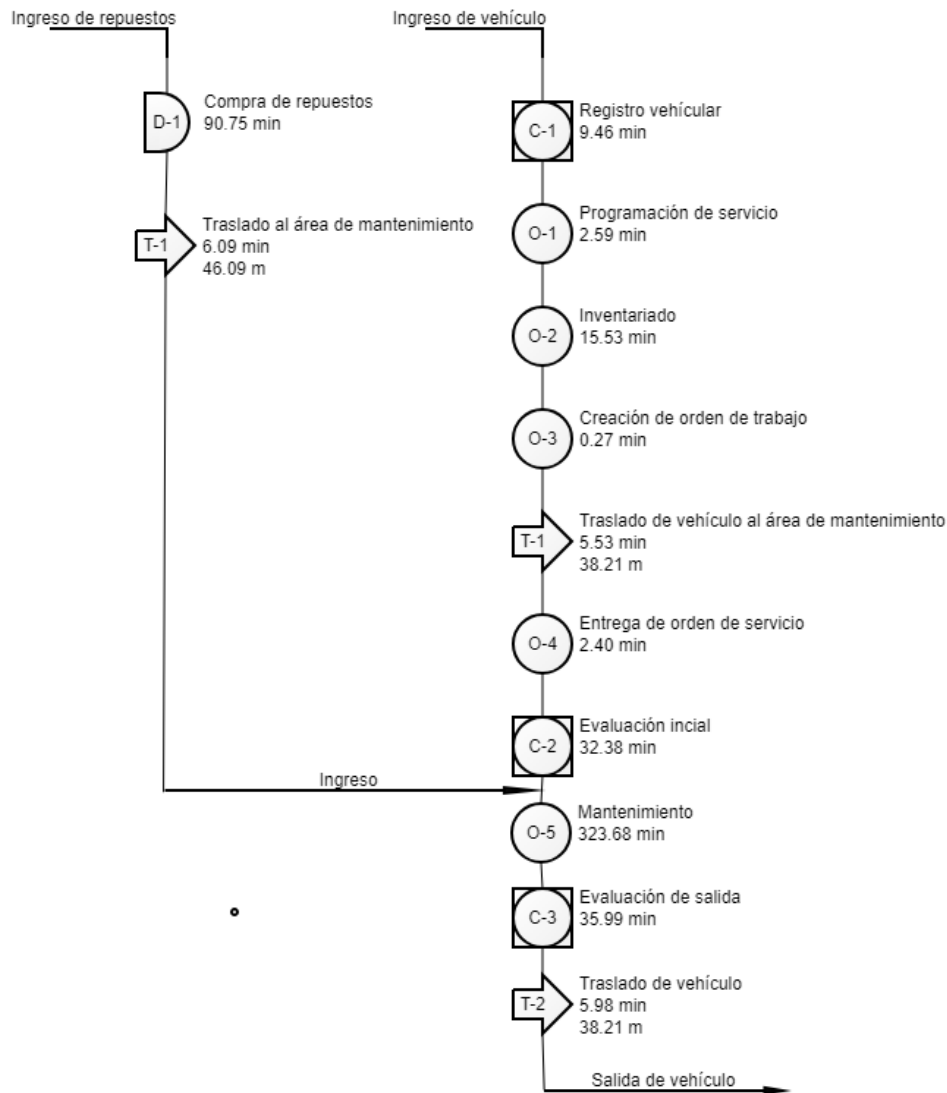


Figura 5 Diagrama de análisis de procesos en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca para mantenimiento de 10 000 km

Fuente 6 Elaboración propia

Tabla 4 Resumen de actividades DAP en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para el mantenimiento de 10000 km

<b>Actividad</b>	<b>Presente</b>
Operación	5
Transporte	2
Demora	1
Inspección	0
Almacenaje	0
Combinada	3
<b>Total de actividades</b>	<b>11</b>
<b>Distancia T.M</b>	<b>122.51</b>
<b>Tiempo T.min</b>	<b>530.65</b>

Fuente 7 Elaboración propia

#### **Diagrama de análisis de procesos para el mantenimiento de 40 000 km.**

En la figura n°6, el diagrama de análisis de procesos del área de mantenimiento automotriz, en el cual se observa que se tiene un total de cinco operaciones con un tiempo total promedio de 821.66 minutos, se tiene un total de tres en transporte con un tiempo total promedio de 15.71 minutos, se tiene una demora con un tiempo total de 89.62 minutos y se tiene tres operaciones combinadas con un tiempo total promedio de 79.78 minutos. Además, se identificó los tiempos más altos durante el mantenimiento, siendo estos los siguientes:

- La operación combinada que es la evaluación inicial, la cual toma 33.08 minutos para realizarla, ya que se revisan todos los componentes externos del vehículo, como frenos, luces, llantas, que no existan daños externos del vehículo. Además de verificar que el vehículo tenga el funcionamiento adecuado.
- La operación de mantenimiento, la cual toma 616.35 minutos para realizarlo, ya que se realiza cambio de fluidos del vehículo (aceite de motor, aceite de caja, líquido de frenos, refrigerante, hidrolina), cambio de filtro de aceite, cambio de filtro de aire, balanceado de ruedas delanteras, alineamiento de dirección, mantenimiento de frenos y escaneado.
- La demora en compra de repuestos, la cual toma 89.62 minutos para realizarlo, ya que el encargado de compras debe buscar diversos repuestos en las distintas tiendas de la ciudad.
- La operación combinada de evaluación de salida, la cual toma 35.85 minutos para realizarlo, ya que todas las piezas tienen que estar en las condiciones correctas, además verificar el estado de los componentes externos y fluidos del vehículo.

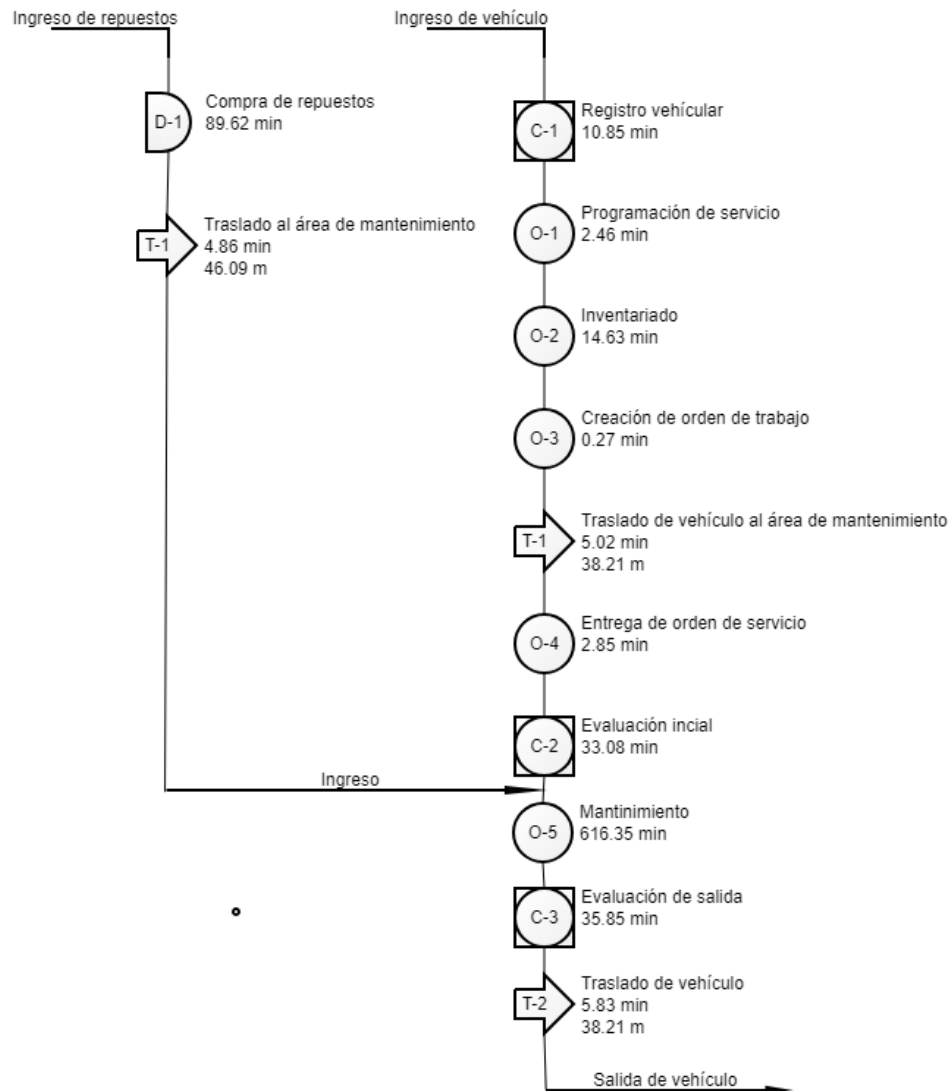


Figura 6 Diagrama de análisis de procesos en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para mantenimiento de 40 000 km

Fuente 8 Elaboración propia

Tabla 5 Resumen de actividades DAP en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca para el mantenimiento de 40 000 km

<b>Actividad</b>	<b>Presente</b>
Operación	5
Transporte	1
Demora	0
Inspección	0
Almacenaje	0
Combinada	3
<b>Total de actividades</b>	<b>9</b>
<b>Distancia T.M</b>	<b>122.51</b>
<b>Tiempo T.min</b>	<b>821.67</b>

Fuente 9 Elaboración propia

### 3.2.3. Diagrama de flujo

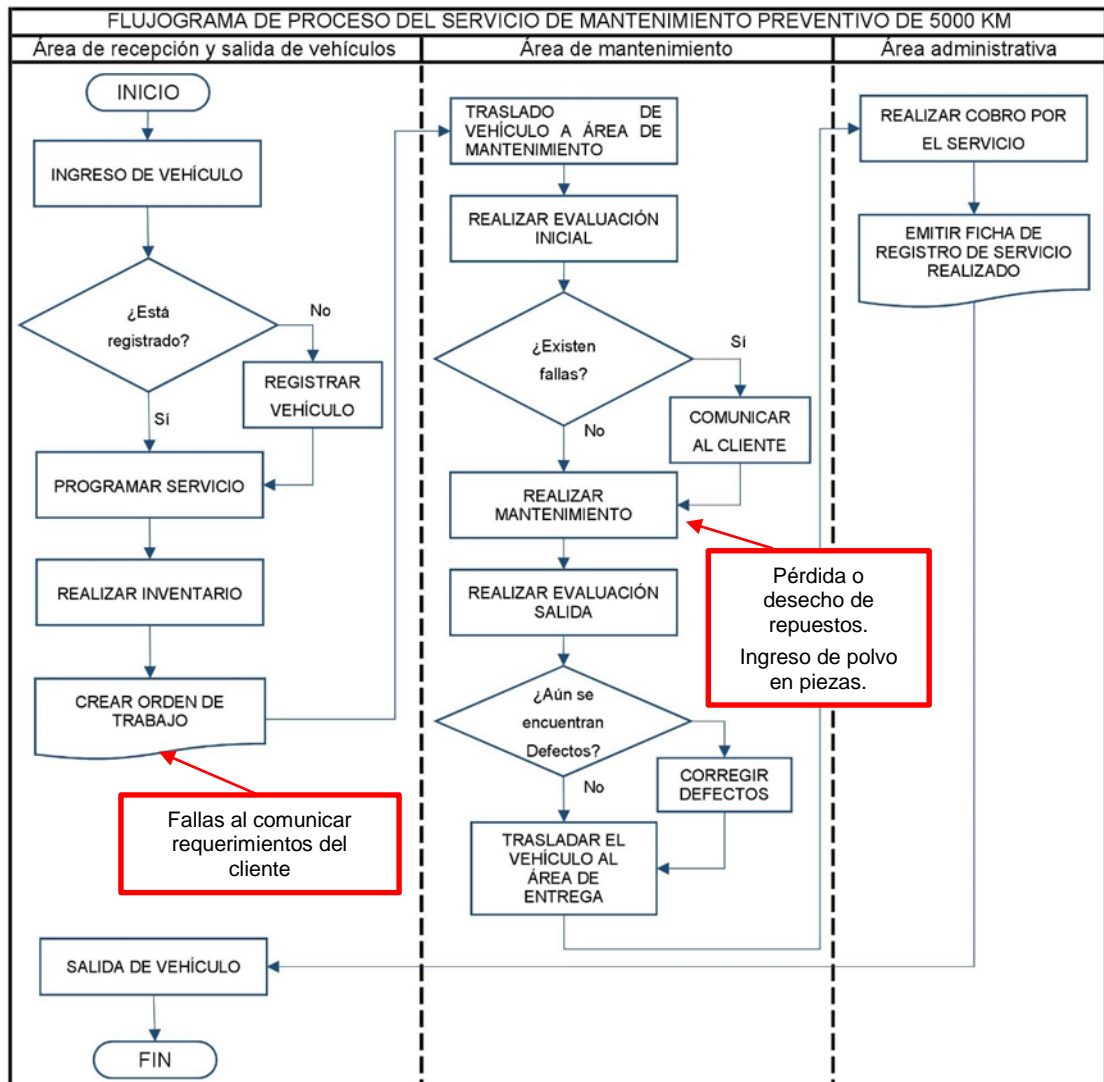


Figura 7 Diagrama de flujo del área de mantenimiento preventivo de 5 000km

Fuente 10 Elaboración propia

En el diagrama de flujo mostrado en la figura n°7 se puede observar el proceso de mantenimiento preventivo de 5 000 km en una empresa del rubro automotriz en Cajamarca, según se explica a continuación:

Inicia con el ingreso del vehículo al área de recepción y salida de vehículos, para la programación del servicio, el asesor de servicio verifica si el cliente y su vehículo se encuentran registrados en el sistema, de no ser así, los registra y continúa. Seguidamente se realiza el inventariado del vehículo en el que se verificará que herramientas u objetos se están quedando en él para el servicio, asimismo, se revisará si tiene algún daño y si sus componentes están en buen estado. Una vez realizado el inventario, se procede a la

creación de la orden de trabajo, en la cual se especifica el servicio a realizar y cualquier detalle brindado por el cliente, ya sea tipo de aceite o preferencias con respecto al servicio por realizar, en esta actividad se observó que ocasionalmente no se coloca claramente las solicitudes del cliente o se las omite.

Posteriormente se traslada el vehículo al área de mantenimiento, proceso en el que se observó extravío de llaves causado principalmente por el desorden en la empresa. Luego se realiza una evaluación inicial, en la que se verifica que el vehículo no cuente con fallas para proceder con el mantenimiento preventivo, de encontrar fallas se avisa al cliente para saber si desea que sean trabajadas según sea su nivel gravedad, una vez hecho eso se pasa a realizar el mantenimiento preventivo en sí. En este punto, se vio la ocasional pérdida o desecho de repuestos, que deben ser entregados a los clientes tras su reemplazo y también que, esporádicamente, ingresa polvo a las piezas que están siendo trabajadas, generando retrasos al realizar el servicio de mantenimiento. Se culmina el mantenimiento preventivo con una última evaluación, en la que se verifica que no queden imperfectos en el vehículo y el debido funcionamiento de sus componentes, si se los encuentra entonces se los deberá corregir para trasladar el vehículo de vuelta al área de recepción y salida de vehículos.

Por su parte el cliente debe pasar al área administrativa para pagar por el servicio realizado, en donde se emitirá la ficha de registro de servicio realizado y finalmente, se procederá a la entrega del vehículo al cliente en la zona de entrega para la salida del mismo.



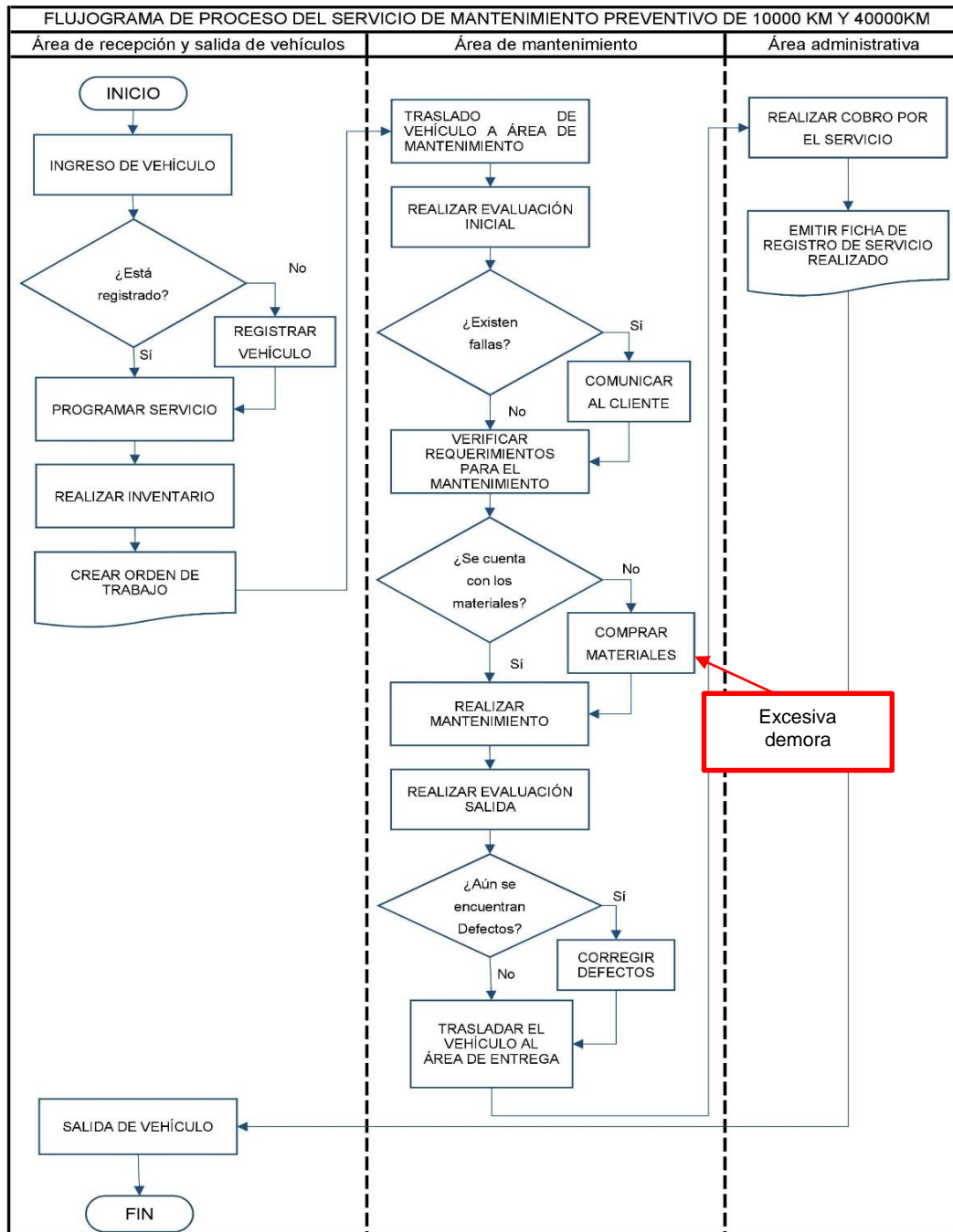


Figura 8 Flujograma del área de mantenimiento preventivo de 10 000 km y 40 000 km

Fuente 11 Elaboración propia

En el diagrama de flujo mostrado en la figura n°8 se puede observar los procesos de mantenimiento preventivo de 10 000 km y 40 000 km. Dichos procesos, coinciden con los de 5 000 km, tan solo que se añade una actividad tras la evaluación inicial, que consiste en la verificación de requerimientos para el mantenimiento, en la que se verifica si se cuenta con todos los materiales necesarios para realizarlo. De no contar con estos, se procede a adquirirlos enviando un encargado para realizar la compra. Es en esta actividad que, se observó una excesiva demora, la que origina grandes retrasos en todo el proceso de mantenimiento vehicular

### 3.2.4. Diagnóstico de la variable independiente (procesos):

Habiendo realizado la encuesta se notó que el 57.14% de los técnicos considera que el mantenimiento preventivo de mayor criticidad para la empresa, mientras que, el 42.86% restante cree que el mantenimiento correctivo es el más crítico. Por lo cual se estudiará el mantenimiento de mayor importancia.

#### 3.2.4.1. Producción

Para el estudio de tiempos de procesos, se tomaron como unidades de estudio a los vehículos de tipo pick up que ingresaban a la empresa para el mantenimiento preventivo, considerando mantenimiento de 5 000, 10 000 y 40 000 kilómetros. Adicionalmente, los trabajadores laboran 10 horas al día. Para comprobar si el número de observaciones es suficiente se empleó el método estadístico para determinar el número de observaciones para cada una de los mantenimientos preventivos. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Numero de observaciones.

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

n= tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n´= Numero de observaciones del estudio preliminar

Σ= Suma de los valores

x= Valor de las observaciones

40= Valor de A (constante para un nivel de confianza de 94.45%)

#### Producción para mantenimiento de 5 000 km

En la tabla n°6, se observa los tiempos para cada actividad mostrada en la figura n°4, para ello se realizó seis observaciones para el mantenimiento de 5000 km, en los cuales se obtuvieron los siguientes tiempos.

Tabla 6 Toma de tiempos para el estudio de mantenimiento de 5000 km

Actividad	Observaciones mantenimiento 5000 km						X observaciones
	1	2	3	4	5	6	
Registro vehicular	10.35	11.56	8.12	9.82	10.96	12.22	10.51
Programación de servicio	2.16	3.02	3.10	3.47	2.02	1.08	2.48
Inventariado	14.01	14.81	12.95	14.14	15.60	15.27	14.46
creación de orden de trabajo	0.25	0.27	0.25	0.29	0.27	0.27	0.27
traslado de vehículo al área de mantenimiento	4.48	4.83	4.17	3.71	4.74	6.41	4.72
Entrega de orden de servicio	2.52	1.37	2.15	1.79	1.55	2.30	1.95
evaluación inicial	31.89	32.26	33.88	33.00	30.46	32.42	32.32
Mantenimiento	276.50	284.23	310.74	276.81	303.47	286.42	289.70
evaluación de salida	34.82	35.54	33.17	34.26	35.07	37.44	35.05
Traslado de vehículo	5.61	3.75	3.65	6.56	3.80	4.67	4.67
$\Sigma$	382.59	391.64	412.18	383.85	407.94	398.50	<b>2376.70</b>
$\Sigma^2$	146375.11	153381.89	169892.35	147340.82	166415.04	158802.25	<b>942207.47</b>
						Promedio	396

Fuente 12 Elaboración propia

$$n = \left( 40 * \frac{\sqrt{6(942207.47) - (2376.7)^2}}{2376.7} \right)^2 = 1.286$$

Según la fórmula, el valor de n' debe ser mayor al n, por lo tanto, el número de observaciones es suficiente, ya que el n'=6 y el resultado de n= 1.286.

Para determinar la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°6 para la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Capacidad de producción

$$\text{Producción} = \frac{tb}{c}$$

$$\text{Producción} = \frac{10\text{horas} * 60\text{minutos}}{289.70\text{minutos}} = 2.07 \text{ vehículos/día}$$

Producción para mantenimiento de 10 000 km

En la tabla n°7, se observa los tiempos para cada actividad mostrada en la figura n°5, para ello se realizó seis observaciones para el mantenimiento de 10 000 km, en los cuales se obtuvieron los siguientes tiempos.

Tabla 7 Toma de tiempos para el estudio de mantenimiento de 10 000 km

Actividad	Observaciones mantenimiento 10 000 km						X observaciones
	1	2	3	4	5	6	
Registro vehicular	9.81	11.46	9.90	8.42	9.05	8.14	9.46
Programación de servicio	1.64	3.01	1.91	3.78	1.98	3.24	2.59
Inventariado	13.17	16.92	16.51	15.49	14.91	16.19	15.53
creación de orden de trabajo	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.25	0.27
traslado de vehículo al área de mantenimiento	4.79	7.05	3.17	6.84	7.75	3.58	5.53
Entrega de orden de servicio	2.64	2.37	2.53	1.79	3.25	1.83	2.40
evaluación inicial	32.58	30.38	34.48	33.35	33.44	30.04	32.38
Compra de repuestos	92.26	89.01	91.07	90.02	91.13	90.99	90.75
Traslado de repuestos	7.51	6.77	5.37	4.52	6.74	5.61	6.09
Mantenimiento	339.47	314.91	309.03	330.83	334.33	313.48	323.68
evaluación de salida	33.45	33.33	37.70	37.88	36.03	37.52	35.99
Traslado de vehículo	5.09	7.89	6.46	4.80	4.52	7.14	5.98
$\Sigma$	<b>542.67</b>	<b>523.37</b>	<b>518.40</b>	<b>538.00</b>	<b>543.42</b>	<b>518.01</b>	
$\Sigma^2$	<b>294490.73</b>	<b>273916.16</b>	<b>268738.56</b>	<b>289444.00</b>	<b>295305.30</b>	<b>268334.36</b>	
						<b>Promedio</b>	<b>530.87</b>

Fuente 13 Elaboración propia

$$n = (40 * \frac{\sqrt{6(1690229.1) - (3183.87)^2}}{3183.87})^2 = 0.686$$

Según la fórmula, el valor de  $n'$  debe ser mayor al  $n$ , por lo tanto, el número de observaciones es suficiente, ya que el  $n'=6$  y el resultado de  $n=0.686$ .

Para determinar la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°7 para la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Capacidad de producción

$$\text{Producción} = \frac{tb}{c}$$

$$\text{Producción} = \frac{10\text{horas} * 60\text{minutos}}{323.68\text{minutos}} = 1.85 \text{ veh\acute{u}culos/d\acute{a}a}$$

#### Producción para mantenimiento de 40 000 km

En la tabla n°8, se observa los tiempos para cada actividad mostrada en la figura n°6, para ello se realizó seis observaciones para el mantenimiento de 40 000 km, en los cuales se obtuvieron los siguientes tiempos.

Tabla 8 Toma de tiempos para el estudio de mantenimiento de 40 000 km

Actividad	Observaciones mantenimiento 40000 km						X observaciones
	1	2	3	4	5	6	
Registro vehicular	12.64	12.79	11.11	9.50	8.95	10.12	10.85
Programación de servicio	1.62	3.00	3.15	2.00	1.59	3.37	2.46
Inventariado	14.42	16.33	15.59	13.01	14.47	13.96	14.63
creación de orden de trabajo	0.28	0.27	0.28	0.25	0.28	0.27	0.27
traslado de vehículo al área de mantenimiento	6.18	7.50	5.09	3.12	4.13	4.08	5.02
Entrega de orden de servicio	3.18	3.84	1.92	3.13	3.57	1.48	2.85
evaluación inicial	32.52	34.26	34.78	30.51	33.94	32.47	33.08
Compra de repuestos	92.65	88.95	88.27	89.64	88.15	90.05	89.62
Traslado de repuestos	3.68	5.86	7.62	3.55	3.21	5.21	4.86
Mantenimiento	633.89	630.22	599.72	612.80	625.93	595.52	616.35
evaluación de salida	36.03	35.98	36.72	36.96	35.51	33.89	35.85
Traslado de vehículo	5.83	5.40	3.56	5.12	7.73	7.35	5.83
$\Sigma$	<b>842.92</b>	<b>844.40</b>	<b>807.81</b>	<b>809.59</b>	<b>827.46</b>	<b>797.77</b>	
$\Sigma^2$	<b>710514.13</b>	<b>713011.36</b>	<b>652557.00</b>	<b>655435.97</b>	<b>684690.05</b>	<b>636436.97</b>	
						<b>Promedio</b>	<b>822</b>

Fuente 14 Elaboración propia

$$n = (40 * \frac{\sqrt{6(4052645.48) - (4929.95)^2}}{4929.95})^2 = 0.755$$

Según la fórmula, el valor de n' debe ser mayor al n, por lo tanto, el número de observaciones es suficiente, ya que el n'=6 y el resultado de n= 0.755

Para determinar la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°8 para la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Capacidad de producción

$$\text{Producción} = \frac{tb}{c}$$

$$\text{Producción} = \frac{10\text{horas} * 60\text{minutos}}{616.35 \text{ minutos}} = 0.97 \text{ veh\acute{u}culos/d\acute{a}a}$$

- En las tres categorías de mantenimiento preventivo analizadas, se notó un nivel bajo de producción, sustentado por los altos tiempos empleados en el mantenimiento y en la compra de los repuestos con los que no se cuentan en la tienda que se encuentra dentro de las instalaciones de la empresa, en tal aspecto dichos niveles de producción resultan en 2.07, 1.85 y 0.97 unid/día respectivamente, para las categorías de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km.

### 3.2.4.2. Tiempo ciclo

#### Tiempo ciclo para mantenimiento de 5 000 km

Para la determinar el tiempo ciclo se consideró el mayor tiempo de actividad, siendo el de mantenimiento mostrado en el diagrama de análisis de procesos en la figura n°4, resultando este:

$$\text{Tiempo Ciclo} = 289.70 \text{ minutos}$$

#### Tiempo ciclo para mantenimiento de 10 000 km

Para la determinar el tiempo ciclo se consideró el mayor tiempo de actividad, siendo el de mantenimiento mostrado en el diagrama de análisis de procesos en la figura n°5, resultando este:

$$\text{Tiempo Ciclo} = 323.68 \text{ minutos}$$

#### Tiempo ciclo para mantenimiento de 40 000 km

Para la determinar el tiempo ciclo se consideró el mayor tiempo de actividad, siendo el de mantenimiento mostrado en el diagrama de análisis de procesos en la figura n°6, resultando este:

$$\text{Tiempo Ciclo} = 616.35 \text{ minutos}$$

- Para las tres categorías se observaron un elevado tiempo ciclo siendo estos 289.70minutos (4.83 h) para el mantenimiento de 5 000 km, 323.68 minutos (5.4 h) para el mantenimiento de 10 000 km y 616.35 minutos (10.27 h) para el mantenimiento de 40 000 km. Esto se debe a que los colaboradores emplean procedimientos no controlados para realizar sus actividades, lo que resulta en extensiones del tiempo empleado en cada una de estas.

### 3.2.4.3. Tiempo ocioso

#### Tiempo ocioso para mantenimiento de 5 000 km

Para determinar el tiempo ocioso se han tomado los tiempos de las actividades que no generan valor al producto, tales como transporte y demora mostradas en la figura nº4, se tiene un tiempo total en transporte de 9.4 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

$$\text{Tiempo ocioso} = 9.40 \text{ minutos}$$

#### Tiempo ocioso para mantenimiento de 10 000 km

Para determinar el tiempo ocioso se han tomado los tiempos de las actividades que no generan valor al producto, tales como transporte y demora mostradas en la figura nº5, se tiene un tiempo total en transporte de 17.6 y en demora un total de 90.75 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

$$\text{Tiempo ocioso} = 108.35 \text{ minutos}$$

#### Tiempo ocioso para mantenimiento de 40 000 km

Para determinar el tiempo ocioso se han tomado los tiempos de las actividades que no generan valor al producto, tales como transporte y demora mostradas en la figura nº6, se tiene un tiempo total en transporte de 15.71 minutos y en demora un total de 89.62 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

$$\text{Tiempo ocioso} = 105.32 \text{ minutos}$$

- En cuanto a los tiempos ociosos, los investigadores notaron uno ligeramente alarmante en el mantenimiento preventivo de 5 000 km; mientras que tanto para los mantenimientos de 10 000 km como de 40 000 km se observaron situaciones verdaderamente preocupantes, pues para estos casos se contaron 108.35 minutos y 105.32 minutos respectivamente, esto se debió a que para estos casos se debió enviar a un colaborador para que compre algunos repuestos necesarios para la puesta a punto de los vehículos.



#### 3.2.4.4. Tiempo promedio

##### Tiempo promedio para mantenimiento de 5 000 km

Para determinar el tiempo promedio, se utiliza los datos de las observaciones de la tabla n°6, donde tenemos un tiempo total en operaciones de 308.86 minutos, en transporte un tiempo total de 9.36 minutos y en operaciones combinadas un tiempo total de 77.88 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

Tiempo promedio = 396.12 minutos

##### Tiempo promedio para mantenimiento de 10 000 km

Para determinar el tiempo promedio, se utiliza los datos de las observaciones de la tabla n°7, donde tenemos un tiempo total en operaciones de 530.65 minutos, en transporte un tiempo total de 17.6 minutos, en operaciones combinadas un tiempo total de 77.83 minutos y en demora tenemos un tiempo total de 90.75 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

Tiempo promedio = 530.65 minutos

##### Tiempo promedio para mantenimiento de 40 000 km

Para determinar el tiempo promedio, se utiliza los datos de las observaciones de la tabla n°8, donde tenemos un tiempo total en operaciones de 821.66 minutos, en transporte un tiempo total de 15.71 minutos, en operaciones combinadas un tiempo total de 79.78 minutos y en demora tenemos un tiempo total de 89.62 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

Tiempo promedio = 821.66 minutos

- Habiendo ejecutado la encuesta se obtuvo que la totalidad de los técnicos de la empresa consideran que cuentan con procesos estandarizados en los mantenimientos preventivos. Además, el 85.71 % de los técnicos menciona que trabaja con tiempos estandarizados, sin embargo, en las observaciones realizadas se ven variaciones de hasta 30 minutos aproximadamente, lo que nos indica que los tiempos de trabajo no están estandarizados.

En la figura n°9, se muestra el taller mecánico, mostrando las diferentes áreas de la empresa.

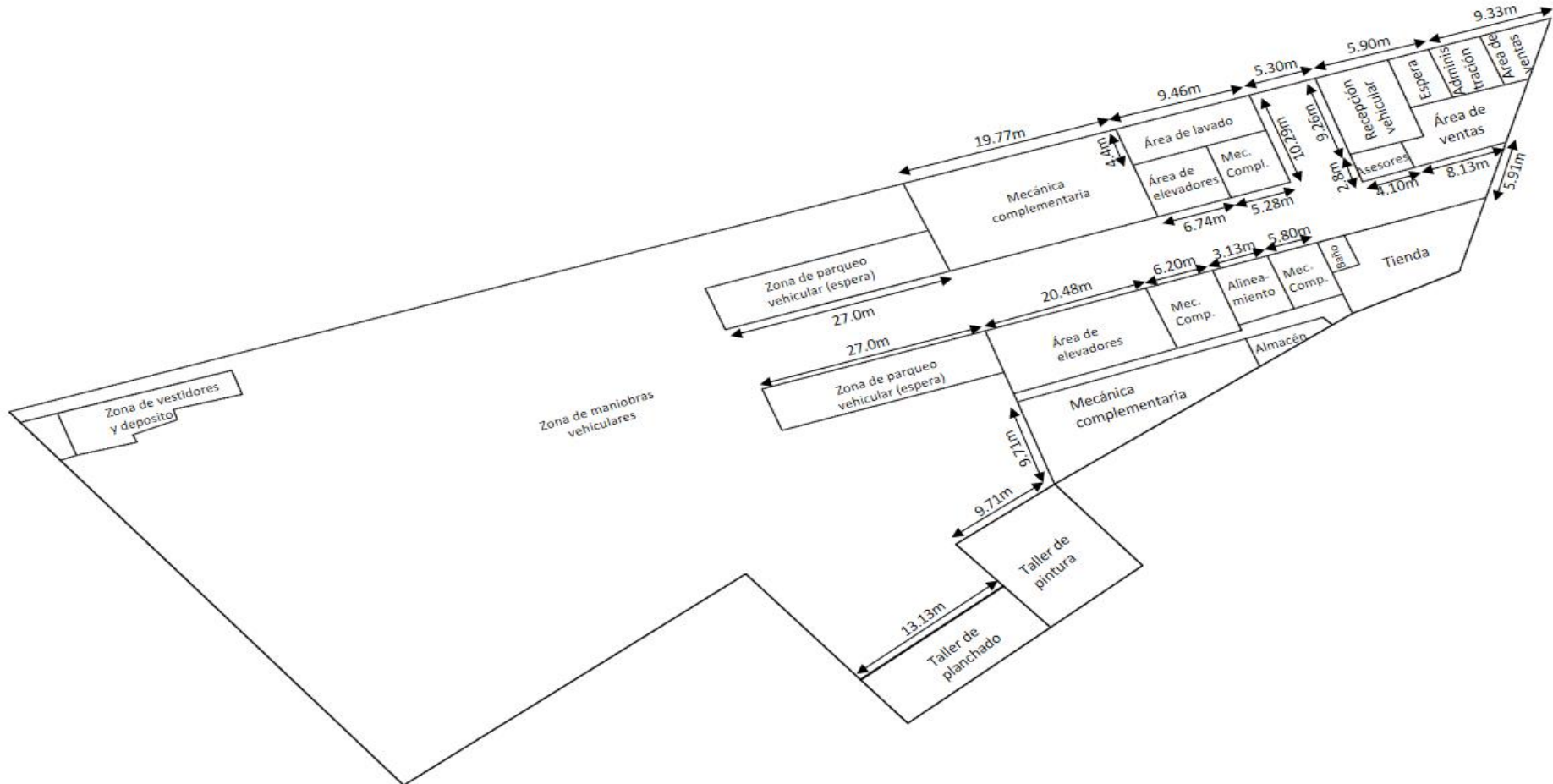


Figura 9 Mapa de áreas de trabajo en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca

Fuente 15 Elaboración propia

Tabla 9 Áreas totales y en uso en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca

<b>Layout</b>		
<b>Metros cuadrados en total</b>	4221.41	Metros cuadrados
<b>Metros cuadrados en uso</b>	2381.439	Metros cuadrados
<b>Metros cuadrados en uso (%)</b>	56%	Empleado

Fuente 16 Elaboración propia

- Actualmente el taller no está utilizando la capacidad máxima, ya que este solo está utilizando 2381.439 metros de los 4221.41 metros disponibles, el porcentaje de utilización es del 56%, por lo que esto generaría una gran desventaja con respecto al uso de la planta.
- Tras la aplicación de la encuesta se vio que el 42.86 % de los técnicos de la empresa creen que se cuenta con una correcta distribución de las áreas de trabajo, mientras que el 57.14 % opina lo contrario. Por lo cual se cree conveniente proponer la redistribución de las instalaciones de la empresa en cuestión.

#### 3.2.4.6. Distancia recorrida

Para determinar la distancia recorrida se considera la figura n°10, para la obtención de los metros utilizados para la realización del mantenimiento preventivo. Tal como se muestra en la tabla n°10, mostrando los recorridos en cada mantenimiento.

Tabla 10 Tabla de distancias recorridas en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca

<b>Distancia recorrida</b>		
<b>Mantenimiento de 5 000 km</b>	76.42	metros
<b>Mantenimiento de 10 000 km</b>	76.42	metros
<b>Mantenimiento de 40 000 km</b>	76.42	metros

Fuente 17 Elaboración propia

Distancia recorrida para el mantenimiento de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km

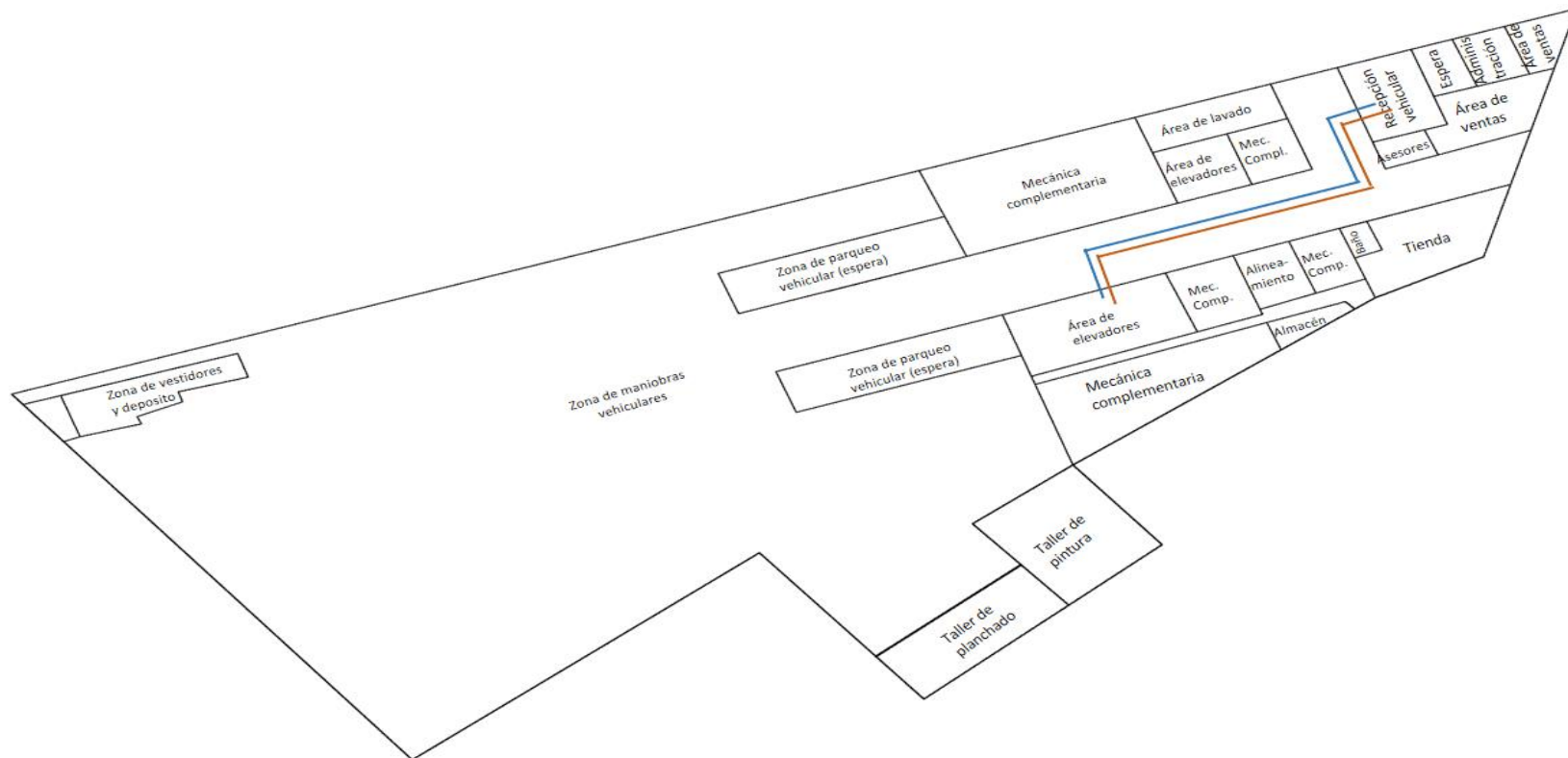


Figura 10 Mapa de recorrido de vehículos para mantenimiento de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km

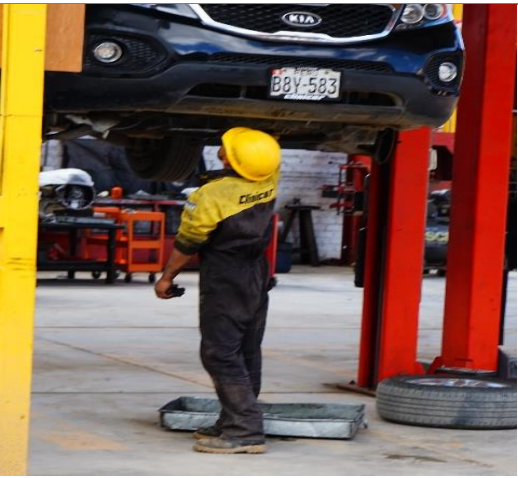
Fuente 18 Elaboración propia

- Las distancias recorridas en las actividades de mantenimiento preventivo en la empresa estudiada son altas, en el mantenimiento de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km muestran una distancia de 76.42 metros, en los tres casos se muestran la misma distancia debido que el proceso de mantenimiento se realiza en el área de elevadores. Dichas distancias son perjudiciales para la ejecución de las actividades en la empresa ya que, generan retrasos en los tiempos y por tal, empleo de mayor cantidad de recursos.

**3.2.4.7. Riesgo ergonómico**

Según se muestra en la tabla n°11, se observa nueve posturas de trabajo, en la cuales se está detallando las actividades realizas, también se realiza la numeración respectiva según el método Owas, obteniendo los resultados en la tabla n°12 de resultados.

Tabla 11 Riesgo ergonómico de los trabajadores en una empresa del rubro automotriz – Cajamarca.

Observación	Actividad	Resultados	
1	 <p>Cambio de hidrolina.</p>	Posición de la espalda	2
		Posición de los brazos	2
		Posición de las piernas	3
		Carga soportada	1
		Categoría de riesgo	2
		Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.
		Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
		Posición de la espalda	1
		Posición de los brazos	3
Posición de las piernas	4		
Carga soportada	1		

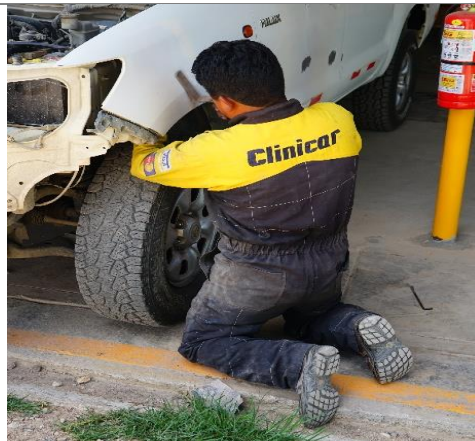
2



Revisión de trapecios inferiores (suspensión).

Categoría de riesgo	2
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.
Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.



3



Reparación de abolladura.

Posición de la espalda	3
Posición de los brazos	3
Posición de las piernas	6
Carga soportada	1
Categoría de riesgo	4
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.



		Acción correctiva	Se requiere acciones correctivas inmediatamente.
4		Posición de la espalda	4
		Posición de los brazos	1
		Posición de las piernas	3
		Carga soportada	1
		Categoría de riesgo	2
		Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.
		Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
5		Posición de la espalda	2
		Posición de los brazos	1
		Posición de las piernas	2
		Carga soportada	1
		Categoría de riesgo	2
		Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.
		Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.

	Mantenimiento de discos de freno.	Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
6		Posición de la espalda	4
		Posición de los brazos	2
		Posición de las piernas	3
		Carga soportada	2
		Categoría de riesgo	3
		Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con efecto dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.
	Ajustado de ruedas.	Acción correctiva	Se requiere acciones correctivas lo antes posible.
7		Posición de la espalda	4
		Posición de los brazos	1
		Posición de las piernas	4
		Carga soportada	1
		Categoría de riesgo	4
		Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente



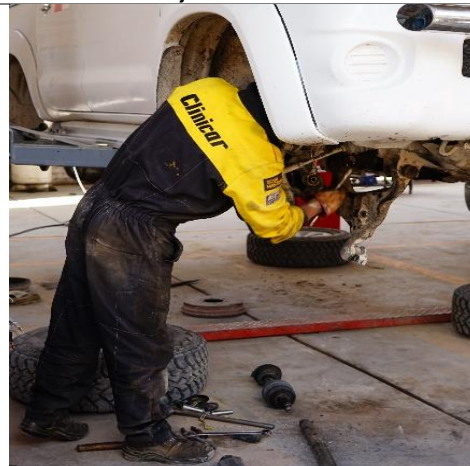


daños sobre el sistema  
músculo-esquelético.

Acción correctiva

Se requiere acciones  
correctivas  
inmediatamente.

Desmontaje de discos de freno.



8

Posición de la espalda

4

Posición de los brazos

2

Posición de las piernas

3

Carga soportada

1

Categoría de riesgo

3

Efectos sobre el sistema  
músculo-esquelético

Postura con efecto  
daños sobre el sistema  
músculo-esquelético.

Acción correctiva

Se requiere acciones  
correctivas lo antes  
posible.

Desmontaje de trapecios inferiores.

9



Posición de la espalda	1
Posición de los brazos	1
Posición de las piernas	1
Carga soportada	1
Categoría de riesgo	1
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.
Acción correctiva	No requiere acción.

Revisión de accesorios de motor.

Fuente 19 Elaboración propia

Tabla 12 Resultados del análisis del riesgo ergonómico en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Resumen			
Categoría de riesgo	Cantidad de observaciones	Porcentaje de incidencia	Interpretación
1	1	11%	Las circunstancias de trabajo en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. resultan riesgosas para el colaborador, ante lo cual se requiere tomar acciones debidas para que no haya daños a corto y largo plazo.
2	4	44%	
3	2	22%	
4	2	22%	

Fuente 20 Elaboración propia

Para la obtención del nivel de riesgo que existen en las malas posturas que realizan los técnicos de la empresa, se analizaron todas las malas posturas y se sumaron los niveles de riesgo obtenidos en cada una de las observaciones, luego se divide entre la sumatoria del nivel máximo que se podían obtener de acuerdo a las categorías del método Owas y finalmente se multiplica por cien para tener el porcentaje de riesgo.

Ecuación 3 Nivel de riesgo ergonómico

$$\text{NRE} = \frac{\text{Nivel de riesgo obtenido}}{\text{Nivel de riesgo máximo}} \times 100$$

$$\text{NRE} = \frac{1+2+2+2+2+3+3+4+4}{4+4+4+4+4+4+4+4+4} \times 100$$

$$\text{NRE} = 64\%$$

Tras la encuesta realizada se observó que la totalidad de técnicos en la empresa desconoce qué es la ergonomía, por lo cual es de suma importancia realizar charlas informativas con respecto a ese tema. Detallando este aspecto, el 71.43 % indicó sentir incomodidad o carga excesiva en sus extremidades o espalda al realizar sus actividades laborales, mientras que el 28.57 % mencionó que no percibe incomodidad al realizar sus labores.

### 3.2.5. Diagnóstico de la variable dependiente (productividad):

Para determinar la productividad, se toman en cuenta 7 técnicos encargados del área de mantenimiento empresa y también los 6 elevadores con los que cuenta la empresa.

#### 3.2.5.1. Productividad M – O

Para determinar los niveles de productividad de los empleados, se utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 4 Productividad Mano – Obra

$$\text{Productividad M – O} = \frac{\# \text{ unidades trabajadas}}{\# \text{ de trabajadores}}$$

Para complementar la información se considerado 30 días de trabajo y los 7 técnicos que intervienen en los procesos de mantenimiento de la empresa para obtener la productividad mano de obra.

##### Productividad M – O para el mantenimiento de 5 000 km

Reemplazando los datos obtenidos anteriormente con la producción del mantenimiento de 5000 km y la cantidad de técnicos que intervienen en el mantenimiento.

$$\text{Productividad M – O} = 30 \text{ días} * \frac{2.07 \text{ unid}}{\text{día}}$$

$$\text{Productividad M – O} = 62.13 \text{ vehiculos/ técnico – mes}$$

##### Productividad M – O para el mantenimiento de 10 000 km

Reemplazando los datos obtenidos anteriormente con la producción del mantenimiento de 10 000 km y la cantidad de técnicos que intervienen en el mantenimiento.

$$\text{Productividad M – O} = 30 \text{ días} * \frac{1.85 \text{ unid}}{\text{día}}$$

$$\text{Productividad M – O} = 55.61 \text{ vehiculos/ técnico – mes}$$

##### Productividad M – O para el mantenimiento de 40 000 km

Reemplazando los datos obtenidos anteriormente con la producción del mantenimiento de 40 000 km y la cantidad de técnicos que intervienen en el mantenimiento.

$$\text{Productividad M – O} = 30 \text{ días} * \frac{0.97 \text{ unid}}{\text{día}}$$

$$\text{Productividad M – O} = 29.20 \text{ vehiculos/ técnico – mes}$$

- La productividad de mano de obra muestra muy bajos niveles de vehículos trabajados por operario al mes, indicándonos tan solo 62.13 vehículos/técnico-mes para el mantenimiento de 5 000 km, 55.61 vehículos/técnico-mes para el de 10 000 km y 29.20 vehículos/técnico-mes para el de 40 000 km.

### 3.2.5.2. Productividad H – H

Para la obtención de la productividad H – H se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 5 Productividad Hora - Hombre

$$Productividad\ de\ H - H = \frac{Produccion}{H - Hombre\ disponibles}$$

Para complementar la información hemos considerado 30 días de trabajo y las 10 horas al día que trabaja cada técnico en los procesos de mantenimiento de la empresa para obtener la productividad hora hombre.

#### Productividad H – H para el mantenimiento de 5 000 km

Para determinar la productividad se reemplazan los datos, tales como, la producción del mantenimiento de 5 000 km y las horas que trabaja un técnico al día. Obteniendo el siguiente resultado:

$$Productividad\ de\ H - H = \frac{\frac{2.07\ unid}{día} * 30\ días}{10\ horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - H = 0.207 \frac{vehiculo}{hora\ hombre}$$

#### Productividad H – H para el mantenimiento de 10 000 km

Para determinar la productividad se reemplazan los datos, tales como, la producción del mantenimiento de 10 000 km y las horas que trabaja un técnico al día. Obteniendo el siguiente resultado:

$$Productividad\ de\ H - H = \frac{1.85 \frac{unid}{día} * 30\ días}{10\ horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - H = 0.185 \frac{vehiculo}{hora\ hombre}$$

#### Productividad H – H para el mantenimiento de 40 000 km

Para determinar la productividad se reemplazan los datos, tales como, la producción del mantenimiento de 40 000 km y las horas que trabaja un técnico al día. Obteniendo el siguiente resultado:

$$Productividad\ de\ H - H = \frac{0.97 \frac{unid}{día} * 30\ días}{10\ horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - H = 0.097 \frac{vehiculo}{hora\ hombre}$$

- La productividad de Horas-Hombre, muestra en los tres casos niveles muy preocupantes del logro de actividades en cada uno. De tal manera, en el mantenimiento preventivo de 5 000 km se observó el logro de tan solo 0.207 vehículos por hora hombre, de 0.185 vehículos por hora hombre para el mantenimiento de 10 000 km y de 0.097 vehículos por hora hombre para el de 40 000 km.

### 3.2.5.3. Productividad H – M

Para la obtención de la productividad H – M se utilizó la siguiente fórmula:  
Ecuación 6 Productividad Hora - Maquina

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{Produccion}{H - Maquina\ reales\ disponibles}$$

Para complementar la información hemos considerado 30 días de trabajo y las 10 horas al día que trabaja cada máquina en los procesos de mantenimiento de la empresa para obtener la productividad hora máquina.

#### Productividad H – M para el mantenimiento de 5 000 km

Para determinar la productividad H – M se reemplazan los datos, tales como, la producción del mantenimiento de 5 000 km y las horas máquina que se trabaja al día. Obteniendo el siguiente resultado:

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{2.07 \frac{unid}{día} * 30\ días}{10\ horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - M = 0.207 \frac{vehiculos}{hora\ maquina}$$

#### Productividad H – M para el mantenimiento de 10 000 km

Para determinar la productividad H – M se reemplazan los datos, tales como, la producción del mantenimiento de 10 000 km y las horas máquina que se trabaja al día. Obteniendo el siguiente resultado:

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{1.85 \frac{unid}{día} * 30\ días}{10\ horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - M = 0.185 \frac{vehiculo}{hora\ maquina}$$

Productividad H – M para el mantenimiento de 40 000 km

Para determinar la productividad H – M se reemplazan los datos, tales como, la producción del mantenimiento de 10 000 km y las horas máquina que se trabaja al día. Obteniendo el siguiente resultado:

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{0.97\ \frac{unid}{día} * 30días}{10horas * 30días}$$

$$Productividad\ de\ H - M = 0.097\ \frac{vehículo}{hora\ máquina}$$

- La productividad Hora-Máquina resulta igual de alarmante que la anteriormente analizada productividad de Horas-Hombre pues las máquinas de la empresa se mantienen en funcionamiento la totalidad de horas de atención del taller, resultando en 0.207 vehículos por hora-máquina para el mantenimiento de 5 000 km, 0.185 vehículos por hora-máquina en el de mantenimiento de 10 000 km y de 0.097 vehículos por hora-máquina en el de 40 000 km.

### 3.2.5.4. Actividades productivas

Para determinar las actividades productivas se aplica la siguiente fórmula:  
Ecuación 7 Porcentaje de actividades productivas

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{\Sigma[\text{O} \square]}{\Sigma[\text{O} \square \Rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

Actividades productivas para el mantenimiento de 5 000 km

Para obtener las actividades productivas, se obtienen los datos de la figura nº4, se tiene un tiempo total en operaciones de 308.86 minutos, en transporte de 9.36 minutos y en operaciones combinadas de 77.88 minutos, se observan la cantidad de actividades en el área de mantenimiento preventivo. Aplicando la fórmula tenemos de resultado:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{386.72min}{396.12min} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 97.63\%$$

Actividades productivas para el mantenimiento de 10 000 km

Para obtener las actividades productivas, se obtienen los datos de la figura nº5, se tiene un tiempo total en operaciones de 530.65 minutos, en transporte de 17.6 minutos, en demora de 90.75 minutos y en operaciones combinadas de 77.83 minutos, se observan la cantidad de actividades en el

área de mantenimiento preventivo. Aplicando la fórmula tenemos de resultado:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{422.30\text{min}}{530.65\text{min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 79.58\%$$

#### Actividades productivas para el mantenimiento de 40 000 km

Para obtener las actividades productivas, se obtienen los datos de la figura n°6, se tiene un tiempo total en operaciones de 821.66 minutos, en transporte de 15.71 minutos, en demora de 89.62 minutos y en operaciones combinadas de 79.78 minutos, se observan la cantidad de actividades en el área de mantenimiento preventivo. Aplicando la fórmula tenemos de resultado:

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{716.34\text{min}}{821.66\text{min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 87.18\%$$

- En cuanto a las actividades productivas se observa una situación aceptable en el mantenimiento de 5 000 km con un nivel de 97.62% pero no sucede lo mismo para las otras dos categorías de mantenimiento, los que demuestran una deficiencia para esta dimensión, ya que en el de 10 000 km, se determinó tan solo 79.58% y para el mantenimiento de 40 000 km, 87.18%.

### **3.2.5.5. Actividades improductivas**

Para determinar las actividades productivas se aplica la siguiente fórmula:  
Ecuación 8 Porcentaje de actividades improductivas

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{\sum[\Rightarrow D \nabla]}{\sum[\square \Rightarrow D \nabla]} \times 100$$

#### Actividades improductivas para el mantenimiento de 5 000 km

Para obtener las actividades improductivas, se obtienen los datos de la figura n°4, se tiene un tiempo total en operaciones de 308.86 minutos, en transporte de 9.39 minutos y en operaciones combinadas de 77.88 minutos, se observan la cantidad de actividades en el área de mantenimiento preventivo. Aplicando la fórmula tenemos de resultado:

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{9.40\text{min}}{396.12\text{min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 2.37\%$$



Actividades improductivas para el mantenimiento de 10 000 km

Para obtener las actividades improductivas, se obtienen los datos de la figura n°5, se tiene un tiempo total en operaciones de 530.65 minutos, en transporte de 17.6 minutos, en demora de 90.75 minutos y en operaciones combinadas de 77.83 minutos, se observan la cantidad de actividades en el área de mantenimiento preventivo. Aplicando la fórmula tenemos de resultado:

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{108.35 \text{min}}{530.65 \text{min}} \times 100$$
$$\% \text{ Actividades improductivas} = 20.42\%$$

Actividades improductivas para el mantenimiento de 40 000 km

Para obtener las actividades improductivas, se obtienen los datos de la figura n°6, se tiene un tiempo total en operaciones de 821.66 minutos, en transporte de 15.71 minutos, en demora de 89.62 minutos y en operaciones combinadas de 79.78 minutos, se observan la cantidad de actividades en el área de mantenimiento preventivo. Aplicando la fórmula tenemos de resultado:

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{105.32 \text{min}}{821.66 \text{min}} \times 100$$
$$\% \text{ Actividades improductivas} = 12.82\%$$

- El nivel de actividades improductivas resulta poco alarmante para el mantenimiento de 5 000 km, la cual es de 2.37%. Por otra parte, para las otras dos categorías ese no es el caso, lo que resulta preocupante en el mantenimiento de 10 000 km con un nivel de actividades improductivas de 20.42%, en el mantenimiento de 40 000 km también se observó una situación que merece cuidado, con un nivel de 12.82% de actividades improductivas.

### 3.2.5.6. Resultados del diagnóstico

Tabla 13 Matriz de operacionalización de variables y resultados

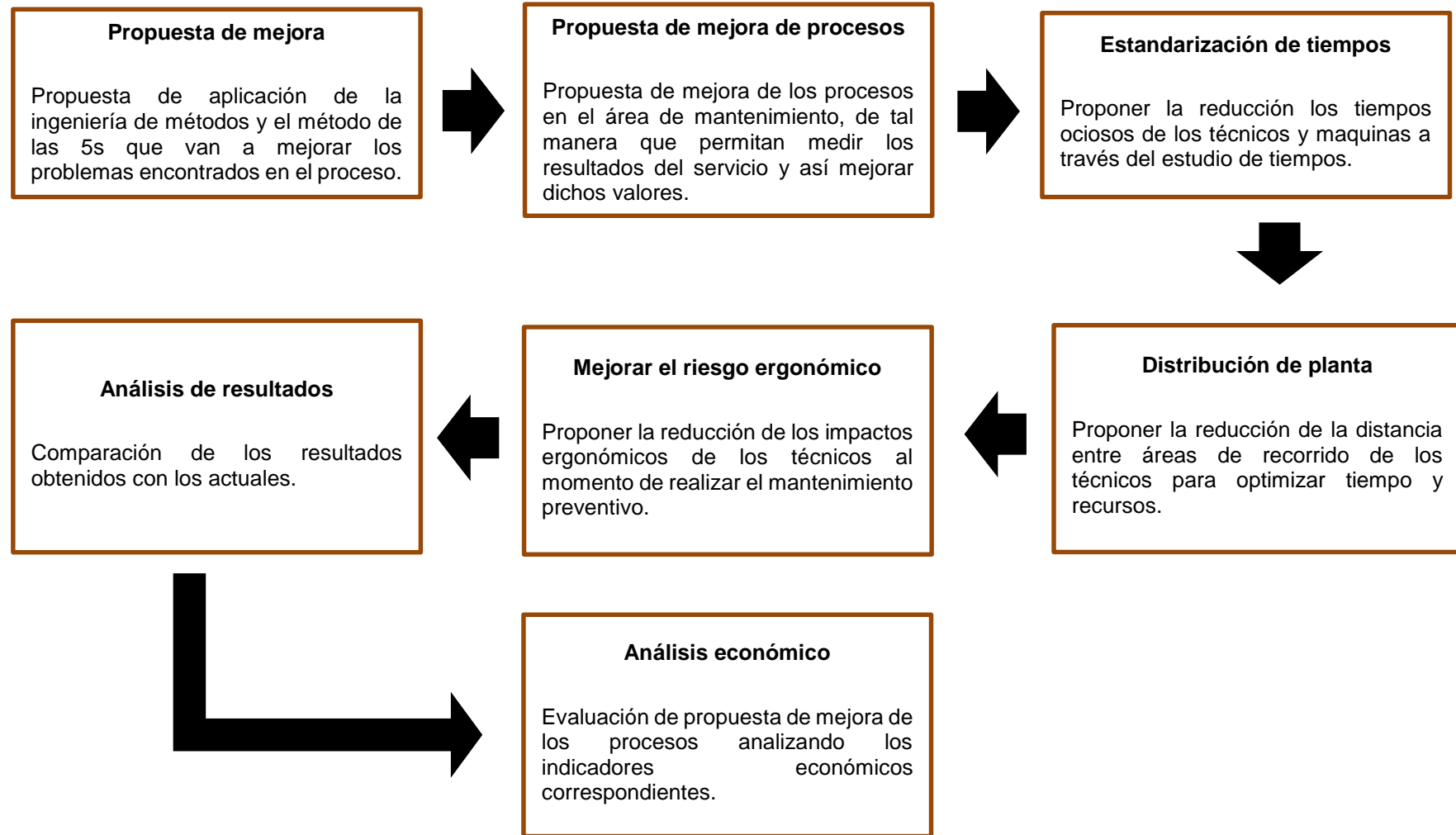
Variable	Definición conceptual	Dimensión	Unidades	Resultados	
<b>Independiente</b>					
<b>Procesos</b>	Es un conjunto de actividades que interactúan entre sí, para transformar un elemento de entrada a un resultado final esperado. (Marin & Marin, 2009)	5 000 km	Producción	Vehículos / día	2.07 vehículos / día
		10 000 km			1.85 vehículos / día
		40 000 km			0.97 vehículos / día
		5 000 km	Tiempo ciclo	Minutos / Vehículo	289.7 minutos / vehículo
		10 000 km			323.68 minutos / vehículo
		40 000 km			616.35 minutos / vehículo
		5 000 km	Tiempo ocioso	Minutos / Día	9.40 minutos / día
		10 000 km			108.35 minutos / día
		40 000 km			105.32 minutos / día
		5 000 km	Tiempo estándar	Minutos / Vehículo	396.12 minutos / vehículo
		10 000 km			530.65 minutos / vehículo
		40 000 km			821.66 minutos / vehículo
	Distancia recorrida		Metros	76.42 metros	
	Riesgo ergonómico		Nivel de riesgo ergonómico (%)	64%	

**Dependiente**

<b>Productividad</b>	Es una de las variables de desempeño, la cual relaciona la producción y recursos empleados. (Baca, y otros, 2013)	5 000 km	Productividad M - O	Vehículos / técnico	62.13vehículos / técnico
		10 000 km			55.61 vehículos / técnico
		40 000 km			29.20 vehículos / técnico
		5 000 km	Productividad H - H	Vehículos / hora hombre	0.207 vehículos / hora hombre
		10 000 km			0.185 vehículos / hora hombre
		40 000 km			0.097 vehículos / hora hombre
		5000 km	Productividad H-M	Vehículo / hora máquina	0.207 vehículos / hora hombre
		10 000 km			0.185 vehículos / hora hombre
		40 000 km			0.097 vehículos / hora hombre
		5000 km	Actividades productivas	% de actividades productivas	97.63%
		10 000 km			79.58%
		40 000 km			87.18%
5000 km	Actividades improductivas	% de actividades improductivas	2.37%		
10 000 km			20.42%		
40 000 km			12.82%		

Fuente 21 Elaboración propia

### 3.3. Diseño y desarrollo de la propuesta de mejora



### **3.3.1. Desarrollo de la propuesta de mejora**

#### **3.3.1.1. Métodos empleados para mejorar los tiempos promedios en la propuesta de mejora**

##### **3.3.1.1.1. Propuesta de implementación de las 5s**

Para la propuesta, se considera la eliminación de los puntos críticos en el área de mantenimiento preventivo en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca, puesto que, habiendo realizado la encuesta, la totalidad de los técnicos de la empresa considera el orden y limpieza como un factor de suma importancia en el proceso de mantenimiento preventivo y ejecutar de forma adecuada las actividades correspondientes. De igual forma, todos los técnicos de la empresa consideran que se requieren capacitaciones en la empresa, recayendo en SHITSUKE(disciplina), de los cuales el 85.71 % cree necesarias capacitaciones con respecto a electrónica automotriz y el 14.29 % restante, con respecto a planchado y pintura.

- **Capacitaciones sobre las 5s**

Se debe dar cinco charlas a los 7 técnicos que laboran en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca sobre las metodologías de las 5s, se debería brindar charlas instructivas de cómo se debe realizar el trabajo en el taller.

Se tiene que considerar un plan de mantenimiento basado en las 5s para estandarizar tiempos y reducir demoras, ya que con esto se quiere cambiar la forma de pensar y las costumbres al realizar el trabajo. Con el fin de que los trabajadores empiecen a laborar de manera consiente, cuidando su integridad, su área de trabajo, el equipo con el que trabajen y las máquinas al recibir el mantenimiento planificado.

Por ello para una adecuada implementación de las 5s, se debe realizar las siguientes fases:

- SEIRI-Clasificar: Separar los elementos funcionales de los no funcionales. Desechar lo innecesario, en el caso de la empresa se puede considerar las herramientas dañadas o las más antiguas que necesiten renovación.
- SEITON-Ordenar: organizar los materiales en lugares accesibles y según la frecuencia de uso.
- SEISO-Limpiar: Limpiar las áreas de trabajo, de tal manera que no existan materiales como aceite, pieza o equipos en los pisos, de tal manera que no obstruya o demore el trabajo.

- SEIKETSU-Estandarizar: Estandarizar la aplicación de las 3s anteriores, para que los trabajadores hagan de esta una rutina.
- SHITSUKE-Disciplinar: Educar a los técnicos para que apliquen las adecuadas prácticas de orden y limpieza.

Las capacitaciones se darán cinco veces durante todo el proceso de estudio, estas charlas serán dadas por especialistas en el tema, quienes explicarán sobre el uso de la metodología y porque es tan importante practicarla; estas charlas durarán entre 45 a 60 min, siendo un total de 5 horas durante todo el proceso de mejora. Adicionalmente, se aplicará una inspección a cada trabajador sobre 5s mostrada en los anexos n°4 figura n°17.

#### **3.3.1.1.2. Propuesta de capacitaciones sobre ergonomía**

Para la propuesta ergonómica debe buscar reducir de manera considerable los diferentes riesgos ergonómicos encontrados en el diagnóstico en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca impactando directamente en los tiempos, ya que hay existe mucho riesgo por mejorar, esto se verá más detallado en el punto 3.5.9., generando un impacto en la mejora del tiempo promedio para la realización del diagrama de análisis de procesos.

#### **3.3.1.1.3. Propuesta de redistribución**

Para mejorar los tiempos, se redistribuyeron las áreas más necesarias para el área de mantenimiento preventivo, por esto se tomó la decisión de colocar todos los elevadores en una sola área ya que estos estaban divididos, de tal manera que las distancias de recorrido se redujeron y por lo tanto también el tiempo de los procesos en mantenimiento, la información está más detallada en el punto 3.3.7.

#### **3.3.1.1.4. Modelo de adquisición de repuestos**

Se realizó un modelo para la simulación de llegada de vehículos, en el cual se puede observar las llegadas de vehículos durante un mes según se muestra en el anexo n°05, pudiendo realizar las compras con anticipación en base a la información arrojada en dicho modelo, de tal manera esos repuestos pueden ser adquiridos y almacenados, eliminando los tiempos por adquisición de repuestos y componentes durante el desarrollo de servicio de mantenimiento, reduciendo a su vez el tiempo de actividades improductivas en el proceso en cuestión.

#### **3.3.1.1.5. Ciclo de Deming**

La gestión de la calidad debe verse como un ciclo que empieza por planificar, hacer, verificar y actuar. Por lo que a este proceso se le nombra como mejoramiento continuo, el cual siempre está constantemente

buscando la “perfección” aunque nunca se logra. La finalidad es que las organizaciones se mantengan competitivas a través del tiempo. (Verástegui, 2017)

El mejoramiento continuo es algo que todas las empresas buscan implementar; así mismo, en la investigación, se aplica este ciclo de Deming debido a que se busca mejorar los procesos de la empresa para incrementar su productividad, de tal manera que si fallara algún proceso en algún punto de la investigación se debe volver a planificar o rediseñar para una mejora constante y así volver a aplicar este ciclo.

### 3.3.1.1.6. Análisis de actividades

Se analizó cada actividad del proceso de mantenimiento preventivo, en ellas se encuentra lo que se ha considerado para tener esos resultados de mejora en el tiempo promedio, estos son los siguientes:

**Registro vehicular:** se consideró que esta actividad consta de dos pasos, ambos realizados en software, de tal manera debería demorar tan solo 8 minutos.

**Programación de servicio:** Este se realiza de igual manera por software y solo debe tardar 2 minutos.

**Inventariado:** Esta actividad consiste en realizar un checklist de las pertenencias del cliente en su vehículo, por el cual a lo mucho debe tardar 10 minutos, ya que esto se realiza con un software.

**Creación de orden de trabajo:** En esta actividad solo consiste en prácticamente imprimir la orden de trabajo creada en la programación de servicio y debería tardar tan solo 15 segundos.

**Traslado de vehículo al área de mantenimiento:** Con la nueva distribución de planta, está ubicado, se mejora el tiempo a 2.93 minutos.

**Entrega de orden de servicio:** Puesto que solo se requiere entregar la orden al cliente esto debería cuando mucho tardar 1 minuto.

**Evaluación inicial:** Debería ser máximo 30 minutos, ya que los trabajadores son técnicos profesionales especializados en la mecánica automotriz por lo cual sus capacidades son más que suficientes para realizar estas actividades.

**Mantenimiento:** Se reducirá en un 20 % tras el empleo de las capacitaciones en el método de las 5s y en ergonomía.

**Evaluación de salida:** Debería ser máximo 30 minutos ya que es el similar a la actividad de evaluación inicial.

**Traslado de vehículo:** Se reduce a 2.93 minutos aplicando la redistribución de planta.

### 3.3.2. Rediseño del diagrama de análisis de procesos

Tras los métodos explicados anteriormente para la mejora de los procesos en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca, se obtuvieron los siguientes diagramas rediseñados con los nuevos tiempos y distancias de recorrido.

#### Mejora del diagrama de análisis de procesos para el mantenimiento de 5 000 km

En la figura n°11, el nuevo diagrama de análisis de procesos del área de producción, en el cual se observa que se tiene un tiempo ciclo de 231.76 minutos, se tiene se tiene un total de cinco operaciones con un tiempo de 245.01 minutos, dos en transporte con un tiempo total de 5.86 minutos y se tiene tres operaciones combinadas con un tiempo total de 68 minutos; resultando en una reducción total del 20% en el tiempo de mantenimiento preventivo de 5 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. Siendo así, se observaron reducciones de los tiempos de las actividades con respecto a las mismas: en registro vehicular disminuyó 24%, en programación de servicio 29%, inventariado 31%, en creación de orden de trabajo 6%, en traslado de vehículo al área de mantenimiento en 38%, entrega de orden de servicio 49%, evaluación inicial 7%, mantenimiento 20%, evaluación de salida 14% y en traslado de vehículo 37%. Todas estas reducciones se encuentran sustentadas en el punto 3.3.1.1.6., análisis de actividades.



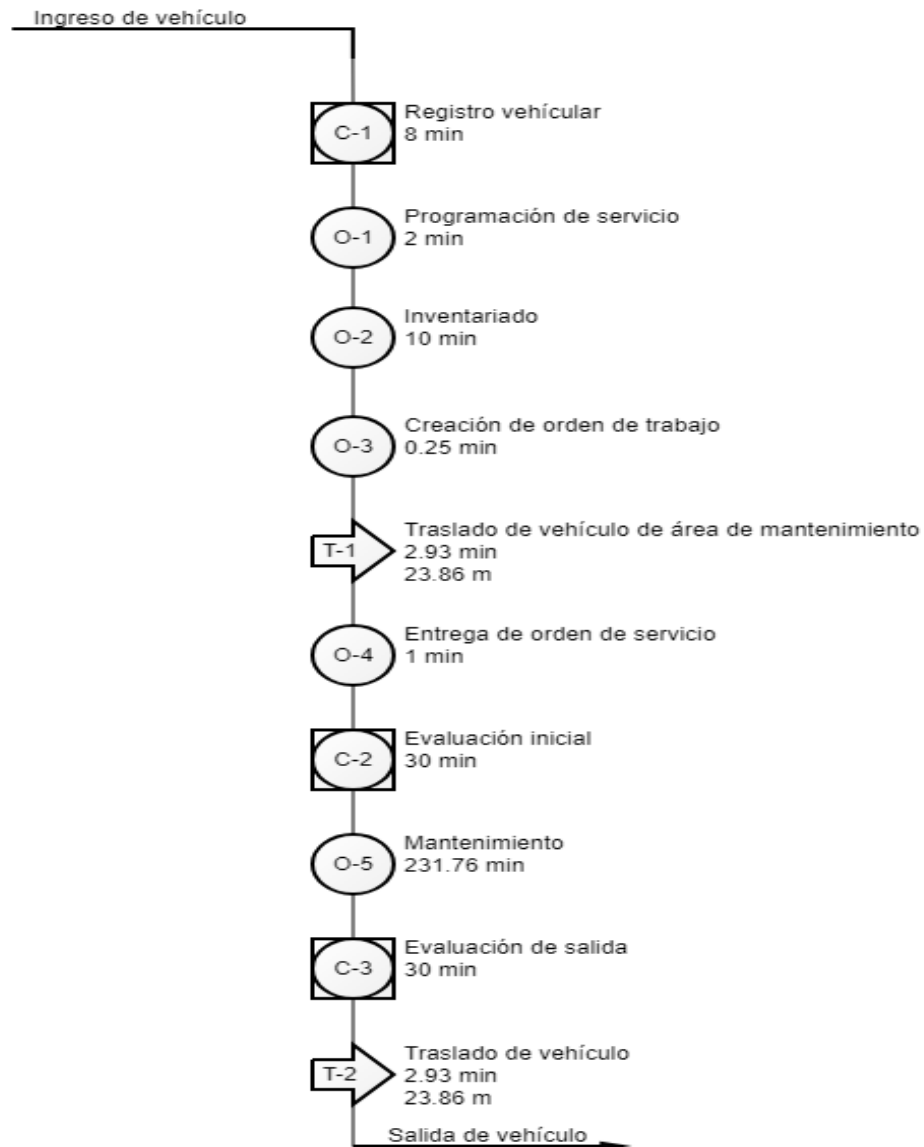


Figura 11 Mejora de diagrama de análisis de procesos en el mantenimiento de 5 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Fuente 22 Elaboración propia

Mejora del diagrama de análisis de procesos para el mantenimiento de 10 000 km

En la figura n°12, el nuevo diagrama de análisis de procesos del área de producción, en el cual se observa que se tiene un total tiempo ciclo de 258.94 minutos, se tiene un total de cinco operaciones con un tiempo de 272.19 minutos, dos en transporte con un tiempo total de 5.86 minutos y se tiene tres operaciones combinadas con un tiempo total de 68 minutos; resultando en una reducción total del 33% en el tiempo de mantenimiento preventivo de 10 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. Siendo así, se observaron reducciones de los tiempos de las actividades con respecto a las mismas: en registro vehicular disminuyó 15%, en programación de servicio 23%, inventariado 36%, en creación de orden de trabajo 7%, en traslado de vehículo al área de mantenimiento en 47%, entrega de orden de servicio 58%, evaluación inicial 7%, traslado de repuestos 85%, mantenimiento 20%, evaluación de salida 17% y en traslado de vehículo 51%; para la compra de repuestos, se eliminó debido a que se propuso un plan de adquisición de estos. Todas estas reducciones se encuentran sustentadas en el punto 3.5.1.6., análisis de actividades.

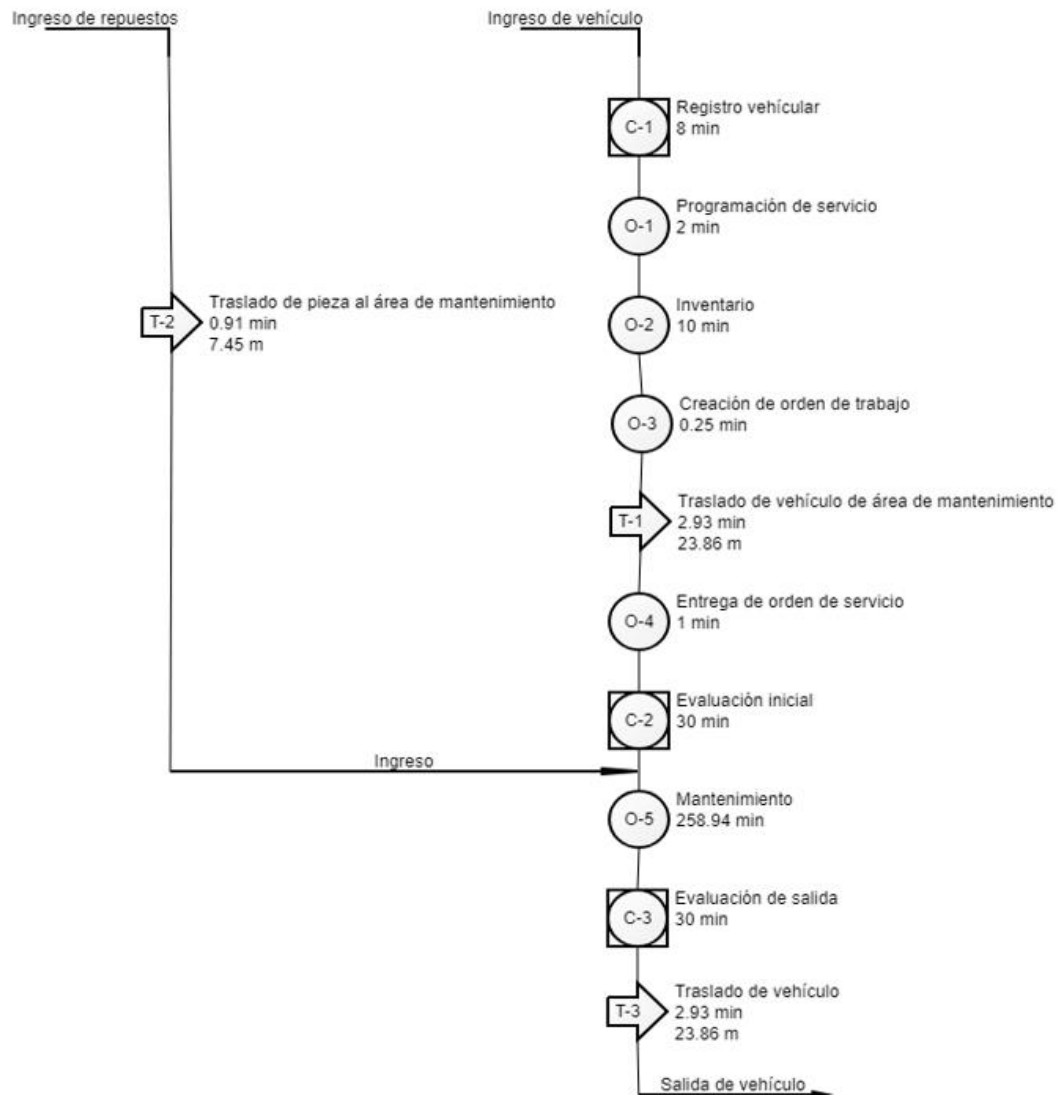


Figura 12 Mejora de diagrama de análisis de procesos en el mantenimiento de 10 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Fuente 23 Elaboración propia

Mejora del diagrama de análisis de procesos para el mantenimiento de 40 000 km

En la figura n°13, el nuevo diagrama de análisis de procesos del área de producción, en el cual se observa que se tiene un total tiempo ciclo de 493.08 minutos, se tiene un total de cinco operaciones con un tiempo de 506.33 minutos, dos en transporte con un tiempo total de 5.86 minutos y se tiene tres operaciones combinadas con un tiempo total de 68 minutos; resultando en una reducción total del 28% en el tiempo de mantenimiento preventivo de 40 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca. Siendo así, se observaron reducciones de los tiempos de las actividades con respecto a las mismas: en registro vehicular disminuyó 26%, en programación de servicio 19%, inventariado 32%, en creación de orden de trabajo 8%, en traslado de vehículo al área de mantenimiento en 42%, entrega de orden de servicio 65%, evaluación inicial 9%, traslado de repuestos 81%, mantenimiento 20%, evaluación de salida 16% y en traslado de vehículo 50%; para la compra de repuestos, se eliminó debido a que se propuso un plan de adquisición de estos. Todas estas reducciones se encuentran sustentadas en el punto 3.5.1.6. análisis de actividades.

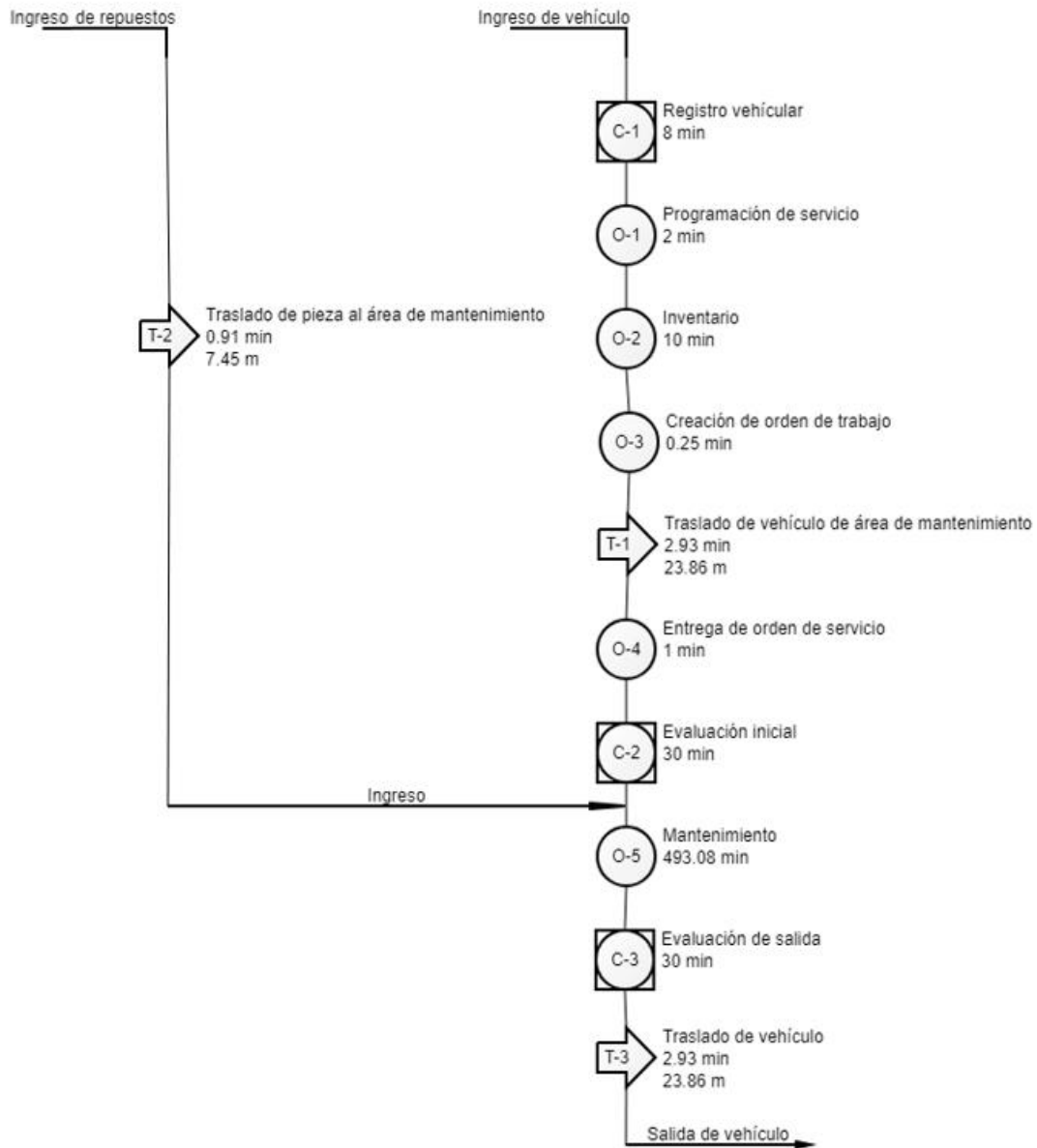


Figura 13 Mejora de diagrama de análisis de procesos en el mantenimiento de 40 000 km en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Fuente 24 Elaboración propia

### 3.3.3. Mejora de la producción

Para la mejora en este punto, se considera de la producción de un solo trabajador.

#### Mejora de la producción en el mantenimiento de 5 000 km

Tabla 14 Mejora de tiempo promedio para el mantenimiento de 5 000 km

Actividad	Tiempo Promedio mejorado (min)
Registro vehicular	8.00
Programación de servicio	2.00
Inventariado	10.00
Creación de orden de trabajo	0.25
Traslado de vehículo al área de mantenimiento	2.93
Entrega de orden de servicio	1.00
Evaluación inicial	30.00
Mantenimiento	231.76
Evaluación de salida	30.00
Traslado de vehículo	2.93

Fuente 25 Elaboración propia

Para determinar la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°14 para la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Capacidad de producción

$$\text{Producción} = \frac{tb}{c}$$

**Mejora:**

$$\text{Producción} = \frac{10\text{horas} * 60\text{minutos}}{231.76 \text{ minutos}} = 2.59 \text{ vehículos/día}$$

**Antes:**

$$\text{Producción} = 2.07 \text{ vehículos/día}$$

Podemos observar un incremento del 25% de unidades trabajadas al día, para esto se aplicó los métodos mencionados anteriormente, como las 5s y las capacitaciones en ergonomía.

Mejora de la producción en el mantenimiento de 10 000 km

Tabla 15 Mejora de tiempo promedio para el mantenimiento de 10 000 km

Actividad	Tiempo Promedio mejorado (min)
Registro vehicular	8.00
Programación de servicio	2.00
Inventariado	10.00
Creación de orden de trabajo	0.25
Traslado de vehículo al área de mantenimiento	2.93
Entrega de orden de servicio	1.00
Evaluación inicial	30.00
Compra de repuestos	0.00
Traslado de repuestos	0.91
Mantenimiento	258.94
Evaluación de salida	30.00
Traslado de vehículo	2.93

Fuente 26 Elaboración propia

Para determinar la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°15 para la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Capacidad de producción

$$\text{Producción} = \frac{tb}{c}$$

**Mejora:**

$$\text{Producción} = \frac{10\text{horas} * 60\text{minutos}}{258.94 \text{ minutos}} = 2.32 \text{ vehículos/día}$$

**Antes:**

$$\text{Producción} = 1.85 \text{ vehículos/día}$$

Podemos observar un incremento del 25% de unidades trabajadas al día, para esto se aplicó los métodos mencionados anteriormente, como las 5s y las capacitaciones en ergonomía.

Mejora de la producción en el mantenimiento de 40 000 km

Tabla 16 Mejora de tiempo promedio para el mantenimiento de 40 000 km

Actividad	Tiempo Promedio mejorado (min)
Registro vehicular	8.00

<b>Programación de servicio</b>	2.00
<b>Inventariado</b>	10.00
<b>Creación de orden de trabajo</b>	0.25
<b>Traslado de vehículo al área de mantenimiento</b>	2.93
<b>Entrega de orden de servicio</b>	1.00
<b>Evaluación inicial</b>	30.00
<b>Compra de repuestos</b>	0.00
<b>Traslado de repuestos</b>	0.91
<b>Mantenimiento</b>	493.08
<b>Evaluación de salida</b>	30.00
<b>Traslado de vehículo</b>	2.93

Fuente 27 Elaboración propia

Para determinar la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°16 para la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Capacidad de producción

$$\text{Producción} = \frac{tb}{c}$$

**Mejora:**

$$\text{Producción} = \frac{10\text{horas} * 60\text{minutos}}{493.08 \text{ minutos}} = 1.22 \text{ vehículos/día}$$

**Antes:**

$$\text{Producción} = 0.97 \text{ vehículos/día}$$

Podemos observar un incremento del 25% de unidades trabajadas al día, para esto se aplicó los métodos mencionados anteriormente, como las 5s y las capacitaciones en ergonomía.

### 3.3.4. Mejora del tiempo ciclo

#### Mejora del tiempo ciclo para mantenimiento de 5 000 km

Se analizó el diagrama mejorado de análisis de procesos para la determinar el nuevo tiempo ciclo mostrado en la figura n°9, resultando este:

**Nuevo**

- Tiempo ciclo = 231.76 minutos

**Antes**

- Tiempo Ciclo= 289.70 minutos

En el mantenimiento de 5 000 km, se observa una reducción del tiempo ciclo en un 20%, esto se logró aplicando la redistribución del área de mantenimiento.



#### Mejora del tiempo ciclo para mantenimiento de 10 000 km

Se analizó el diagrama mejorado de análisis de procesos para la determinar el nuevo tiempo ciclo mostrado en la figura n°10, resultando este:

##### **Nuevo**

- Tiempo ciclo = 258.94 minutos

##### **Antes**

- Tiempo Ciclo = 323.68 minutos

En el mantenimiento de 10 000 km, se observa una reducción del tiempo ciclo en un 20%, esto se logró aplicando la redistribución del área de mantenimiento e implementando un pequeño almacén de repuestos y componentes de mantenimiento vehicular.

#### Mejora del tiempo ciclo para mantenimiento de 40 000 km

Se analizó el diagrama mejorado de análisis de procesos para la determinar el nuevo tiempo ciclo mostrado en la figura n°11, resultando este:

##### **Nuevo**

- Tiempo ciclo = 493.08 minutos

##### **Antes**

- Tiempo Ciclo = 616.35 minutos

En el mantenimiento de 40 000 km, se observa una reducción del tiempo ciclo en un 20%, esto se logró aplicando la redistribución del área de mantenimiento e implementando un pequeño almacén de repuestos y componentes de mantenimiento vehicular.

### **3.3.5. Mejora del tiempo ocioso**

#### Tiempo ocioso para mantenimiento de 5 000 km

Para determinar la mejora de tiempo ocioso se han tomado los tiempos de las actividades que no generan valor al producto, tales como transporte mostradas en la figura n°9, en el diagrama mejorado de análisis de procesos, se tiene un tiempo total en transporte de 5.86 minutos, remplazando obtenemos el siguiente resultado:

##### **Mejora:**

- Tiempo ocioso = 5.86 minutos

##### **Antes:**

- Tiempo ocioso = 9.40 minutos

Se puede observar una reducción del 37.6% con la propuesta de mejora, aplicando la redistribución de planta y la mejora en los procesos mencionados anteriormente en el punto 3.3.1.1.6. análisis de actividades.

#### Tiempo ocioso para mantenimiento de 10 000 km

Para determinar la mejora de tiempo ocioso se han tomado los tiempos de las actividades que no generan valor al producto, tales como transporte mostradas en la figura n°10, en el diagrama mejorado de análisis de procesos, se tiene un tiempo total en transporte de 6.77 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

#### **Mejora:**

- Tiempo ocioso = 6.77 minutos

#### **Antes:**

- Tiempo ocioso = 108.35 minutos

Se puede observar una reducción del 93.8% con la propuesta de mejora, aplicando la redistribución de planta, implementación de almacén de repuestos y la mejora en los procesos mencionados anteriormente en el punto 3.3.1.1.6. análisis de actividades.

#### Tiempo ocioso para mantenimiento de 40000 km

Para determinar la mejora de tiempo ocioso se han tomado los tiempos de las actividades que no generan valor al producto, tales como transporte mostradas en la figura n°11, en el diagrama mejorado de análisis de procesos, se tiene un tiempo total en transporte de 6.77 minutos, reemplazando obtenemos el siguiente resultado:

#### **Mejora:**

- Tiempo ocioso = 6.77 minutos

#### **Antes:**

- Tiempo ocioso = 105.32 minutos

Se puede observar una reducción del 93.6% con la propuesta de mejora, aplicando la redistribución de planta, implementación de almacén de repuestos y la mejora en los procesos mencionados anteriormente en el punto 3.3.1.1.6. análisis de actividades.

### **3.3.6. Mejora del tiempo estándar**

Para la estandarización de tiempos de los procesos, se empleó el sistema Westinghouse, por el cual se realizó una evaluación del mejor técnico en cuatro diferentes factores (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) para determinar un factor de calificación tal como se muestra en las tablas n°17 y n°18. Además, se evaluaron los suplementos y tolerancias que se deberían otorgar en cada actividad por medio del mismo método para posteriormente determinar el tiempo normal de cada actividad y a su vez el tiempo estándar. Tras la aplicación de dicho método se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 17 Factores de calificación por el sistema Westinghouse al mejor trabajador en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Actividad	Habilidad			Esfuerzo			Condiciones			Consistencia			Factor de calificación final				
	Clase	Grado	Factor	Clase	Grado	Factor	Clase	Grado	Factor	Clase	Grado	Factor					
Registro vehicular	2	Extrema.	A2	0.13	4	Excelente.	B2	0.08	2	Excelentes	B	0.04	2	Excelente	B	0.03	<b>1.28</b>
Programación de servicio	3	Excelente	B1	0.11	4	Excelente.	B2	0.08	2	Excelentes	B	0.04	2	Excelente	B	0.03	<b>1.26</b>
Inventariado	3	Excelente	B1	0.11	5	Bueno	C1	0.05	2	Excelentes	B	0.04	3	Buena	C	0.01	<b>1.21</b>
Creación de orden de trabajo	3	Excelente	B1	0.11	3	Excelente	B1	0.1	2	Excelentes	B	0.04	1	Perfecta	A	0.04	<b>1.29</b>
Traslado de vehículo al área de mantenimiento	3	Excelente	B1	0.11	2	Excesivo.	A2	0.12	2	Excelentes	B	0.04	1	Perfecta	A	0.04	<b>1.31</b>
Entrega de orden de servicio	5	Buena	C1	0.06	4	Excelente.	B2	0.08	3	Buenas	C	0.02	1	Perfecta	A	0.04	<b>1.2</b>
Evaluación inicial	4	Excelente.	B2	0.08	3	Excelente	B1	0.1	3	Buenas	C	0.02	2	Excelente	B	0.03	<b>1.23</b>
Compra de repuestos	4	Excelente.	B2	0.08	5	Bueno	C1	0.05	4	Regulares	D	0	5	Aceptable	E	-0.02	<b>1.11</b>
Traslado de repuestos	5	Buena	C1	0.06	5	Bueno	C1	0.05	4	Regulares	D	0	2	Excelente	B	0.03	<b>1.14</b>
Mantenimiento	1	Extrema	A1	0.15	3	Excelente	B1	0.1	3	Buenas	C	0.02	4	Regular	D	0	<b>1.27</b>
Evaluación de salida	1	Extrema	A1	0.15	4	Excelente.	B2	0.08	3	Buenas	C	0.02	2	Excelente	B	0.03	<b>1.28</b>
Traslado de vehículo	4	Excelente.	B2	0.08	2	Excesivo.	A2	0.12	2	Excelentes	B	0.04	1	Perfecta	A	0.04	<b>1.28</b>

Fuente 28 Elaboración propia

Tabla 18 Tolerancia por descanso en porcentajes en los tiempos básicos de las actividades en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

<b>Tolerancia</b>	
Suplemento	%
Suplemento por necesidades personales	9%
Suplementos básicos por fatiga	4%
Suplemento por trabajar de pie	2%
Suplemento por postura anormal (media)	2%
Levantamiento de pesos y uso de fuerza	3%
Tensión visual	2%
Tensión auditiva	2%
Monotonía mental	4%
Monotonía física	5%
Tensión mental	4%
<b>Total</b>	<b>37%</b>

Fuente 29 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, 2013

Tiempo estándar para mantenimiento de 5 000 km

Para determinar el tiempo estándar, se utiliza los datos de la tabla n°17 de Westinghouse los resultados de los factores finales y en la tabla n°18 de la tolerancia que se tiene 37%; reemplazando obtenemos los siguiente resultados en cada actividad en la tabla n°19:

Tabla 19 Tiempo estándar para el mantenimiento de 5 000 km

Actividad	Mantenimiento 5 000 km				
	Tiempo Promedio Mejorado (min)	Factor de calificación	Tiempo Normal (Tp*Fc)	Tolerancia	Tiempo Estándar (Tn*(1+Tol/100))
Registro vehicular	8.00	1.28	10.24	0.37	10.28
Programación de servicio	2.00	1.26	2.52	0.37	2.53
Inventariado	10.00	1.21	12.10	0.37	12.14
Creación de orden de trabajo	0.25	1.29	0.32	0.37	0.32
Traslado de vehículo al área de mantenimiento	2.93	1.31	3.84	0.37	3.85
Entrega de orden de servicio	1.00	1.2	1.20	0.37	1.20
Evaluación inicial	30.00	1.23	36.90	0.37	37.04
Mantenimiento	231.76	1.27	294.34	0.37	295.42
Evaluación de salida	30.00	1.28	38.40	0.37	38.54
Traslado de vehículo	2.93	1.28	3.75	0.37	3.76
					<b>405.10</b>

Fuente 30 Elaboración propia

Donde se obtiene un tiempo estándar total de 405.10 minutos, indicando un incremento de 2.3% con respecto al tiempo total promedio de mantenimiento preventivo de 5 000 km, esto se da por las altas calificaciones del técnico evaluado (el mejor técnico).

Tiempo estándar para mantenimiento de 10 000 km

Para determinar el tiempo estándar, se utiliza los datos de la tabla n°17 de Westinghouse los resultados de los factores finales y en la tabla n°18 de la tolerancia que se tiene 37%; reemplazando obtenemos los siguientes resultados en cada actividad en la tabla n°20:

Tabla 20 Tiempo estándar para el mantenimiento de 10 000 km

<b>Mantenimiento 10 000 km</b>					
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Promedio Mejorado (min)</b>	<b>Factor de calificación</b>	<b>Tiempo Normal (Tp*Fc)</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>Tiempo Estándar (Tn*(1+Tol/100))</b>
<b>Registro vehicular</b>	8.00	1.28	10.24	0.37	10.28
<b>Programación de servicio</b>	2.00	1.26	2.52	0.37	2.53
<b>Inventariado</b>	10.00	1.21	12.10	0.37	12.14
<b>Creación de orden de trabajo</b>	0.25	1.29	0.32	0.37	0.32
<b>Traslado de vehículo al área de mantenimiento</b>	2.93	1.31	3.84	0.37	3.85
<b>Entrega de orden de servicio</b>	1.00	1.2	1.20	0.37	1.20
<b>Evaluación inicial</b>	30.00	1.23	36.90	0.37	37.04
<b>Compra de repuestos</b>	0.00	1.11	0.00	0.37	0.00
<b>Traslado de repuestos</b>	0.91	1.14	1.04	0.37	1.04
<b>Mantenimiento</b>	258.94	1.27	328.86	0.37	330.08
<b>Evaluación de salida</b>	30.00	1.28	38.40	0.37	38.54
<b>Traslado de vehículo</b>	2.93	1.28	3.75	0.37	3.76
					<b>440.79</b>

Fuente 31 Elaboración propia

Donde se obtiene un tiempo estándar total de 440.79 minutos, indicando una reducción del 16.9% con respecto al tiempo total promedio de mantenimiento preventivo de 10 000 km, esto se da por los métodos empleados anteriormente en el punto 3.3.1.1.6. teniendo mayor impacto la eliminación de la compra de repuestos y la disminución de tiempo de traslado de los mismos.

Tiempo estándar para mantenimiento de 40 000 km

Para determinar el tiempo estándar, se utiliza los datos de la tabla n°17 de Westinghouse los resultados de los factores finales y en la tabla n°18 de la tolerancia que se tiene 37%; reemplazando obtenemos los siguientes resultados en cada actividad en la tabla n°21:

Tabla 21 Tiempo estándar para el mantenimiento de 40 000 km

<b>Mantenimiento 40 000 km</b>					
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Promedio Mejorado (min)</b>	<b>Factor de calificación</b>	<b>Tiempo Normal (Tp*Fc)</b>	<b>Tolerancia</b>	<b>Tiempo Estándar (Tn*(1+Tol/100))</b>
Registro vehicular	8.00	1.28	10.24	0.37	10.28
Programación de servicio	2.00	1.26	2.52	0.37	2.53
Inventariado	10.00	1.21	12.10	0.37	12.14
Creación de orden de trabajo	0.25	1.29	0.32	0.37	0.32
Traslado de vehículo al área de mantenimiento	2.93	1.31	3.84	0.37	3.85
Entrega de orden de servicio	1.00	1.2	1.20	0.37	1.20
Evaluación inicial	30.00	1.23	36.90	0.37	37.04
Compra de repuestos	0.00	1.11	0.00	0.37	0.00
Traslado de repuestos	0.91	1.14	1.04	0.37	1.04
Mantenimiento	493.08	1.27	626.21	0.37	628.53
Evaluación de salida	30.00	1.28	38.40	0.37	38.54
Traslado de vehículo	2.93	1.28	3.75	0.37	3.76
					<b>739.25</b>

Donde se obtiene un tiempo estándar total de 739.25 minutos, indicando una reducción del 10% con respecto al tiempo total promedio de mantenimiento preventivo de 40 000 km, esto se da por los métodos empleados anteriormente en el punto 3.3.1.1.6. teniendo mayor impacto la eliminación de la compra de repuestos y la disminución de tiempo de traslado de los mismos.

### **3.3.7. Redistribución de planta**

Se propuso una redistribución en la que las ubicaciones de los seis elevadores de la empresa se encontrarán en el lateral derecho de las instalaciones, además se implementará un almacén de repuestos en la misma zona para la cercanía de las actividades de mantenimiento reduciendo al mínimo posible los tiempos de traslado del vehículo y el tiempo de traslado de los repuestos. Para tal propuesta se consideró que el proceso de producción es de carácter simple por lo cual resulta de mayor conveniencia una distribución en línea recta puesto que es más eficiente el flujo de materiales y de vehículos, puesto que se cuenta con espacios físicos largos en las instalaciones, así se logra reducir los tiempos ociosos al mínimo posible, como se muestra en la figura n°14 en el círculo rojo.



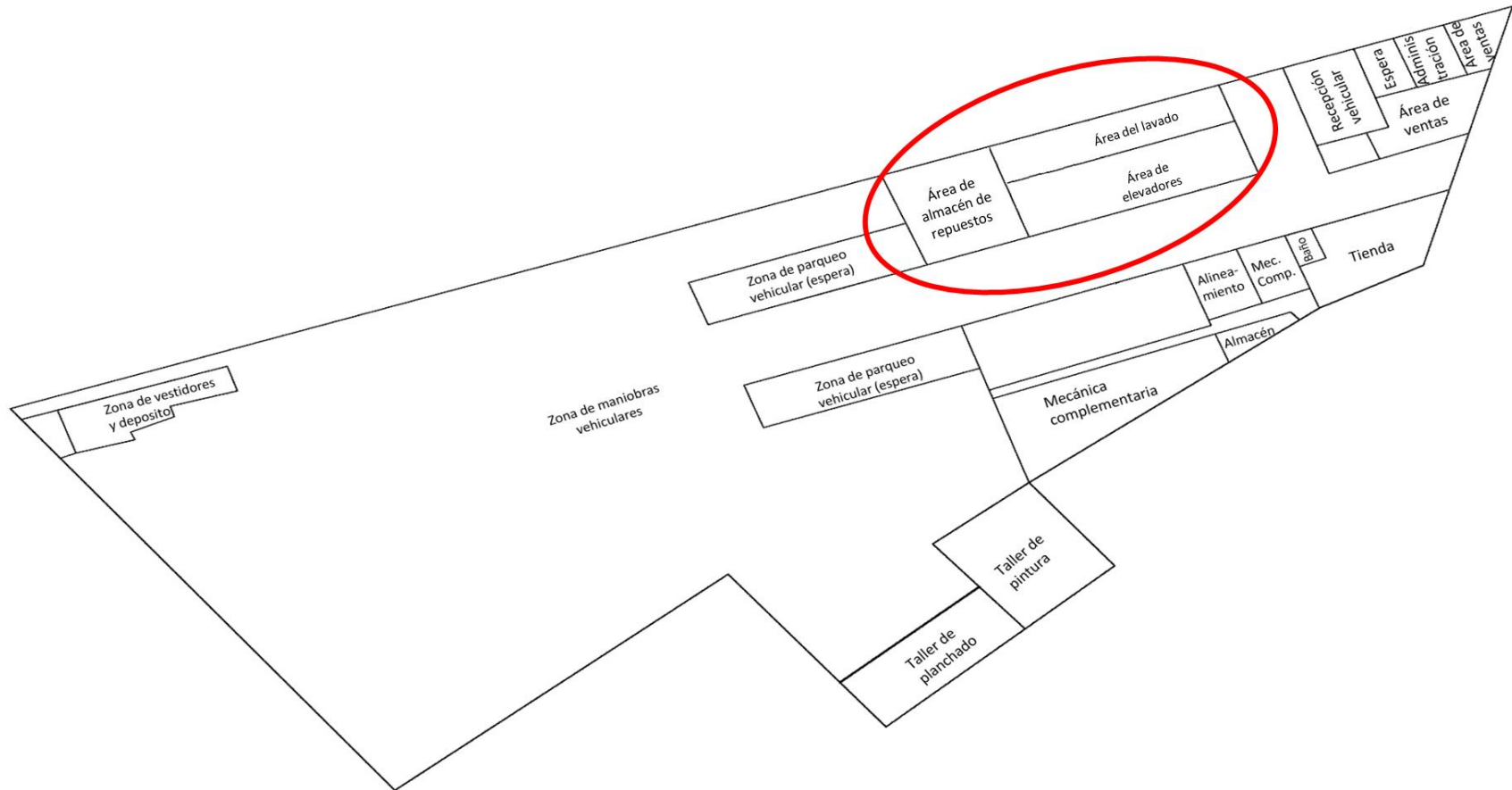


Figura 14 Propuesta de redistribución de planta

Fuente 32 Elaboración propia

### 3.3.8. Mejora de la distancia recorrida

Por medio de la redistribución de planta antes mencionada en el punto 3.3.7. se redujeron las distancias recorridas en cada tipo de mantenimiento, a las mostradas en la tabla n° 22, mostrando una reducción del 37.6% en cada tipo de mantenimiento con respecto a la distribución del diagnóstico. Además se puede observar en la figura n°15 el nuevo recorrido para cada tipo de mantenimiento.

Tabla 22 Mejora de distancia recorridas tras la mejora de redistribución

<b>Distancia recorrida</b>		
<b>Mantenimiento de 5000 km</b>	47.71	metros
<b>Mantenimiento de 10000 km</b>	47.71	metros
<b>Mantenimiento de 40000 km</b>	47.71	metros

Fuente 33 Elaboración propia

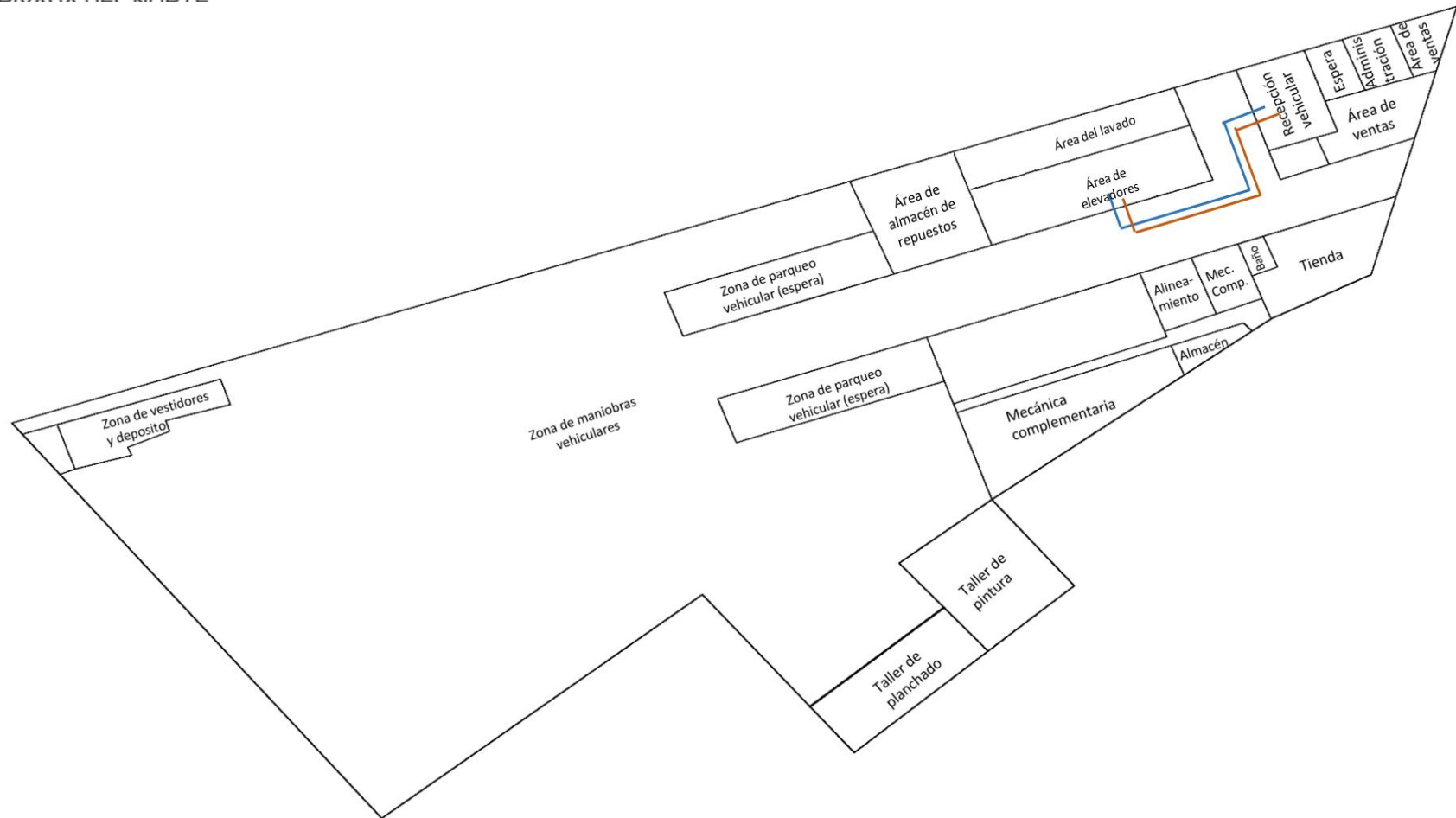


Figura 15 Mejora de distancia recorridas tras la mejora de redistribución

Fuente 34 Elaboración propia

### **3.3.9. Mejora del riesgo ergonómico**

Los resultados obtenidos en la encuesta que se les realizó a los trabajadores, son de falta de capacitaciones respectiva en ergonomía, por lo que se realizara capacitaciones para mejorar los resultados ergonómicos.

#### **Capacitaciones**


Se realizarán tres capacitaciones a los 7 técnicos que tiene en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca, se les hablara sobre los riesgos ergonómicos durante su trabajo diario.

Los objetivos de las capacitaciones son:

- Definir conceptos de ergonomía en el lugar de trabajo.
- Reconocer los diferentes desórdenes músculo-esqueléticos existentes, un mecanismo de lesiones que pueden resultar en traumas acumulativos.
- Comprender factores de riesgo generales
- Presentar un análisis de riesgo ergonómicos como técnica y un elemento de gran valor.

Adicionalmente durante la exposición de las charlas, se mostrarán imágenes para un mayor entendimiento sobre estos riesgos que corren los trabajadores y llegar a ellos de una manera efectiva, de tal manera que ellos lo apliquen en su trabajo diario. Así mismo, se mostrará algunas posturas adecuadas que ellos requieran durante su labor.

Tabla 23 Mejora del riesgo ergonómico de los trabajadores en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

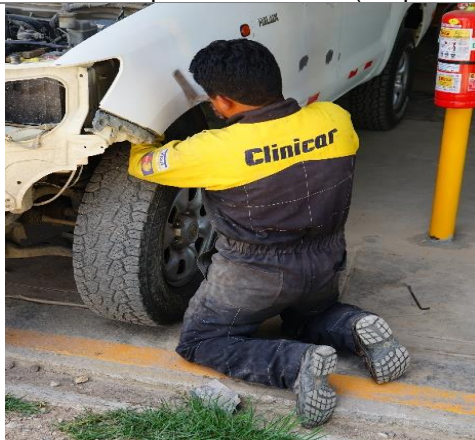
Observación	Actividad	Resultados			
1		Posición de la espalda	1	Se mejoró la posición de las piernas ya que tiene un alto riesgo por lo que deberá poner rectas ambas piernas, para evitar el exceso de peso la columna y así evitar lesiones a futuro.	
		Posición de los brazos	3		
		Posición de las piernas	3		
		Carga soportada	2		
		Categoría de riesgo	1		
		Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.		
		Acción correctiva	No requiere acción.		
2	Cambio de hidrolina.	Posición de la espalda	1	Se mejoró las posiciones de brazos y piernas, ya que presenta un alto riesgo, por lo que se deberá tener los dos brazos debajo de los hombros y para las piernas debería trabajar parado	
		Posición de los brazos	3		
		Posición de las piernas	2		
		Carga soportada	1		
		Categoría de riesgo	1		



Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	con las dos piernas rectas para equilibrar el peso
--	---	--

Acción correctiva	No requiere acción.
-------------------	---------------------


Revisión de trapecios inferiores (suspensión).



Reparación de abolladura.

Posición de la espalda	2	Se mejoró las posiciones de espalda, brazos y piernas, ya que presenta un alto riesgo, por lo que se deberá tener la espalda derecha alineada con las caderas, para mejorar la posición de los brazos se debe tener los dos brazos bajos por debajo del nivel de los
Posición de los brazos	2	
Posición de las piernas	2	
Carga soportada	3	
Categoría de riesgo	3	
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con efecto dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	
Acción correctiva	Se requiere acciones correctivas lo antes posible.	

3

			hombros , en la posición de las piernas se debería estar sentado para realizar un adecuado trabajo.														
4	 <p>Sellado de tapa de caja de cambios.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Posición de la espalda</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Posición de los brazos</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Posición de las piernas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Carga soportada</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Categoría de riesgo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Efectos sobre el sistema músculo-esquelético</td> <td>Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.</td> </tr> <tr> <td>Acción correctiva</td> <td>No requiere acción.</td> </tr> </table>	Posición de la espalda	3	Posición de los brazos	2	Posición de las piernas	2	Carga soportada	1	Categoría de riesgo	1	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	Acción correctiva	No requiere acción.	Se mejoró las posiciones de espalda y brazos, ya que presenta un alto riesgo, por lo que deberán tener la espalda derecha debe estar alineada con las caderas y para los brazos deben estar debajo de los hombros para realizar un adecuado trabajo.
Posición de la espalda	3																
Posición de los brazos	2																
Posición de las piernas	2																
Carga soportada	1																
Categoría de riesgo	1																
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.																
Acción correctiva	No requiere acción.																
5		<table border="1"> <tr> <td>Posición de la espalda</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Posición de los brazos</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Posición de las piernas</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Carga soportada</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Categoría de riesgo</td> <td>1</td> </tr> </table>	Posición de la espalda	3	Posición de los brazos	1	Posición de las piernas	3	Carga soportada	1	Categoría de riesgo	1	Se mejoró las posiciones de espalda y piernas, ya que presenta un riesgo moderado, por lo que se recomienda tener la espalda recta y las				
Posición de la espalda	3																
Posición de los brazos	1																
Posición de las piernas	3																
Carga soportada	1																
Categoría de riesgo	1																

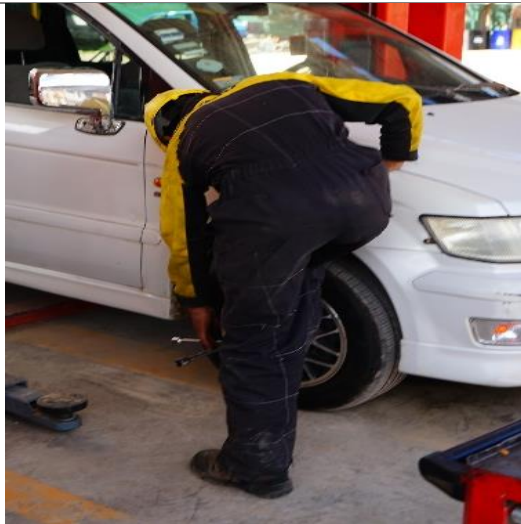




Mantenimiento de discos de freno.

Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas para realizar un mejor trabajo.
Acción correctiva	No requiere acción.	

6



Ajustado de ruedas.

Posición de la espalda	1	Se mejoró las posiciones de espalda brazos y piernas, ya que presenta un riesgo alto, por lo que la espalda deberá estar recta, los brazos debajo de los hombros y las piernas rectas equilibrando el peso para realizar un adecuado trabajo.
Posición de los brazos	1	
Posición de las piernas	4	
Carga soportada	1	
Categoría de riesgo	2	
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	
Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.	



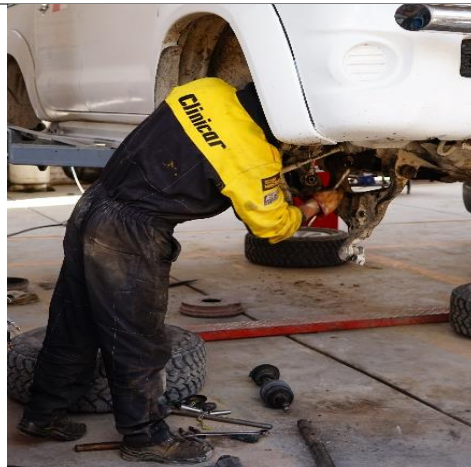
7



Desmontaje de discos de freno.

Posición de la espalda	2	Se mejoró las posiciones de espalda y piernas, ya que presenta un riego alto, por lo que la espalda deberá estar recta y las piernas rectas equilibrando el peso entre ambas para realizar un adecuado trabajo.
Posición de los brazos	1	
Posición de las piernas	1	
Carga soportada	2	
Categoría de riesgo	2	
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	
Acción correctiva	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.	

8



Desmontaje de trapecios inferiores.

Posición de la espalda	1	Se mejoró las posiciones de espalda brazos y piernas, ya que presenta un riego alto, por lo que la espalda deberá estar recta, los brazos debajo de los hombros y las piernas rectas equilibrando el peso entre ambas para realizar un adecuado trabajo.
Posición de los brazos	2	
Posición de las piernas	3	
Carga soportada	1	
Categoría de riesgo	1	
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	
Acción correctiva	No requiere acción.	

9



Posición de la espalda	1	En este caso no se mejoró ninguna postura, ya que realizan el trabajo de manera adecuada.
Posición de los brazos	1	
Posición de las piernas	1	
Carga soportada	1	
Categoría de riesgo	1	
Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	
Acción correctiva	No requiere acción.	

Revisión de accesorios de motor.

Fuente 35 Elaboración propia

Tabla 27 Resultados del análisis de la mejora del riesgo ergonómico en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

Resumen			
Categoría de riesgo	Cantidad de observaciones	Porcentaje de incidencia	Interpretación
1	6	67%	Aplicando las capacitaciones a los colaboradores, se logró mejorar el indicador de riesgo.
2	2	22%	
3	1	11%	
4	0	0%	

Fuente 3936 Elaboración propia

Se aplica el método Owas después de la mejora y finalmente se multiplica por cien para tener el porcentaje de riesgo.

Ecuación 3 Nivel de riesgo ergonómico

$$\text{NRE} = \frac{\text{Nivel de riesgo obtenido}}{\text{Nivel de riesgo máximo}} \times 100$$

$$\text{NRE} = \frac{1+1+1+1+1+1+2+2+3}{4+4+4+4+4+4+4+4} \times 100$$

$$\text{NRE} = 36.1\%$$

Tras las charlas de las capacitaciones sobre ergonomía se obtuvo una nueva evaluación dando 36.1% ,logrando así también mejorar los tiempos de trabajo.

### 3.3.10. Mejora de la productividad

Con la aplicación de la propuesta de mejora, los indicadores en productividad también se vieron afectados de manera positiva para cada uno de los mantenimientos de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km.

#### 3.3.10.1. Mejora de Productividad M-O

##### Productividad M – O para el mantenimiento de 5 000 km

Para determinar la productividad de M-O, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3., el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°14, obteniendo 2.59 vehículos/día en la producción para este mantenimiento.

##### **Mejora**

$$\text{Productividad M – O} = 30\text{días} * \frac{2.59 \text{ veh\acute{ı}culos}}{\text{d\acute{ı}a}}$$

$$\text{Productividad M – O} = 77.67 \text{ veh\acute{ı}culos/t\acute{e}cnico}$$

##### **Antes**

$$\text{Productividad M – O} = 62.13 \text{ veh\acute{ı}culos/t\acute{e}cnico}$$

##### Productividad M – O para el mantenimiento de 10 000 km

Para determinar la productividad de M-O, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°15, obteniendo 2.32 vehículos/día en la producción para este mantenimiento.

##### **Mejora**

$$\text{Productividad M – O} = 30\text{días} * \frac{2.32 \text{ veh\acute{ı}culos}}{\text{d\acute{ı}a}}$$

$$\text{Productividad M – O} = 69.51 \text{ veh\acute{ı}culos/t\acute{e}cnico}$$

##### **Antes**

$$\text{Productividad M – O} = 55.61 \text{ veh\acute{ı}culos/t\acute{e}cnico}$$

##### Productividad M – O para el mantenimiento de 40 000 km

Para determinar la productividad de M-O, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°16, obteniendo 1.22 vehículos/día en la producción para este mantenimiento.

##### **Mejora**

$$\text{Productividad M – O} = 30\text{días} * \frac{1.22 \text{ veh\acute{ı}culos}}{\text{d\acute{ı}a}}$$

$$\text{Productividad M – O} = 36.51 \text{ veh\acute{ı}culos/t\acute{e}cnico}$$

**Antes**

$$\text{Productividad M – O} = 29.20 \text{ veh\acute{ı}culos/t\acute{e}cnico}$$

Analizando las nuevas circunstancias propuesta se obtuvo un incremento del 25% en los tres tipos de mantenimiento en cuanto a la productividad de mano de obra.

**3.3.10.2. Mejora de Productividad H-H**

Productividad H – H para el mantenimiento de 5000 km

Para determinar la productividad de H-H, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producci3n, donde se determina la producci3n diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n314, obteniendo 2.59 veh\acute{ı}culos/d\acute{ı}a en la producci3n para este mantenimiento. Adem\acute{a}s, se considera las 10 horas empleadas al d\acute{ı}a en la empresa.

**Mejora**

$$\text{Productividad de H – H} = \frac{\frac{2.59 \text{ veh\acute{ı}culos}}{\text{d\acute{ı}a}} * 30\text{d\acute{ı}as}}{10\text{horas} * 30\text{d\acute{ı}as}}$$

$$\text{Productividad de H – H} = 0.259 \frac{\text{veh\acute{ı}culo}}{\text{hora hombre}}$$

**Antes**

$$\text{Productividad de H – H} = 0.207 \frac{\text{veh\acute{ı}culo}}{\text{hora hombre}}$$

Productividad H – H para el mantenimiento de 10 000 km

Para determinar la productividad de H-H, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producci3n, donde se determina la producci3n diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n315, obteniendo 2.32 veh\acute{ı}culos/d\acute{ı}a en la producci3n para este mantenimiento. Adem\acute{a}s, se considera las 10 horas empleadas al d\acute{ı}a en la empresa.

**Mejora**

$$\text{Productividad de H – H} = \frac{\frac{2.32 \text{ veh\acute{ı}culos}}{\text{d\acute{ı}a}} * 30\text{d\acute{ı}as}}{10\text{horas} * 30\text{d\acute{ı}as}}$$

$$\text{Productividad de H – H} = 0.232 \frac{\text{veh\acute{ı}culo}}{\text{hora hombre}}$$

**Antes**

$$\text{Productividad de H – H} = 0.185 \frac{\text{veh\acute{ı}culo}}{\text{hora hombre}}$$

Productividad H – H para el mantenimiento de 40 000 km

Para determinar la productividad de H-H, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°16, obteniendo 1.22 vehículos/día en la producción para este mantenimiento. Además, se considera las 10 horas empleadas al día en la empresa.

**Mejora**

$$Productividad\ de\ H - H = \frac{1.22 \frac{vehículos}{día} * 30 días}{10 horas * 30 días}$$

$$Productividad\ de\ H - H = 0.122 \frac{vehículo}{hora\ hombre}$$

**Antes**

$$Productividad\ de\ H - H = 0.097 \frac{vehículo}{hora\ hombre}$$

Analizando las nuevas circunstancias propuesta se obtuvo un incremento del 25% en los tres tipos de mantenimiento en cuanto a la productividad de hora-hombre.

**3.3.10.3. Mejora de Productividad H-M**

Productividad H – M para el mantenimiento de 5 000 km

Para determinar la productividad de H-H, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°14, obteniendo 2.59 vehículos/día en la producción para este mantenimiento. Además, se considera las 10 horas empleadas al día en la empresa.

**Mejora**

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{2.59 \frac{vehículos}{día} * 30 días}{10 horas * 30 días}$$

$$Productividad\ de\ H - M = 0.259 \frac{vehículos}{hora\ maquina}$$

**Antes**

$$Productividad\ de\ H - M = 0.207 \frac{vehículos}{hora\ maquina}$$

Productividad H – M para el mantenimiento de 10 000 km

Para determinar la productividad de H-H, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°15,

obteniendo 2.32 vehículos/día en la producción para este mantenimiento. Además, se considera las 10 horas empleadas al día en la empresa.

#### Mejora

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{2.32 \frac{vehículos}{día} * 30\ días}{10horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - M = 0.0232 \frac{vehículos}{hora\ maquina}$$

#### Antes

$$Productividad\ de\ H - M = 0.185 \frac{vehículos}{hora\ maquina}$$

#### Productividad H – M para el mantenimiento de 40 000 km

Para determinar la productividad de H-H, para los datos se obtuvo del punto 3.3.3, el cual es de mejora de la producción, donde se determina la producción diaria de la empresa, se utiliza los datos de la tabla n°16, obteniendo 1.22 vehículos/día en la producción para este mantenimiento. Además, se considera las 10 horas empleadas al día en la empresa.

#### Mejora

$$Productividad\ de\ H - M = \frac{1.22 \frac{vehículos}{día} * 30\ días}{10horas * 30\ días}$$

$$Productividad\ de\ H - M = 0.122 \frac{vehículos}{hora\ maquina}$$

#### Antes

$$Productividad\ de\ H - M = 0.097 \frac{vehículos}{hora\ maquina}$$

Analizando las nuevas circunstancias propuesta se obtuvo un incremento del 25% en los tres tipos de mantenimiento en cuanto a la productividad de hora-maquina.

### 3.3.11. Mejora de actividades productivas

#### Actividades productivas para el mantenimiento de 5 000 km

Para obtener las actividades productivas en la mejora se obtienen los datos de la figura n°11, donde se muestra el diagrama de análisis de procesos en este mantenimiento, obteniendo un tiempo total de operaciones de 245.01 minutos, en transporte de 5.86 minutos, operaciones combinadas de 68 minutos. Aplicando la fórmula tenemos de resultado el siguiente:

#### Mejora

$$\text{Actividades Productivas} = \frac{313\text{min}}{318.87\text{min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 98.16\%$$

**Antes**

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 97.63\%$$

Actividades productivas para el mantenimiento de 10 000 km

Para obtener las actividades productivas en la mejora se obtienen los datos de la figura n°12, donde se muestra el diagrama de análisis de procesos en este mantenimiento, obteniendo un tiempo total de operaciones de 272.19 minutos, en transporte de 6.77 minutos, operaciones combinadas de 68 minutos. Aplicando la formula tenemos de resultado el siguiente:

**Mejora**

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{340.19 \text{ min}}{346.96 \text{ min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 98.05\%$$

**Antes**

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 79.58\%$$

Actividades productivas para el mantenimiento de 40000 km

Para obtener las actividades productivas en la mejora se obtienen los datos de la figura n°13, donde se muestra el diagrama de análisis de procesos en este mantenimiento, obteniendo un tiempo total de operaciones de 506.33 minutos, en transporte de 6.77 minutos, operaciones combinadas de 68 minutos. Aplicando la formula tenemos de resultado el siguiente:

**Mejora**

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{574.33 \text{ min}}{581.1 \text{ min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 98.83\%$$

**Antes**

$$\% \text{ Actividades Productivas} = 87.18\%$$

Analizando las nuevas circunstancias propuesta se obtuvo un incremento de 0.05% para las actividades productivas del mantenimiento de 5000 km, 23.2% para mantenimiento de 10000 km y 13.37% para el mantenimiento de 40000 km.



### 3.3.12. Mejora de actividades improductivas

#### Actividades improductivas para el mantenimiento de 5 000 km

Para obtener las actividades improductivas en la mejora se obtienen los datos de la figura n°11, donde se muestra el diagrama de análisis de procesos en este mantenimiento, obteniendo un tiempo total de operaciones de 245.01 minutos, en transporte de 5.86 minutos, operaciones combinadas de 68 minutos. Aplicando la fórmula tenemos de resultado el siguiente:

#### **Mejora**

$$\text{Actividades improductivas} = \frac{5.86 \text{ min}}{318.87 \text{ min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 1.84 \%$$

#### **Antes**

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 2.37 \%$$

#### Actividades improductivas para el mantenimiento de 10 000 km

Para obtener las actividades improductivas en la mejora se obtienen los datos de la figura n°12, donde se muestra el diagrama de análisis de procesos en este mantenimiento, obteniendo un tiempo total de operaciones de 272.19 minutos, en transporte de 6.77 minutos, operaciones combinadas de 68 minutos. Aplicando la fórmula tenemos de resultado el siguiente:

#### **Mejora**

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{6.77 \text{ min}}{346.96 \text{ min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 1.95 \%$$

#### **Antes**

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 20.42\%$$

#### Actividades improductivas para el mantenimiento de 40 000 km

Para obtener las actividades improductivas en la mejora se obtienen los datos de la figura n°13, donde se muestra el diagrama de análisis de procesos en este mantenimiento, obteniendo un tiempo total de operaciones de 506.33 minutos, en transporte de 6.77 minutos, operaciones combinadas de 68 minutos. Aplicando la fórmula tenemos de resultado el siguiente:

#### **Mejora**

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{6.77 \text{ min}}{581.1 \text{ min}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 1.17 \%$$

#### **Antes**

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 12.82 \%$$

Analizando las nuevas circunstancias propuesta se obtuvo una reducción de 22.5% para las actividades improproductivas del mantenimiento de 5000 km, 90.4% para mantenimiento de 10000 km y 90.91% para el mantenimiento de 40000 km.

### 3.3.13. Matriz de comparación

Tabla 24 Matriz de comparación de resultados

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Unidades	Resultados Inicial	Resultados mejorados	Variación	
<b>Independiente</b>							
<b>Procesos</b>	Es un conjunto de actividades que interactúan entre sí, para transformar un elemento de entrada a un resultado final esperado. (Marin & Marin, 2009)	Producción	5 000km		2.07 vehículos / día	2.59 vehículos / día	
			10000km	Vehículos / día	1.85 vehículos / día	2.32 vehículos / día	25%
			40000km		0.97 vehículos / día	1.22 vehículos / día	
		Tiempo ciclo	5 000km		289.70 minutos / vehículo	231.76 minutos / vehículo	
			10000km	Minutos / Vehículo	323.68 minutos / vehículo	258.94 minutos / vehículo	-20.0%
			40000km		616.35 minutos / vehículo	493.08 minutos / vehículo	
		Tiempo ocioso	5 000km		9.40 minutos / día	5.86 minutos / día	-37.6%
			10000km	Minutos / Día	108.35 minutos / día	6.77 minutos / día	-93.8%
			40000km		105.32 minuto / día	6.77 minuto / día	-93.6%
		Tiempo estándar	5 000km		396.12 minutos / vehículo	405.10 minutos / vehículo	2.3%
10000km	Minutos / Vehículo		530.65 minutos / vehículo	440.79 minutos / vehículo	-16.9%		
40000km			821.66 minutos / vehículo	739.25 minutos / vehículo	-10.0%		
		Distancia recorrida	Metros	76.42 metros	47.71 metros	-37.57%	
		Riesgo ergonómico	Nivel de riesgo ergonómico (%)	63.89%	36.1%	-43.47%	

Dependiente		Productividad M - O	5 000km 10000km 40000km	Vehículos / técnico-mes	62.13 vehículos / técnico 55.61 vehículos / técnico 29.20 vehículos / técnico	77.67 vehículos / técnico 69.51 vehículos / técnico 36.51 vehículos / técnico	25.0%
<b>Productividad</b>	Es una de las variables de desempeño, la cual relaciona la producción y recursos empleados. (Baca, y otros, 2013)	Productividad H - H	5 000km 10000km 40000km	Vehículos / hora hombre	0.207 vehículos / hora hombre 0.185 vehículos / hora hombre 0.097 vehículos / hora hombre	0.259 vehículos / hora hombre 0.232 vehículos / hora hombre 0.122 vehículos / hora hombre	25.0%
		Productividad H-M	5 000km 10000km 40000km	Vehículo / hora máquina	0.207 vehículos / hora máquina 0.185 vehículos / hora máquina 0.097 vehículos / hora máquina	0.259 vehículos / hora máquina 0.232 vehículos / hora máquina 0.122 vehículos / hora máquina	25.0%
		Actividades productivas	5 000km 10000km 40000km	% de actividades productivas	97.63% 79.58% 87.18%	98.83% 98.05% 98.83%	0.5% 23.2% 13.37%
		Actividades improductivas	5 000km 10000km 40000km	% de actividades improductivas	2.37% 20.42% 12.82%	1.84% 2.50% 1.49%	-22.5% -87.8% -88.38%

Fuente 37 Elaboración propia

En tabla n°24, de la matriz de comparación, se tiene las comparaciones de los resultados iniciales y los de mejora obtenidos en cada una de las variables con sus respectivas dimensiones, las cuales se detallarán a continuación:

### Producción

Para la mejora del tiempo promedio, se observa un incremento del 25% de unidades trabajadas al día, para esto se aplicó los métodos mencionados anteriormente, como las 5s y las capacitaciones en ergonomía.

### **Tiempo ciclo**

Para la mejora del tiempo ciclo, se observa una reducción del tiempo ciclo en un 20%, esto se logró aplicando las capacitaciones de las 5s y las charlas sobre ergonomía mostrados en los métodos empleados para la mejora de los procesos.

### **Tiempo ocioso**

Para la mejora del tiempo ocioso, se observa una reducción del 37.6%, 93.8% y 93.6% en los mantenimientos de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km respectivamente, esto se logra con la propuesta de mejora, aplicando los métodos de 5s, capacitación ergonómica y demás mostrados en los métodos empleados para la mejora de los procesos.

### **Tiempo estándar**

Para la mejora del tiempo estándar, se observa un incremento del 2.3% en el mantenimiento de 5 000 km, para el mantenimiento de 10 000 km y 40 000 km se observa una reducción del 16.9% y 10% respectivamente, esto se da por los métodos empleados anteriormente en el punto 3.3.6., teniendo mayor impacto la eliminación de la compra de repuestos y la disminución de tiempo de traslado de los mismos.

### **Distancia recorrida**

Para la mejora en la distancia recorrida, se observa una reducción del 37.57%, aplicando una nueva distribución de planta, de tal manera que esto impacta de manera positiva en el desplazamiento de los trabajadores.

### **Riesgo ergonómico**

Para la mejora del riesgo ergonómico, se observa que, con la aplicación de las capacitaciones de ergonomía, se logra reducir un 43.47%, logrando minimizar los posibles daños que les pueda generar realizar su trabajo con posturas inadecuadas.

### **Productividad M-O**

Para la mejora de la productividad M-O, se observó un incremento del 25% en los mantenimientos de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km, en cuanto a los vehículos trabajados por cada técnico.

### **Productividad H-H**

Para la mejora de la productividad H-H, se observó un incremento del 25% en los mantenimientos de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km, en cuanto a los vehículos trabajados por cada hora hombre.

### **Productividad H-M**

Para la mejora de la productividad H-M, se observó un incremento del 25% en los mantenimientos de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km, en cuanto a los vehículos trabajados por cada hora máquina.

#### Actividades productivas

Para la mejora de las actividades productivas, se obtuvo un incremento del 0.5% para las actividades productivas del mantenimiento de 5 000 km, 23.2% para mantenimiento de 10 000 km y 13.37% para el mantenimiento de 40 000 km.

#### Actividades improductivas

Para la mejora de las actividades improductivas, se obtuvo una reducción del 22.5% para las actividades productivas del mantenimiento de 5 000 km, 87.8% para mantenimiento de 10 000 km y 88.38% para el mantenimiento de 4 0000 km.

### 3.4. Resultado del análisis económico

Para el análisis económico, se analiza el costo de la propuesta de la implementación de una mejora de procesos en el área de mantenimiento en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca, se describirá el costo de útiles de escritorio, de equipos de oficina, de capacitación del personal, traslado de elevadores e instalación de nuevo almacén y los costos de repuestos para la implementación del nuevo almacén.

Tabla 25 Costos para la mejora administrativa

ÍTEM	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	INVERSIÓN TOTAL
<b>COSTO DE ÚTILES DE ESCRITORIO</b>				
Papel bond A4	Millar	1	22.00	22.00
Lapiceros	Caja	1	5.00	5.00
Archivadores	Unidad	2	6.00	12.00
Perforador	Unidad	1	10.00	10.00
Tinta de impresora	Unidad	1	40.00	40.00
Engrapador	Unidad	1	5.00	5.00
<b>COSTO DE EQUIPOS DE OFICINA</b>				
Memorias USB	Unidad	2	25.00	50.00
<b>COSTO DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b>				
Asesoría en 5´S	Horas	5	150.00	750.00
Capacitación en Ergonomía	Horas	3	100.00	300.00
<b>Total de Inversión (S/)</b>				<b>S/ 1,194.00</b>

Fuente 38 Elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla n° 25, el costo total para la mejora administrativa de las mejoras en el área de producción es de S/1,194.00.

Tabla 26 Costos para el traslado de elevadores e instalación del nuevo almacén

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Total</b>
<b>Traslado de elevadores hidráulicos</b>	Horas	40	20.00	S/800.00
<b>Cemento</b>	Unidad	21	23.10	S/485.10
<b>Arena</b>	metro cúbico	1	60.00	S/60.00
<b>Piedra</b>	metro cúbico	2	60.00	S/120.00
<b>Tabique de drywall - tablero fibrocemento con parantes</b>	metro cuadrado	21	140.00	S/2,940.00
<b>Estante metálico de ángulo ranurado</b>	Unidad	21	100.00	S/2,100.00
				<b>S/6,505.10</b>

Fuente 39 Elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla n° 26, el costo total para el traslado de elevadores e instalación del nuevo almacén es de S/6,505.10.

Tabla 27 Costos de repuestos para la implementación de almacén nuevo

<b>Cantida d</b>	<b>Producto</b>	<b>Costo unitari o</b>	<b>Cantidad requerida mensual</b>	<b>Total mensual</b>	<b>Costo anual</b>
<b>6</b>	Aceite de motor (1/4)	37.5	90	S/3,375.00	S/40,500.00
<b>1</b>	Filtro de aceite	25	15	S/375.00	S/4,500.00
<b>1</b>	Filtro de aire	50	15	S/750.00	S/9,000.00
<b>1</b>	Juego de bujías	48	15	S/720.00	S/8,640.00
<b>2</b>	líquido de freno	25	30	S/750.00	S/9,000.00
<b>2</b>	Hidrolina	15	30	S/450.00	S/5,400.00
<b>1</b>	Galón de refrigerante	52	15	S/780.00	S/9,360.00
<b>3</b>	Galón de aceite de caja semi sintético	130	45	S/5,850.00	S/70,200.00
				<b>S/13,050.00</b>	<b>S/156,600.00</b>
				<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente 40 Elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla n° 27, el costo total de repuesto para la implementación de almacén nuevo es de S/156,600.00.

Tabla 28 Costos proyectados

<b>FLUJO DE INVERSION</b>						
<b>Descripción</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
Costos para el traslado de elevadores e instalación del nuevo almacén	S/6,505.10	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
Costo de repuestos para implementación de almacén nuevo	S/156,600.00	S/156,600.00	S/156,600.00	S/156,600.00	S/156,600.00	S/156,600.00
Costo de capacitación al personal	S/1,050.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
Costo de equipos de oficina	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00
Costo de útiles de escritorio	S/94.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/164,299.10</b>	<b>S/156,650.00</b>	<b>S/156,650.00</b>	<b>S/156,650.00</b>	<b>S/156,650.00</b>	<b>S/156,650.00</b>

Fuente 41 Elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla n° 28, muestra que la inversión inicial para implementar la mejora de procesos el año 0 será de S/164,299.10 y para los próximos será de S/156,650.00.

### 3.4.1.Evaluación C/B: VAN, TIR, IR

A continuación, se presenta el análisis de la sensibilidad para tres escenarios, primer optimo, segundo escenario pesimista y tercer escenario el optimista.

#### - Escenario optimo

En este escenario se muestran las variables medidas después de la implementación de mejora de procesos en el área de producción en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca.

#### **Análisis de los indicadores proyectados**

En la siguiente tabla, se muestra el análisis de ahorros proyectados a 5 años, los cuales se generan si se implementa la mejora de procesos.

Tabla 29 Indicadores de ahorro

INDICADORES DE AHORRO INDICADORES	2019		2020		2021		2022		2023	
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
Producción	S/0.00	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74	S/172,892.74
Tiempo ciclo	S/0.00	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96	S/96,537.96
Tiempo estándar	S/0.00	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64	S/43,222.64
Distancia recorrida	S/0.00	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39	S/7,694.39
<b>TOTAL INDICADORES DE AHORRO</b>	<b>S/0.00</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>	<b>S/320,347.74</b>

Fuente 42 Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla n°29, los ingresos anuales que generan la empresa con la implementación de la mejora de procesos por los próximos 5 años, será de S/320,347.74.

#### Tasa COK

De acuerdo a los datos obtenidos por los estados financieros en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca a continuación se muestra la obtención del COK.

Ecuación 9 Costo promedio ponderado del capital

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D + C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D + C} \times Ke$$

#### LEYENDA

D= Deuda

K= Capital

Kd= Costos Deuda 16.9%

T= Impuesto a la Renta 30%

Ke= Rentabilidad Accionista ROE Balance General



Deuda	S/121,180.00
Capital	S/25,277.00

RENTA NETA IMPONIBLE

IMP. A LA RENTA

UTILIDAD NETA

Ecuación 10 Costo promedio ponderado del capital

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD\ NETA}{TOTAL\ PATRIMONIO}$$

$$Ke = Roe = \frac{S/54,107.00}{S/347,482.00}$$

$$Ke = Roe = 15.57\%$$

$$CPPC = 12.45\%$$

### Flujo de caja Neto Proyectado

Con los datos de las tablas antes presentadas, se realiza el flujo de caja proyectado a cinco años, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 30 Flujo de caja neto proyectado

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/164,299.10	S/163,697.74	S/163,697.74	S/163,697.74	S/163,697.74	S/163,697.74

Fuente 43 Elaboración propia

Tal como se puede observar en la tabla n°30, muestra que el flujo de caja proyectado a cinco años calculado anteriormente, para el año 0 se tiene – S/164,299.10 y para los años siguientes es de S/163,697.74.

### Indicadores económicos

A continuación, se presenta los indicadores económicos, que se tendrán en cuenta para definir la viabilidad del proyecto.

Tabla 31 Indicadores económicos

COK = CPPC = WACC =	12.45%
VA	S/583,621.15
VAN	S/419,322.05
TIR	96.208%
IR	3.55

Fuente 44 Elaboración propia

Los resultados obtenidos al analizar los indicadores financieros son los siguientes:

- Van > 0, con la implementación del proyecto, se podría generar una utilidad de S/419,322.05 en un periodo de cinco años, lo cual significa que el proyecto es viable.

- TIR > COK, se obtuvo una TIR de 97%, la cual es mayor a la tasa COK de 12.45%, lo cual significa que es conveniente ejecutar este proyecto.
- IR > 1, el IR obtenido es de S/ 3.55 lo cual quiere decir que por cada S/ 1.00 de inversión, retornara S/2.55, es decir, que el proyecto es viable.

Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad al proyecto tomándose en cuenta dos escenarios, uno optimista y uno pesimista, los cuales se muestran a continuación:

#### Escenario optimista

Para analizar este escenario se consideró el 30% y se le multiplico por cada uno de los indicadores de ahorros, a continuación, se presenta los indicadores proyectados a cinco años que se genera al implementar la mejora de procesos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 32 Análisis de indicadores proyectados - Escenario Optimista

INDICADORES DE AHORRO		2019	2020	2021	2022	2023
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Producción	-	S/224,760.56	S/224,760.56	S/224,760.56	S/224,760.56	S/224,760.56
Tiempo ciclo	-	S/125,499.35	S/125,499.35	S/125,499.35	S/125,499.35	S/125,499.35
Tiempo estándar	-	S/56,189.43	S/56,189.43	S/56,189.43	S/56,189.43	S/56,189.43
Distancia recorrida	-	S/10,002.71	S/10,002.71	S/10,002.71	S/10,002.71	S/10,002.71
<b>TOTAL INDICADORES</b>	<b>-</b>	<b>S/416,452.06</b>	<b>S/416,452.06</b>	<b>S/416,452.06</b>	<b>S/416,452.06</b>	<b>S/416,452.06</b>
<b>DE AHORRO</b>						

Fuente 45 Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla n°32, los ingresos anuales que generará la empresa con la implementación de la mejora de procesos por los próximos 5 años, será de S/ 416,452.06.

### Flujo de caja Neto Proyectado

Como podemos observar en la tabla n°33, los ingresos anuales aumentaron a S/259,802.06 y a partir de estos nuevos resultados se calculó un nuevo flujo de caja, el cual se muestra a continuación:

Tabla 33 Flujo de Caja - Escenario Optimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/164,299.10	S/259,802.06	S/259,802.06	S/259,802.06	S/259,802.06	S/259,802.06

Fuente 46 Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla n°33, los ingresos anuales que generará la empresa con la implementación de la mejora de procesos por los próximos 5 años calculado anteriormente, para poder visualizar el escenario de mejor forma.

### Indicadores económicos

Finalmente, se calcularon los nuevos indicadores económicos para el escenario optimista, que se tendrán en cuenta para definir la viabilidad del proyecto.

Tabla 34 Indicadores financieros - Escenario Optimista

COK = CPPC = WACC =	12.45%
VA	S/926,255.79
VAN	S/761,956.69
TIR	156.7%
IR	5.64

Fuente 47 Elaboración propia

Los resultados obtenidos al analizar los indicadores económicos en un escenario optimista son los siguientes:

- Van > 0, con la implementación del proyecto, se podría generar una utilidad de S/761,956.69 en un periodo de cinco años, lo cual significa que el proyecto es viable.
- TIR > COK, se obtuvo una TIR de 156.7%, la cual es mayor a la tasa COK de 12.45%, lo cual significa que es conveniente ejecutar este proyecto.
- IR > 1, el IR obtenido es de S/ 5.64 lo cual quiere decir que por cada S/ 1.00 de inversión, retornara S/4.64 es decir, que el proyecto es viable.

Para analizar este escenario se consideró el 30% para cada uno de los indicadores de ahorros, a continuación, se presenta los indicadores proyectados a cinco años que se generara al implementar la mejora de procesos, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 35 Análisis de indicadores proyectados - Escenario Pesimista

INDICADORES DE AHORRO		2014	2015	2016	2017	2018
INDICADORES	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Producción	-	S/121,024.92	S/121,024.92	S/121,024.92	S/121,024.92	S/121,024.92
Tiempo ciclo	-	S/67,576.57	S/67,576.57	S/67,576.57	S/67,576.57	S/67,576.57
Tiempo estándar	-	S/30,255.85	S/30,255.85	S/30,255.85	S/30,255.85	S/30,255.85
Distancia recorrida	-	S/5,386.08	S/5,386.08	S/5,386.08	S/5,386.08	S/5,386.08
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>S/224,243.42</b>	<b>S/224,243.42</b>	<b>S/224,243.42</b>	<b>S/224,243.42</b>	<b>S/224,243.42</b>
<b>INDICADORES DE AHORRO</b>						

Fuente 48 Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla n°35, los ingresos anuales que generará la empresa con la implementación de la mejora de procesos por los próximos 5 años, será de S/ 224,243.42.

#### Flujo de caja Neta Proyectado

Como podemos observar en la tabla n°36, los ingresos anuales disminuirán a S/ 67,593.42 y a partir de estos nuevos resultados se calculó un nuevo flujo de caja, el cual se muestra a continuación:

Tabla 36 Flujo de caja - Escenario Pesimista

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/164,299.10	S/67,593.42	S/67,593.42	S/67,593.42	S/67,593.42	S/67,593.42

Fuente 49 Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla n°36, los ingresos anuales que generará la empresa con la implementación de la mejora de procesos por los próximos 5 años calculado anteriormente, para poder visualizar el escenario de mejor forma.

#### Indicadores económicos

Finalmente, se calcularon los nuevos indicadores económicos para el escenario pesimista, que se tendrán en cuenta para definir la viabilidad del proyecto.

Tabla 37 Indicadores económicos - Escenario Pesimista

<b>COK = CPPC = WACC =</b>	12.45%
<b>VA</b>	S/240,986.52
<b>VAN</b>	S/76,687.42
<b>TIR</b>	30.1%
<b>IR</b>	1.47

Fuente 50 Elaboración propia

Los resultados obtenidos al analizar los indicadores económicos en un escenario optimista son los siguientes:

- Van > 0, con la implementación del proyecto, se podría generar una utilidad de S/4,416.47 en un periodo de cinco años, lo cual significa que el proyecto es viable.
- TIR > COK, se obtuvo una TIR de 30.1%, la cual es mayor a la tasa COK de 12.45%, lo cual significa que es conveniente ejecutar este proyecto.
- IR > 1, el IR obtenido es de S/ 1.47 lo cual quiere decir que por cada S/ 1.00 de inversión, retornara S/0.47 es decir, que el proyecto es viable.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Se incrementaron los niveles de productividad de la empresa en cuestión, indicando la existencia de relación entre las variables estudiadas. Lo cual se encuentra sustentado por que el incremento en los indicadores de procesos, genera crecimiento de 25% en los indicadores productividad, ya sea de mano de obra, horas hombre u horas máquina. De esta manera, para el mantenimiento de 5 000 km, la productividad de mano de obra se incrementó, de 62.13 a 77.67 vehículos/técnico-mes; la productividad de horas hombre, de 0.207 a 0.259 vehículos/hora-hombre y la productividad de horas máquina, de igual manera de 0.207 a 0.259 vehículos/hora-máquina. Para el mantenimiento de 10 000 km, la productividad de mano de obra se incrementó, de 55.61 a 69.51 vehículos/técnico-mes; la productividad de horas hombre, de 0.185 a 0.232 vehículos/hora-hombre y la productividad de horas máquina, de igual manera de 0.185 a 0.232 vehículos/hora-máquina. Para el mantenimiento de 40 000 km, la productividad de mano de obra se incrementó, de 20.20 a 36.51 vehículos/técnico-mes; la productividad de horas hombre, de 0.097 a 0.122 vehículos/hora-hombre y la productividad de horas máquina, de igual manera de 0.097 a 0.122 vehículos/hora-máquina.

Por otra parte, las limitaciones que se presentaron en el desarrollo de la investigación fueron con respecto a la falta de disposición de información de costos y estados financieros, los que fueron requeridos para el análisis de costo beneficio. En cuanto a los costos, se investigó en el mercado correspondiente al rubro y los estados financieros se dedujeron de los estados de otras empresas del mismo rubro.

Como se mencionó anteriormente, en la investigación aplicada a un concesionario automotriz, se incrementó la capacidad de atención del taller, reduciendo el ciclo de trabajo. Con tal objetivo se empleó métodos de distribución de planta y metodología 5's, reduciendo el tiempo ciclo en 17% (Tasayco, 2015). En dicho aspecto, aplicando la metodología 5's en la empresa del rubro automotriz, se redujo el tiempo ciclo en 20%, pasando de 289.70 a 231.76 minutos en el caso del mantenimiento preventivo de 5 000 km, en cuanto al mantenimiento preventivo de 10 000 km, se disminuyó de 323.68 a 258.94 minutos y, en mantenimiento preventivo de 40 000 km, de 616.35 a 493.08 minutos.

De acuerdo a una investigación desarrollada por Quiroz y Ramos (2018) en una empresa automotriz de la ciudad de Lima, que mostraba bajos niveles de productividad, debido a la falta de estandarización en sus procesos de reparación y mantenimiento. Propusieron el uso de herramientas como la estandarización de tiempos, método 5's y gestión de relación con los proveedores. Así, obtuvieron una mejora del 23.08% en los métodos de trabajo y los niveles de productividad se incrementaron a 1.2 u/H. De manera semejante, al emplear

estandarización de tiempos en la empresa de rubro automotriz en Cajamarca, se obtuvo una reducción promedio de 8.2% en tiempo estándar comparado al tiempo promedio de trabajo antes de la mejora, y en cuanto a la productividad, un incremento de, en promedio, 25%.

Según los investigadores Gómez y Tarrillo (2017) en un estudio realizado en la empresa ORTEV S.A.C., tras emplear un diseño de procedimientos de trabajo, capacitaciones correspondientes a seguridad y salud ocupacional, empleo de Cuadro de Mando Integral y reorganización de áreas. Se logró aumentar en 70% la producción diaria y la productividad Hora-Máquina en 0.095 U/H-M. De forma similar, se planteó el uso de rediseño de procedimiento de trabajo por medio de diagramas de análisis de procesos; capacitaciones en seguridad y salud ocupacional, buscando mejorar la situación ergonómica de los colaboradores; y reorganización de áreas, planteando asignar un área de la empresa que sea estrictamente para mantenimiento preventivo. Así, se logró incrementar la producción diaria en promedio 25% y de igual manera los diferentes parámetros de productividad estudiados en 25%.

Según un estudio en la empresa Mannucci Diesel Cajamarca S.A.C. para la mejora de procesos e incremento de productividad empleando mejora de métodos de trabajo y sistemas de 5's. Tras el uso de dichos métodos se disminuyó los reprocesos de órdenes de trabajo en el proceso de mantenimiento y el tiempo de entrega de vehículos. Igualmente, se redujo el ciclo del proceso de mantenimiento preventivo, de 5 000 km, de 17.7 minutos a 16.4 minutos, se alcanzó una productividad de Hora-Máquina de 1.3 unid/HM, en el de 1000 km se redujo el tiempo ciclo de 17.8 minutos a 16.1 minutos, y se logró una productividad de mano de obra de 4.83 unidad/operario día (Cortez, 2017). Siguiendo la metodología empleada en dicha investigación, al hacer uso de la mejora de métodos de trabajo y sistema 5's, se redujo el ciclo de proceso de mantenimiento preventivo en 20% en promedio de las tres categorías en cuestión (5 000 km, 10 000km y 40 000km) e incrementó la productividad de mano de obra en 15.53 vehículos/técnico-mes para mantenimiento preventivo de 5 000 km, en 13.90 vehículos/técnico-mes para mantenimiento preventivo de 10 000 km y en 7.30 vehículos/técnico-mes para mantenimiento preventivo de 40 000 km.

Se recomienda renovar las piezas y herramientas que usan en las reparaciones de las piezas metálicas, ya que su utilización es constante y se desgastan, así mismo contemplar dentro del ambiente laboral gente calificada para el mejoramiento y supervisión del proceso de mantenimiento. Analizar continuamente los peligros y riesgos a los que están expuestos los trabajadores los trabajadores en el área de mantenimiento. Realizar mantenimiento de las maquinas que operan en el servicio para evitar fallas y por ende retrasos. Además, se recomienda a la empresa realizar un estudio de eliminación de desechos y desperdicios dentro del proceso de mantenimiento, para optar obtener posibles mejoras y cuidar el medio ambiente. Por otra parte, la aplicación de la investigación implicara considerables beneficios económicos puesto que tras el análisis se obtuvo un TIR de 98.208% lo que significa que el

retorno generado por la implementación sería mayor a las inversiones que tendría que realizar la empresa.

Al finalizar esta investigación, se recomienda a los futuros investigadores que coincidan en proponer realizar una mejora de procesos en una automotriz, tomar en cuenta las herramientas y técnicas utilizadas en el presente estudio, con el fin que puedan tener una fuente confiable de información respecto al tema.



## 4.2 Conclusiones

- Se realizó un diagnóstico de los procesos de mantenimiento automotriz y los niveles de productividad para los mantenimientos de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km. Se observó una producción de 2.07 veh/día, 1.85 veh/día y 0.97 veh/día. En cuanto a la productividad mano de obra se obtuvo 62.13 veh/téc, 55.61 veh/téc y 29.20 veh/téc, para la productividad hora hombre y hora maquina se obtuvo 0.207, 0.185 y 0.097. Mediante el análisis se identificaron diversos problemas que generaban demoras y tiempos ociosos.
- Se desarrollaron herramientas para mejorar los procesos y la productividad en el mantenimiento de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km, aplicando diversos métodos como implementación de 5s, propuesta de redistribución, modelo de adquisición de repuestos. Obteniendo como resultado una producción de 2.59 unid/día, 2.32 unid/día y 1.22 unid/día. En la mejora de productividad de mano de obra se obtuvo 77.67 veh/téc-mes, 69.51 veh/téc-mes y 36.51veh/téc-mes; para la productividad hora hombre y hora maquina se obtuvo 0.259, 0.232 y 0.122.
- Se realizó un análisis de los resultados luego de la propuesta de mejora para el mantenimiento de 5 000 km, 10 000 km y 40 000 km. Para la mejora de procesos se incrementó la producción en 25%. Para la mejora de productividad mano-obra, hora-hombre y hora-maquina se incrementó en 25%.
- Se evaluó la propuesta de mejora de procesos a través de la metodología costo beneficio, dando como resultado un VAN de S/ 419 322.05, una TIR de 96.208%%, el cual es mayor al COK con una cifra de 12.45%, indicando que el proyecto es aceptado; por último, el IR es de S/3.55, lo que quiere decir que por cada sol invertido retornará S/ 2.55, indicando que el proyecto es viable.

## REFERENCIAS

- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., . . . Obregón, M. (2013). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Distrito Federal de Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Cortez, L. (2017). *Propuesta de mejora de métodos de trabajo en el proceso de mantenimiento preventivo de vehículos livianos de la empresa Mannucci Diesel S.A.C. para incrementar la productividad*. (Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Donado, A. (2013). *Mecánica Automotriz sus inicios*. Recuperado de autosoporte.com: <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/280-mecanica-automotriz#.UnRyRXC9SXo>
- El Comercio. (2015). *PBI creció en 2014 por debajo de estimaciones de BCR y MEF*. Recuperado de EL COMERCIO: <https://elcomercio.pe/economia/peru/pbi-crecio-2014-debajo-estimaciones-bcr-mef-185417>
- Gestión. (2016). *Parque automotor del Perú subirá a 2.6 millones de vehiculos en 2016*. Recuperado de GESTIÓN: <https://gestion.pe/economia/empresas/parque-automotor-peru-subira-2-6-millones-vehiculos-2016-124117>
- Gómez, S., & Tarrillo, L. (2017). *Propuesta de implementación de mejora en las operaciones de inspección vehicular para incrementar la productividad en la empresa ORTEV S.A.C.* (Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Gualdrón, R., & Gómez, O. (2013). *Herramientas de productividad aplicadas al mejoramiento de procesos en un laboratorio farmacéutico*. (Tesis magisterial). Universidad ICESI, Cali, Colombia.
- Hidalgo, G. (2014). *Ensamblaje de autos en el Perú: pasado, presente y ¿futuro?* Recuperado de Nitro.pe: <http://www.nitro.pe/mercado-motor/9655-ensamblaje-de-autos-en-el-peru-pasado-presente-y-futuro.html>
- Marin, A., & Marin, M. (2009). *Procesos Productivos y Administrativos*. Medellín, Colombia: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Monsalvo, R., & Romero, R. (2014). *Balance de materia y energía*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Naredo, J. (2015). *La economía en evolución* (Cuarta ed.). Madrid: Siglo XXI España Editores S.A.
- Quiroz, C., & Ramos, P. (2018). *Propuesta de Modelo Estandarizado para el Servicio de Mantenimiento Vehicular en una empresa Automotriz*. (Tesis de titulación). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Tasayco, G. (201). *Análisis y mejora de la capacidad de atención del servicio de mantenimiento periodico en un concesionario automotriz*. (Tesis de titulación). Pontifice Universidad Catolica del Perú, Lima, Perú.
- Verástegui, P. (2018). *Diseño de la metodología del ciclo de Deming (PHVA) de mejora continua para elevar el nivel de servicio al usuario en el departamento de registro y orientación del SATA Cajamarca*. (Tesis de titulación). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.



ANEXO N°02: Guía de observación en la empresa en estudio.

GUIA DE OBSERVACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN
AREA: Mantenimiento
PROCESO-OPERACIÓN/TAREA OBSERVADA: Mantenimiento preventivo
VEHÍCULO OBSERVADO:
NOMBRE DEL OBSERVADOR:
FECHA: ___/___/18 HORA: _____
¿Qué proceso esta observando?
Mantenimiento preventivo de 5 000 km
¿Qué vehículo interviene en el proceso?
Santa Fe
¿Qué máquinas/equipos intervienen en el proceso?
Elevadores
¿Cuántas máquinas intervienen en el proceso?
1 máquina
¿Qué función cumplen en el proceso?
Elevar los vehículos
¿Cuántos operarios intervienen en el proceso?
1 operador
¿Qué función cumplen en el proceso?
Revisa y realiza el mantenimiento
¿Observa métodos definidos de trabajo?
No se observa ningún método de trabajo
¿Observa orden y limpieza en el área?
Se observa desorden los repuestos retirados y con las llaves de los vehículos
¿Los procesos implican algún impacto ambiental en el entorno?
No implican ningún impacto ambiental
¿Observa algún plan de seguridad y salud ocupacional?
Solo usan equipos de protección personal

GUIA DE OBSERVACIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN
AREA: Mantenimiento
PROCESO-OPERACIÓN/TAREA OBSERVADA: Mantenimiento preventivo
VEHÍCULO OBSERVADO:
NOMBRE DEL OBSERVADOR:
FECHA: ___/___/18 HORA: _____
Describe el estado de la infraestructura
Tiene una infraestructura adecuada.
Describe la distribución de planta
No tiene una adecuada distribución de planta, su diseño no es el adecuado.
Describe la distribución de maquinarias en la planta
Están separados la sección de elevadores 4 en un lado y 2 en el otro.
La empresa cuenta con diagramas de recorrido
No cuenta con diagrama de recorrido.
¿Los procesos de están estandarizados?
No están estandarizados los procesos.
¿Observa cuellos de botella?
Si se observa cuellos de botella en el mantenimiento de 10 000km y 40 000km.
¿Los materiales e insumos son abastecidos oportunamente?
No se abastecen adecuadamente.
Describe las condiciones de área de trabajo
Se observa polvo en todo el área de mantenimiento

Fuente 52 Elaboración propia

ANEXO N°03: resultados de la encuesta aplicada

*Tabla 38 Resultados de la encuesta a los 7 trabajadores en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca*

N° de pregunta	Conteo		%	
	Sí	No	Sí	No
1	7	0	100.00%	0.00%
2	6	1	85.71%	14.29%
3	4	3	57.14%	42.86%
4	7	0	100.00%	0.00%
5	7	0	100.00%	0.00%
6	3	4	42.86%	57.14%
7	0	7	0.00%	100.00%
8	5	2	71.43%	28.57%

*Fuente 53 Elaboración propia*

ANEXO N°04: formato de inspección de 5'S

INSPECCION															
Nombre:		SEM.1	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	SEM.2	SEM.3	SEM.4	SEM.5	Mes	
5S			7	8	9	10	11	12	13						
			N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
<b>Aplicación de tarjeta roja</b>	Objetos etiquetados en area de desecho														
	Registro de objetos evacuados de área de desecho														
<b>Cumplimiento de estándar de limpieza</b>	Responsables de control de etiquetado por mes														
	Retiro de objetos innecesarios en el sitio de trabajo														
<b>Ordenamiento</b>	Cumplimiento de actividades del estándar														
	Actualización diaria del estándar de limpieza														
	Existe control del estándar de limpieza														
	Disponibilidad de marcadores														
	Disponibilidad completa de kit de limpieza														
	Limpieza de colectores														
	Inventarios en bodega ordenados														
	Inventarios en línea ordenados														
<b>Area modelo</b>	Mesas y plataformas de trabajo ordenados														
	Herramientas ordenadas														
	Accesorios de envasadoras ordenados														
	Accesorios de etiquetadoras ordenados														
	Colectores ambientales y de vidrio ordenados														
	Evacuación de cajas del piso														
	Los armarios, cajones, estantes (lugares de almacenamiento cerrado) ha sido clasificados														
	unicamente los objetos que se usan diariamene se encuentran en el lugar de trabajo														
	están definido los max. Min. De materiales, equipos, herramientas														
	se evidencia un manejo visual de max-min														
<b>Desempeño</b>	pisos limpios														
	Mangueras en su sitio														
	Señalización y rotulación														
	Limpia														
<b>Enfoque</b>	Ordenada														
	Actualización de Standard de limpieza														
	Se mantiene el standard														
	Evaluación de 5 S durante el turno de trabajo														
<b>Entendimiento</b>	Se publican casos de éxito con fotos de Antes-Después														
	Se han implementado MODAPTS														
	Check list entrega-recepción puesto de trabajo														
	Niveles de alarma y meta 5S en tablero														
<b>Entendimiento</b>	Metas de mejoras e innovaciones														
	Conocimiento de la meta por todos los miembros														
	Entendimiento de beneficios de cada S														

Figura 17 Check list de las 5s

Fuente 54 Modelo de inspección - UPC

ANEXO N°05: resultados del modelo de simulación propuesto.

Tabla 39 Resumen de resultados obtenidos en el modelo de simulación

MODELO	PROMEDIO	REDONDEO
A4	0.90	1
A6	1.00	1
A-CLASS	1.40	2
AMAROK	1.10	2
CRUZE	1.15	2
DURANGO	0.85	1
FORTUNER	2.05	3
FRONTIER	0.65	1
GRAND NOMADE	0.85	1
H3	1.20	2
HILUX	2.10	3
JIMNY	0.95	1
OUTLANDER	0.90	1
S5	1.45	2
SANTA FE	1.10	2
SORENTO	1.55	2
SPARK LITE	0.70	1
SPORTAGE	1.45	2
SWIFT	0.75	1
SX-4	1.35	2
TIIDA	0.95	1
WINGLE	1.00	1
YARIS	0.95	1
TOTAL LLEGADAS	26.35	36

Fuente 55 Elaboración propia

- En 30 días llegarán en una empresa del rubro automotriz - Cajamarca, para mantenimiento preventivo: un vehículo de modelo A4, un A6, 2 A-CLASS, 2 AMAROK, 2 CRUZE, 1 DURANGO, 3 FORTUNER, 1 FRONTIER, 1 GRAND NOMADE, 2 H3, 3 HILUX, 1 JIMNY, 1 OUTLANDER, 2 S5, 2 SANTA FE, 2 SORENTO, 1 SPARK LITE, 2 SPORTAGE, 1 SWIFT, 2 SX-4, 1 TIIDA, 1 WINGLE Y 1 YARIS.

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
AUTOR: Anthony Pagano Ortiz; Javier Torres Rios			FECHA: / /	
TÍTULO: “PROPUESTA DE MEJORA PROCESOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD - CAJAMARCA”				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>1. Problema General:</b></p> <p>¿En qué medida la propuesta de mejora de procesos incrementará la productividad en el área de mantenimiento automotriz - Cajamarca?</p>	<p><b>1. Objetivo General:</b></p> <p>Proponer la mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de mantenimiento automotriz - Cajamarca.</p>	<p><b>1. Hipótesis General:</b></p> <p>La propuesta de mejora de procesos incrementará la productividad del área de mantenimiento automotriz. – Cajamarca.</p>	<p><b>V. Independiente</b></p> <p>Procesos</p>	<p><b>1. Tipo de Investigación</b> Aplicada</p> <p><b>2. Nivel de Investigación</b> Explicativa</p> <p><b>3. Método:</b> Cuantitativo</p> <p><b>4. Diseño de la Investigación:</b> No experimental</p> <p><b>5. Marco Muestral:</b> La empresa del sector automotriz.</p>
<p><b>2. Problemas Específicos:</b></p>	<p><b>2. Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer un diagnóstico de los procesos de mantenimiento automotriz y los niveles de productividad en el área de mantenimiento automotriz.</li> <li>Diseñar y desarrollar herramientas para mejorar los procesos y la productividad en la empresa del sector automotriz.</li> <li>Hacer un análisis de los resultados luego de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento automotriz.</li> <li>Hacer un análisis económico de la propuesta de mejora en la empresa.</li> </ul>	<p><b>2. Hipótesis Específicas (opcional):</b></p>	<p><b>V. Dependiente:</b></p> <p>Productividad</p>	<p><b>6. Población:</b> La población para el trabajo de investigación esta dada por todas las áreas de la empresa del sector automotriz.</p> <p><b>6. Muestra:</b> El área de producción en la empresa del rubro automotriz.</p> <p><b>7. Técnicas:</b> Estudios de tiempos con cronómetro Observación Encuestas</p> <p><b>8. Instrumentos:</b> Cronómetro sexagesimal Hoja Lapiceros Cámara Encuestas</p> <p><b>9. Indicadores:</b> * Variable Independiente: Procesos -Producción, tiempo ciclo, tiempo ocioso, tiempo estándar, Layout, Distancia recorrida y riesgo ergonomico</p> <p>* Variable Dependiente: Productividad - Productividad Mano-Obra, Productividad Hora-Hombre, Productividad Hora-Maquina, Actividades productivas e improductivas.</p>

Figura 18 Matriz de consistencia

Fuente 56 Elaboración propia



para aspirar al título profesional de:

---

Haga clic o pulse aquí para escribir  
texto.

---