



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

**Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224  
para reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la empresa AutoGas  
H&D Automotriz Comas - 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Eulogio Abal, Jose Luis (ORCID: 0000-0001-8005-2529)

**ASESOR:**

Mg. Zúñiga Muñoz, Marcial Rene (ORCID: 0000 0002 4058 064X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productividad

**LIMA – PERÚ**

2019

### **Dedicatoria**

A mis principales pilares:

Mi madre Teodora Abal y mi padre Gregorio Eulogio, por todo el apoyo incondicional quien en mi crecimiento ha cuidado de mi prosperidad y superación educativa, siendo mi soporte incondicional a cada instante.

A mi novia Esther por el soporte y amor que me ofrece cada día en lograr nuevos objetivos profesional y personal.

A mis hermanas por estar siempre conmigo y brindarme su afecto incondicional.

### **Agradecimiento**

Le agradezco primordialmente a DIOS por la salud y vida en seguir luchando en lograr mis objetivos trazados, a mi hermano menor por acompañarme y guiado en el transcurso de mi carrera.

Agradecer a mi madre por su apoyo en todo momento, en darme la oportunidad de tener una educación profesional de calidad y enseñarme en ser ejemplo a seguir.

A mi novia Esther, por ser una parte primordial de mi vida, por estar conmigo en las buenas y en las malas. Por su amor incondicional que me brinda día a día.

Le doy gracias a mis hermanas Elizabeth y Julia porque siempre están a mi lado y brindarme su cariño en todo momento.

## Página del Jurado

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo, Jose Luis Eulogio Abal, con DNI N° 42070570 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería en la sede Lima Este San Juan de Lurigancho, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 18 de junio del 2019



---

José Luis Eulogio Abal  
D.N.I: 42070570

## Índice

|   |       |
|---|-------|
| Dedicatoria .....   | ii    |
| Agradecimiento .....  | iii   |
| Declaratoria de autenticidad.....   | iv    |
| Índice .....  | v     |
| Índice de tablas .....  | xvi   |
| Índice de figuras .....   | xviii |
| Resumen.....  | xxi   |
| Abstract .....  | xxii  |
| I. Introducción.....  | 23    |
| 1.1. Realidad Problemática.....   | 23    |
| 1.1.1. Realidad Internacional .....   | 23    |
| 1.1.2. Realidad Nacional.....   | 24    |
| 1.1.3. Realidad Local.....  | 25    |
| <i>Figura 1.</i> Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia .....   | 26    |
| Representa gráficamente la visualización de las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente. ....   | 26    |
| <i>Figura 2.</i> Diagrama Pareto. Fuente: Elaboración propia.....   | 27    |
| En el presente diagrama se clasifican las causas que provocan el aumento de costos de mantenimiento en orden de mayor a menor frecuencia. Este diagrama, también es llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, y organiza las causas de una manera tal que, estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. .... | 27    |
| 1.2. Trabajos previos .....   | 28    |
| 1.2.1. Antecedentes nacionales .....  | 28    |
| 1.2.2. Antecedentes internacionales .....   | 32    |
| 1.3. Teorías relacionadas al tema.....  | 36    |
| 1.3.1. Mantenimiento en la actualidad.....  | 36    |
| 1.3.1.1. <i>Evolución del mantenimiento</i> .....   | 37    |
| <i>Figura 3.</i> Mantenimiento en la Primera Generación. Fuente: Alba, (2016). ....   | 37    |

Se dio inicio al mantenimiento correctivo, en el periodo correspondiente hasta llegar al conflicto militar global, después de la Primera Guerra en el mundo. En ese entonces, las empresas no eran industrializadas ampliamente. Debido a la poca relevancia el tiempo de parada de la máquina... 37

*Figura 4.* Mantenimiento Preventivo en un concesionario. Fuente: De un taller de conversiones a GNV para camiones EPSA GAS. .... 38

Realizando un escaneo al volquete, mediante el mantenimiento, centralizada en la aplicación del tiempo de parada de máquina..... 38

*Figura 5.* Mantenimiento con la Tercera Generación. Fuente: De un taller de conversiones a GNV para camiones EPSA GAS. .... 39

Realizando inspecciones constantes de fallas que se producen en las máquinas, buscando la falla inicial, procediendo al mantenimiento predictivo con la finalidad de evitar la falla..... 39

*Figura 6.* Vehículo GNV en Cuarta generación. Fuente: De un taller de conversiones a GNV para camiones

EPSA GAS.

40

Comentario: Dio su aparición iniciando los 90'. El mantenimiento se vislumbra como segmento de la calidad total; es decir, que, a través de un apropiado encargo del mantenimiento se podrá incrementar la disponibilidad, logrando disminuir los precios..... 40

*Figura 7.* Vehículo GNV en Quinta generación. Fuente: De Manual de conversiones a GNV para Autos EPSA GAS..... 41

Comentario: La vida útil de un motor depende principalmente del mantenimiento preventivo tanto de Gasolina y GNV, pero especialmente son la calidad, potencia y el uso, los que hacen que el motor perdure en el tiempo..... 41

1.3.1.2. *Etapas de mantenimiento* ..... 42

1.3.1.3. *Tipos de Mantenimiento* ..... 43

1.3.1.3.1. *Mantenimiento Correctivo* ..... 43

1.3.1.3.2. *Mantenimiento Preventivo*..... 44

1.3.1.3.3. *Mantenimiento Predictivo*..... 47

1.3.1.3.4. *Mantenimiento Productivo total*..... 48

1.3.2. *Plan de mantenimiento preventivo* ..... 48

*Figura 8.* Ciclo de Deming. Este ciclo es un proceso de repeticiones constantes creando un entorno de mejoramiento continuo en la organización. .... 52

|  |    |
|--|----|
| 1.3.3. Norma ISO 14224 .....   | 53 |
| 1.3.4. Costos de Mantenimiento.....  | 54 |
| 1.3.4.1. <i>Costos directos</i> .....  | 55 |
| 1.3.4.2. <i>Costos indirectos</i> .....  | 55 |
| 1.3.4.3. <i>Gastos generales</i> .....   | 55 |
| 1.3.4.4. <i>Costos de tiempos perdidos</i> .....                                   | 55 |
| 1.4. Formulación del Problema .....  | 56 |
| 1.4.1. Problema general .....  | 56 |
| 1.4.2. Problemas específicos.....  | 56 |
| 1.5. Justificación del estudio .....   | 56 |
| 1.5.1. Justificación económica .....   | 56 |
| 1.5.2. Justificación práctica .....  | 57 |
| 1.6. Objetivos .....   | 57 |
| 1.6.1. General.....  | 57 |
| 1.6.2. Específicos .....   | 57 |
| 1.7. Hipótesis .....   | 58 |
| 1.7.1. Hipótesis general.....  | 58 |
| 1.7.2. Hipótesis específicas .....   | 58 |
| II. Método .....   | 59 |
| 2.1. Diseño de investigación.....  | 59 |
| 2.1.1. Tipo de investigación.....  | 59 |
| 2.1.2. Diseño de investigación: Cuasi experimental.....                            | 59 |
| 2.2. Variables y su Operacionalización .....                                       | 60 |
| 2.2.1. Variable Independiente:.....  | 60 |
| 2.2.2. Variable Dependiente: .....   | 61 |
| 2.2.3. Matriz de Operacionalización de Variables (Ver Anexo B).....                | 62 |
| 2.3. Población y muestra .....   | 62 |
| 2.3.1. Población.....  | 62 |
| 2.3.2. Muestra .....   | 63 |
| 2.3.3. Criterios para su selección .....   | 63 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 63 |
| 2.4.1. Técnica.....  | 63 |
| 2.4.2. Instrumentos .....  | 64 |
| 2.4.3. Validación y confiabilidad .....  | 64 |

|  |    |
|--|----|
| 2.5. Método de análisis de datos .....   | 64 |
| 2.5.1. Estadística descriptiva .....   | 65 |
| 2.5.2. Estadística inferencial.....  | 65 |
| 2.6. Aspectos éticos.....  | 67 |
| III. Resultados.....   | 68 |
| 3.1. Situación actual de la empresa.....   | 68 |
| <i>Figura 9.</i> Organigrama general de la empresa. Conformado por un Gerente, Administración, Secretaria, Personal de ventas, Jefe de área técnica, Técnicos, Practicantes y el personal de limpieza encargados de las labores que se realizan en la empresa AutoGas H&D Automotriz. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz. ....                            | 69 |
| <i>Figura 10.</i> Jefe de área de mantenimiento autorizando el trabajo. Aquí el jefe del área de mantenimiento explicando al cliente sobre las fallas de vehículo para iniciar el trabajo al técnico capacitado. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.....  | 71 |
| <i>Figura 11.</i> Diagnóstico para el mantenimiento de equipos de conversión. Comentario: Primero se hace un análisis del vehículo para ver el estado de cómo ingresó y así empezar el trabajo de mantenimiento. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz. ....   | 71 |
| .....  | 72 |
| <i>Figura 12.</i> Equipo de sistema de gas desarmado en mantenimiento. Para el mantenimiento del gas se desarma el reductor de gas para hacer una limpieza general y cambiar los accesorios que se requiere por el tiempo y el uso ya trabajado en el vehículo. Fuentes: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.....  | 72 |
| <i>Figura 13.</i> Probador de inyectores. Comentario: El cual es una herramienta que es parte del mantenimiento que ejecuta el mantenimiento del vehículo, que, después de tanto mantenimiento de los inyectores de gasolina se llega a malograr por el mal uso, y es cuando el técnico se encarga de repararlo. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz. .... | 72 |
| .....  | 72 |
| 3.2. Estudio antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento .....  | 73 |
| 3.2.1. Disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 73 |
| Tabla 1 .....  | 73 |
| <i>Disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....   | 73 |
| <i>Figura 14.</i> Porcentaje de disponibilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como puede verse en la tabla y figura que la disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 43,9%. Fuente: Elaboración propia. ....  | 74 |
| 3.2.2. Confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....  | 75 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 2 .....  | 75 |
| <i>Confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 75 |
| <i>Figura 15.</i> Porcentaje de confiabilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en la tabla y figura que la confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 45,4%. Fuente: Elaboración propia. .... | 76 |
| 3.2.3. Mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....  | 77 |
| Tabla 3 .....  | 77 |
| <i>Mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....   | 77 |
| <i>Figura 16.</i> Porcentaje de mantenibilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en la tabla y figura que la mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 75%. Fuente: Elaboración propia. .... | 78 |
| 3.2.4. Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....   | 79 |
| Tabla 4 .....  | 79 |
| <i>Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 79 |
| <i>Figura 17.</i> Costos directos a través de los días antes de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia .....  | 80 |
| <i>Figura 18.</i> Costos directos antes de aplicar el plan de mantenimiento. Se observa en las figuras que los Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de S/.66499. Fuente: Elaboración propia. ....                    | 80 |
| 3.2.5. Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....   | 81 |
| Tabla 5 .....  | 81 |
| <i>Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 81 |
| <i>Figura 19.</i> Costos indirectos a través de los días antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.....  | 82 |
| <i>Figura 20.</i> Costos indirectos antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en las figuras que los Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento asciende a S/. 11.188. Fuente: Elaboración propia. ....   | 82 |
| 3.2.6. Gastos generales antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....  | 83 |
| Tabla 6 .....  | 83 |
| <i>Gastos generales antes de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....   | 83 |
| <i>Figura 21.</i> Gastos generales a través de los días antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia .....  | 84 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 22.</i> Gastos generales antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en la tabla y figuras que los Gastos generales antes de aplicar el plan de mantenimiento asciende a un monto de S/.950.5. Fuente: Elaboración propia.....                        | 84 |
| 3.2.7. Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 85 |
| Tabla 7 .....  | 85 |
| <i>Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....</i>  | 85 |
| <i>Figura 23.</i> Costos de tiempos perdidos a través de los días antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia .....  | 86 |
| <i>Figura 24.</i> Costos de tiempos perdidos antes de aplicar el plan de mantenimiento. Se observa en la tabla y figuras que los Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento asciende a un monto de S/. 1316.25. Fuente: Elaboración propia..... | 86 |
| 3.2.8. Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....   | 87 |
| Tabla 8 .....  | 87 |
| <i>Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....</i>  | 87 |
| <i>Figura 25.</i> Costos de mantenimiento antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia .....  | 88 |
| <i>Figura 26.</i> Costos de mantenimiento antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Costos de mantenimiento antes de la aplicación del plan de mantenimiento fueron de S/. 68776.938. Fuente: Elaboración propia.....      | 88 |
| 3.2.9. Disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento.....  | 89 |
| Tabla 9 .....  | 89 |
| <i>Disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento.....</i>  | 89 |
| <i>Figura 27.</i> Porcentaje de la disponibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y la figura que la disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 66.7%. Fuente: Elaboración propia.....             | 90 |
| 3.2.10. Confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 91 |
| Tabla 10 .....   | 91 |
| <i>Confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento .....</i>  | 91 |
| <i>Figura 28.</i> Porcentaje de la confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figura que la confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 48,4%. Fuente: Elaboración propia.....                  | 92 |
| 3.2.11. Mantenibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento .....  | 93 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 11 .....  | 93  |
| <i>Mantenibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 93  |
| <i>Figura 29.</i> Porcentaje de la mantenibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figura que la mantenibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento fue de 53.4%. Fuente: Elaboración propia. ....     | 94  |
| 3.2.12. Costos directos después de la aplicación del plan de mantenimiento .....  | 95  |
| Tabla 12 .....  | 95  |
| <i>Costos directos después de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....   | 95  |
| <i>Figura 30.</i> Costos directos a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia .....  | 96  |
| <i>Figura 31.</i> Costos directos después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Costos directos después de aplicar el plan de mantenimiento se redujo a S/. 37956. Fuente: Elaboración propia. ....         | 96  |
| 3.2.13. Costos indirectos después de la aplicación del plan de mantenimiento .....  | 97  |
| Tabla 13 .....  | 97  |
| <i>Costos indirectos después de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....   | 97  |
| <i>Figura 32.</i> Costos indirectos a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. ....  | 98  |
| <i>Figura 33.</i> Costos indirectos después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Costos indirectos después de aplicar el plan de mantenimiento varío a S/. 12.69. Fuente: Elaboración propia. ....         | 98  |
| 3.2.14. Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 99  |
| Tabla 14 .....  | 99  |
| <i>Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 99  |
| <i>Figura 34.</i> Costos generales a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. ....   | 100 |
| <i>Figura 35.</i> Gastos generales después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento se redujo a S/.983.5. Fuente: Elaboración propia. .... | 100 |
| 3.2.15. Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 101 |
| Tabla 15 .....  | 101 |
| <i>Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 101 |
| <i>Figura 36.</i> Costos de tiempos perdidos a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia. ....   | 102 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 37. Costos de tiempos perdidos después de aplicar el plan de mantenimiento.</i>  |     |
| Observándose en la tabla y figuras que los Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de mantenimiento se redujo a S/. 1057.5. Fuente: Elaboración propia. ....  | 102 |
| Tabla 16.....  | 103 |
| <i>Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV después de la aplicación del plan de mantenimiento</i> .....  | 103 |
| <i>Figura 38. Costos de mantenimiento después de aplicar el plan de mantenimiento tomado en días.</i> Fuente: Elaboración propia.....  | 104 |
| <i>Figura 39. Costos de mantenimiento después de aplicar el plan de mantenimiento.</i> Observándose en la tabla y figuras que los Costos de mantenimiento después de la aplicación del plan de mantenimiento se redujo a S/. 40009.69. Fuente: Elaboración propia..... | 104 |
| 3.2.16. Costos y beneficios.....   | 105 |
| Tabla 17 .....   | 105 |
| <i>Costo por capacitación</i> .....  | 105 |
| Tabla 18.....  | 105 |
| <i>Costo por materiales utilizados</i> .....   | 105 |
| Tabla 19.....  | 105 |
| <i>Costo total de la aplicación del mantenimiento preventivo</i> .....   | 105 |
| 3.3. Análisis descriptivo.....   | 106 |
| 3.3.1 Variable dependiente: Costos de mantenimiento .....  | 106 |
| Tabla 20.....  | 106 |
| <i>Comparación de los Costos de mantenimiento antes y después</i> .....  | 106 |
| <i>Figura 40. Curva de los costos de mantenimiento a través de los días. Comparación de los costos de mantenimiento antes y después de la aplicación del mantenimiento.</i> Fuente: Elaboración propia. ....   | 108 |
| <i>Figura 41. Reducción de los Costos de mantenimiento.</i> Se observa que los Costos de mantenimiento tuvo una reducción de S/. 28 767.25 luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.....                | 108 |
| 3.3.2. Variable dependiente dimensión 1: Costos directos .....   | 109 |
| <i>Figura 42. Comparación de Costos directos a través de los días.</i> Fuente: Elaboración propia ....   | 109 |
| <i>Figura 43. Reducción de los costos directos.</i> Se observa en las figuras una reducción de los costos directos en S/. 28543, luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.....                          | 109 |
| 3.3.3. Variable dependiente dimensión 2: Costos indirectos .....   | 110 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 44. Comparación de los Costos indirectos a través de los días. Fuente: Elaboración propia.</i>  | 110 |
| <i>Figura 45. Variación de los Costos indirectos. Se observa en las figuras una variación de S/. 1.50 en los Costos indirectos luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.</i>                     | 110 |
| 3.3.4. Variable dependiente dimensión 3: Gastos generales   | 111 |
| <i>Figura 46. Comparación de Gastos generales a través de los días. Fuente: Elaboración propia.</i>   | 111 |
| <i>Figura 47. Variación de los gastos generales. Se observa en las figuras una variación de los gastos generales en S/. 33, luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.</i>                        | 111 |
| 3.3.5. Variable dependiente dimensión 4: Costos de tiempos perdidos   | 112 |
| <i>Figura 48. Comparación de los Costos de tiempos perdidos a través de los días. Fuente: Elaboración propia.</i>   | 112 |
| <i>Figura 49. Reducción de los Costos de tiempos perdidos. Se observa en las figuras una reducción de S/. 258.75 en los Costos de tiempos perdidos luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.</i> | 112 |
| 3.4. Análisis inferencial (contrastación de las hipótesis)  | 113 |
| 3.4.1 Análisis hipótesis general  | 113 |
| Tabla 21  | 113 |
| <i>Prueba de normalidad de los Costos de mantenimiento con Shapiro Wilk</i>   | 113 |
| Tabla 22  | 114 |
| <i>Prueba Descriptiva para los Costos de mantenimiento antes y después.</i>   | 114 |
| Tabla 23  | 115 |
| <i>Prueba de hipótesis de los Costos de mantenimiento</i>   | 115 |
| 3.4.2 Análisis de primera Hipótesis Específica  | 115 |
| Tabla 24  | 116 |
| <i>Prueba de normalidad de los Costos directos antes y después con Shapiro Wilk</i>   | 116 |
| Tabla 25  | 117 |
| <i>Prueba Descriptiva para los costos directos antes y después.</i>   | 117 |
| Tabla 26  | 117 |
| <i>Prueba de Hipótesis Costos directos</i>  | 117 |
| 3.4.3 Análisis de la segunda hipótesis específica   | 117 |
| Tabla 27  | 118 |
| <i>Prueba de normalidad de los Costos indirectos antes y después con Shapiro Wilk</i>   | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 28.....  | 119 |
| <i>Prueba Descriptiva para los Costos indirectos antes y después.</i> ....   | 119 |
| Tabla 29.....  | 119 |
| <i>Prueba de Hipótesis Costos indirectos</i> .....   | 119 |
| 3.4.4 Análisis de tercera Hipótesis Especifica .....   | 119 |
| Tabla 30.....  | 120 |
| <i>Prueba de normalidad de los Gastos generales antes y después con Shapiro Wilk</i> .....   | 120 |
| Tabla 31 .....   | 121 |
| <i>Prueba Descriptiva para los Gastos generales antes y después</i> .....  | 121 |
| Tabla 32 .....   | 121 |
| <i>Prueba de Hipótesis Gastos generales</i> .....  | 121 |
| 3.4.5 Análisis de la cuarta hipótesis específica .....   | 121 |
| Tabla 33 .....   | 122 |
| <i>Prueba de normalidad de los Costos de tiempos perdidos antes y después con Shapiro Wilk</i> .....   | 122 |
| Tabla 34.....  | 123 |
| <i>Prueba Descriptiva para los Costos de tiempos perdidos antes y después.</i> ....  | 123 |
| Tabla 35.....  | 123 |
| <i>Prueba de Hipótesis Costos de tiempos perdidos</i> .....  | 123 |
| 3.4.6. Cronograma de actividades de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo<br>basado en la Norma ISO 14224 .....   | 124 |
| Tabla 36.....  | 124 |
| <i>Actividades diarias de la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la<br/>Norma ISO 14224.</i> ....  | 124 |
| 3.4.7. Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224. ....  | 125 |
| Tabla 37 .....   | 127 |
| <i>Frecuencia para el cambio de repuestos de los equipos de conversión</i> .....   | 127 |
| <i>Figura 50.</i> Reemplazando piezas de repuesto. Del taller de modificación de automóviles NGV<br>Autogas HyD. Bajo la autorización de los técnicos responsables y personal capacitado, iniciar el<br>trabajo de reemplazo. Fuente: Elaboración propia ..... | 128 |
| <i>Figura 51.</i> Aprobar el mantenimiento. Los técnicos experimentados aprobarán las mejoras del<br>vehículo una vez finalizado el mantenimiento. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD<br>Automotriz. ....  | 129 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 52.</i> El mantenimiento está completo. Una vez finalizado el trabajo de mantenimiento, se pone en marcha el motor para comprobar si existen determinadas averías. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz. ....  | 129 |
| <i>Figura 53.</i> El mantenimiento está completo. El último paso del escaneo total del vehículo. Utilice el programa para verificar las partes eléctricas y electrónicas del sistema de gas de acuerdo con el trinquete que se muestra. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz. .... | 130 |
| IV. Discusión .....   | 131 |
| V. Conclusiones.....  | 136 |
| VI. Recomendaciones .....   | 138 |
| Referencias.....  | 140 |
| Anexos.....   | 147 |

## Índice de tablas

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 73  |
| Tabla 2. Confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....  | 75  |
| Tabla 3. Mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....  | 77  |
| Tabla 4. Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....   | 79  |
| Tabla 5. Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....   | 81  |
| Tabla 6. Gastos generales antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 83  |
| Tabla 7. Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento ....  | 85  |
| Tabla 8. Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV antes<br>de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 87  |
| Tabla 9. Disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 89  |
| Tabla 10. Confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento.....  | 91  |
| Tabla 11. Mantenibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento .....  | 93  |
| Tabla 12. Costos directos después de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 95  |
| Tabla 13. Costos indirectos después de la aplicación del plan de mantenimiento .....   | 97  |
| Tabla 14. Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento.....   | 99  |
| Tabla 15. Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....   | 101 |
| Tabla 16. Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV<br>después de la aplicación del plan de mantenimiento..... | 103 |
| Tabla 17. Costo por capacitación .....   | 105 |
| Tabla 18. Costo por materiales utilizados .....  | 105 |
| Tabla 19. Costo total de la aplicación del mantenimiento preventivo.....   | 105 |
| Tabla 20. Comparación de los Costos de mantenimiento antes y después.....  | 106 |
| Tabla 21. Prueba de normalidad de los Costos de mantenimiento con Shapiro Wilk.....  | 113 |
| Tabla 22. Prueba Descriptiva para los Costos de mantenimiento antes y después. ....  | 114 |
| Tabla 23. Prueba de hipótesis de los Costos de mantenimiento.....  | 115 |
| Tabla 24. Prueba de normalidad de los Costos directos antes y después con Shapiro<br>Wilk.....   | 116 |
| Tabla 25. Prueba Descriptiva para los costos directos antes y después. ....  | 117 |
| Tabla 26. Prueba de Hipótesis Costos directos .....  | 117 |
| Tabla 27. Prueba de normalidad de los Costos indirectos antes y después con Shapiro  |     |

|  |     |
|--|-----|
| Wilk .....   | 118 |
| Tabla 28. Prueba Descriptiva para los Costos indirectos antes y después. ....  | 119 |
| Tabla 29. Prueba de Hipótesis Costos indirectos .....  | 119 |
| Tabla 30. Prueba de normalidad de los Gastos generales antes y después con Shapiro<br>Wilk .....                           | 120 |
| Tabla 31. Prueba Descriptiva para los Gastos generales antes y después. ....   | 121 |
| Tabla 32. Prueba de Hipótesis Gastos generales .....   | 121 |
| Tabla 33. Prueba de normalidad de los Costos de tiempos perdidos antes y después con<br>Shapiro Wilk.....                  | 122 |
| Tabla 34. Prueba Descriptiva para los Costos de tiempos perdidos antes y después. ....                                     | 123 |
| Tabla 35. Prueba de Hipótesis Costos de tiempos perdidos .....   | 123 |
| Tabla 36. Actividades diarias de la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo<br>basado en la Norma ISO 14224..... | 124 |
| Tabla 37. Frecuencia para el cambio de repuestos de los equipos de conversión.....   | 127 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de Ishikawa.....  | 26 |
| Figura 2. Diagrama Pareto.....   | 27 |
| Figura 3. Mantenimiento en la Primera Generación.....  | 37 |
| Figura 4. Mantenimiento Preventivo en un concesionario.....  | 38 |
| Figura 5. Mantenimiento con la Tercera Generación.....   | 39 |
| Figura 6. Vehículo GNV en Cuarta generación.....   | 40 |
| Figura 7. Vehículo GNV en Quinta generación.....   | 41 |
| Figura 8. Ciclo de Deming .....  | 52 |
| Figura 9. Organigrama general de la empresa.....   | 69 |
| Figura 10. Jefe de área de mantenimiento autorizando el trabajo .....  | 71 |
| Figura 11. Diagnóstico para el mantenimiento de equipos de conversión .....  | 71 |
| Figura 12. Equipo de sistema de gas desarmado en mantenimiento .....   | 72 |
| Figura 13. Probador de inyectores .....  | 72 |
| Figura 14. Porcentaje de la disponibilidad antes de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....                 | 74 |
| Figura 15. Porcentaje de la confiabilidad antes de la aplicación del plan de<br>mantenimiento. ....                  | 76 |
| Figura 16. Porcentaje de la mantenibilidad antes de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....                 | 78 |
| Figura 17. Costos directos a través de los días antes de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....            | 80 |
| Figura 18. Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....                                    | 80 |
| Figura 19. Costos indirectos a través de los días antes de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....          | 82 |
| Figura 20. Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento .....                                  | 82 |
| Figura 21. Gastos generales a través de los días antes de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....           | 84 |
| Figura 22. Gastos generales antes de la aplicación del plan de mantenimiento.....                                    | 84 |
| Figura 23. Costos de tiempos perdidos a través de los días antes de la aplicación del plan<br>de mantenimiento ..... | 86 |
| Figura 24. Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento.                              | 86 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 25. Costos de mantenimiento antes de la aplicación del plan de mantenimiento. ...                               | 88  |
| Figura 26. Costos de mantenimiento antes de la aplicación del plan de mantenimiento ....                               | 88  |
| Figura 27. Porcentaje de la disponibilidad después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....                 | 90  |
| Figura 28. Porcentaje de la confiabilidad después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....                  | 92  |
| Figura 29. Porcentaje de la mantenibilidad después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....                 | 94  |
| Figura 30. Costos directos a través de los días después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....            | 96  |
| Figura 31. Costos directos después de la aplicación del plan de mantenimiento .....                                    | 96  |
| Figura 32. Costos indirectos a través de los días después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....          | 98  |
| Figura 33. Costos indirectos después de la aplicación del plan de mantenimiento.....                                   | 98  |
| Figura 34. Costos generales a través de los días después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento .....           | 100 |
| Figura 35. Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento .....                                   | 100 |
| Figura 36. Costos de tiempos perdidos a través de los días después de la aplicación del plan<br>de mantenimiento ..... | 102 |
| Figura 37. Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento. ....                      | 102 |
| Figura 38. Costos de mantenimiento después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento tomados en días. ....         | 104 |
| Figura 39. Costos de mantenimiento después de la aplicación del plan de<br>mantenimiento. ....                         | 104 |
| Figura 40. Curva de los costos de mantenimiento a través de los días.....  | 108 |
| Figura 41. Reducción de los Costos de mantenimiento.....   | 108 |
| Figura 42. Comparación de Costos directos a través de los días.....  | 109 |
| Figura 43. Reducción de los costos directos.....   | 109 |
| Figura 44. Comparación de los Costos indirectos a través de los días.....  | 110 |
| Figura 45. Variación de los Costos indirectos.....   | 110 |
| Figura 46. Comparación de Costos generales a través de los días. ....  | 111 |
| Figura 47. Variación de los costos generales .....   | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 48. Comparación de los Costos de tiempos perdidos a través de los días ..... | 112 |
| Figura 49. Reducción de los Costos de tiempos perdidos .....                        | 112 |
| Figura 50. Realizando un cambio de repuestos .....                                  | 128 |
| Figura 51. Aprobando el Mantenimiento .....   | 129 |
| Figura 52. Mantenimiento culminado .....  | 129 |
| Figura 53. Mantenimiento culminado .....  | 130 |

## Resumen

El objetivo principal de este trabajo de investigación es elaborar un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 para reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Se realizó un tipo de estudio Aplicada, cuyo nivel fue descriptivo y explicativo, con diseño cuasi experimental en el área de mantenimiento, contando con una población en 22 días de observación de la conversión de vehículos a GNV, antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224; y, después de la aplicación de la misma.

Las técnicas de investigación utilizadas fueron los siguientes: Observación directa, y Revisión documental, es decir, se efectuó un análisis para determinar el escenario de la empresa respecto al costo de mantenimiento de los vehículos convertidos a GNV; mientras que para la Aplicación de un Plan de mantenimiento basado en la Norma ISO 14224 se hizo uso a un conjunto de herramientas basadas en la observación directa y la inspección del área involucrada en el proceso de mantenimiento.

En tal sentido, nuestra investigación llegó a la siguiente conclusión: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. La media de los costos de mantenimiento antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224 era de S/. 3126,22445, la media de los Costos de mantenimiento luego de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo fue de S/. 1818,62241. Obteniendo una reducción considerable en los costos de mantenimiento.

**Palabras Clave:** Mantenimiento preventivo y Costos de mantenimiento.

## **Abstract**

The main objective of this research work is to prepare a Preventive Maintenance Plan based on the ISO 14224 Standard to reduce costs in vehicles converted to NGV, in the AutoGas H&D Automotive Company - 2019.

A type of Applied study was conducted, the level of which was descriptive and explanatory, with a quasi-experimental design in the maintenance area, with a population in 22 days of observation of the conversion of vehicles to NGV, before the application of the Maintenance Plan preventive based on ISO Standard 14224; and, after the application of it.

The research techniques used were the following: Direct observation, and Documentary review, that is, an analysis was carried out to determine the company's scenario regarding the maintenance cost of vehicles converted to NGV; while for the Application of a Maintenance Plan based on ISO Standard 14224, a set of tools based on direct observation and inspection of the area involved in the maintenance process was used.

In this sense, our investigation reached the following conclusion: The application of a Preventive Maintenance Plan based on the ISO 14224 Standard significantly reduces maintenance costs in vehicles converted to NGV, in the AutoGas H&D Automotive Company - 2019. Average maintenance costs before the application of the Preventive Maintenance Plan based on ISO 14224 was S /. 3126,22445, the average maintenance costs after the application of the preventive maintenance plan was S /. 1818.62241. Obtaining a considerable reduction in maintenance costs.

**Keywords:** Preventive maintenance and Maintenance costs.

## I. Introducción

### 1.1. Realidad Problemática

#### 1.1.1. Realidad Internacional

Hoy en día, se sabe que, en el mundo automotor en la que vivimos, la alta contaminación generado por el Gasohol y el Diésel, han hecho que diversos países y organizaciones promuevan como combustible variado, el uso de gas natural, gracias a la competitividad, economía y técnica, siendo Italia el primer país quien uso este combustible, seguido de EE.UU., Rusia y en Latinoamérica Brasil y Argentina.

En tanto, la industria colombiana solicita a su gobierno que abastezca las condiciones del mercado automotriz, el uso del GNV en los vehículos convencionales, las empresas dedicados al negocio de la producción y distribución del gas se preguntan: ¿Por qué motivo el Gobierno de Colombia, no ha implementado este sistema de GNV, en el transporte masivo dentro del país? Otras de las inquietudes fueron: ¿Habría pérdida de potencia del motor a gas?, ¿Se podrá ahorrar dinero con la implementación de GNV?, ¿Cuáles serían los costos de conversión?, ¿Qué nuevas inspecciones se requerirán?, etc. Son algunas de las preguntas y respuestas que la comunidad automotriz desea conocer.

Respondiendo a algunas de las interrogantes, se tiene que, luego de la implementación de GNV, ¿Se acortará la vida útil del motor? Pues no, todo depende del mantenimiento periódico que se realice al vehículo (sincronización, cambio de aceite y filtros, etc.)

Por su parte, a la pregunta: ¿Qué cantidad de potencia perdería un vehículo si se convierte a GNV? Pues, no pierde mucho, la perdida es menor al activar el aire acondicionado, esto depende del estado en que se encuentre el vehículo, el punto geográfico, y adecuada y atenta instalación en el sistema de conversión. La potencia que se pierde, oscila entre el 7% y 15% en un motor en buenas condiciones o restaurado.

En cuanto a la interrogante: ¿Cuáles serían los costos de conversión? No se puede tener una cifra exacta, pero se puede decir, que, no es muy costoso el mantenimiento, todo se basa en la calidad del combustible, la verificación del estado

y el trabajo de los accesorios del vehículo que se controlan mediante el kilometraje del recorrido, entre otros.

Así mismo: ¿Qué beneficio conlleva el convertir el vehículo a GNV? El beneficio está en el ahorro del 50% del costo del combustible, en comparación a otros combustibles empleados en el sector, en tal sentido, se reduciría la contaminación al medio ambiente.

Por último, ¿Existe el peligro de manejar con cilindros que contienen gas a presión? Vivimos en un mundo, en la cual, si no somos conscientes del producto que adquirimos, en cuanto a calidad, y no realizamos la supervisión y evaluación respectiva periódicamente del nuestro producto, podemos estar sujeto a peligros constantes.

En el mundo actual, existe la competencia entre empresas de un mismo rubro, para predominar en el mercado, ya que la competitividad entre ellas hace que dichas organizaciones busquen innovar constantemente los procesos o procedimientos que incurren en la transformación de un bien o en el desarrollo de un servicio. Así mismo, las empresas de servicios a nivel mundial buscan constantemente satisfacer a sus clientes en base al cumplimiento de sus pedidos y la rapidez de su entrega. Por ello, las empresas buscan mejorar su producto que cada vez implica mayor competitividad, ya que incrementa el grado de servicio a los clientes y, por lo tanto, la satisfacción que vamos a conseguir de los mismos, es importante tener el producto perfectamente localizado en las áreas destinadas con que cuenta la empresa, ya que el usuario exige las peticiones de una manera más urgente y por eso se debe de ser más rápido cada vez, y así economizar el tiempo. El gestionar de una manera adecuada nuestro producto, se conseguirá cumplir con lo solicitado por nuestros usuarios en un tiempo mínimo, ya que mientras menos tiempo tome cumplir las exigencias del usuario consumidor mayor será la satisfacción del cliente.

### **1.1.2. Realidad Nacional**

La implementación de GNV en nuestro país, va atrayendo a muchos compradores. En tanto, va en aumento la cantidad de vehículos que cuentan con este servicio económico e interesante para el entorno ambiental. Además, reduce los costos de mantenimiento debido a que posee una mejor combustión, mantenimiento, aceites y bujías limpias. Así genera un mejor rendimiento del vehículo y una mayor vida útil del motor.

En nuestro país, tenemos ya convertidos 233647 automóviles, es 75% más económico que la gasolina y 50% más económico que el Diésel. Asimismo, el ahorro frecuente al GLP es de 35%. Otras de las ventajas constituyen la reducción de las emisiones en CO2. El GNV no contiene azufre ni compuestos de plomo, es por ello que, no llega a contaminar el medio ambiente, ni dañar la capa de ozono. Además. Genera un 31% menos de emisiones contaminantes que la gasolina, y un 125% menos de emisiones contaminantes que el DIESEL.

### **1.1.3. Realidad Local**

La empresa Korean Motors S.A.C. ubicada en la AV. Tomas Valle 3247-Callao, brinda sus servicios profesionales en el área de mecánica automotriz, planchado, pintura, electricidad automotriz y electrónica automotriz, desde hace 14 años. Esta empresa inició sus actividades ofreciendo servicios de limpieza y mantenimiento de equipos convertidos a gas licuado de petróleo (GLP), contando con un técnico capacitado, su experiencia acumulada durante 2 años lo llevaron a buscar capacitaciones de empresas extranjeras, que ya estaban convirtiendo el novedoso Gas Natural Vehicular (GNV) en el Perú. El gerente Juan Ruiz Mansilla decide crear su propia empresa AutoGas H&D Automotriz, que se encuentra ubicada en la Av. Universitaria 5706, Mz. A Lt.14, Urb. Sta. Isolina, tiene como atractivo comercial la alta variedad de productos que tiene su cartera. Además, ofrece servicios de mantenimiento de equipos GNV, afinamientos electrónicos gasolineras, GNV y GLP, reparaciones de motores. Aunque lleva laborando 1 año en el distrito de Comas como empresa, la calidad de sus proyectos, son garantía del excelente servicio que brinda a sus clientes, asimismo el valor agregado que ellos ofrecen en sus servicios es la asesoría técnica para el buen uso y cuidado de sus autos. Creando así un compromiso de confianza y atención con el cliente. La empresa inicia su actividad empresarial en septiembre del 2005 tiempo en que se está iniciando la comercialización de gas natural en el Perú, convirtiéndose en una de las empresas pioneras del rubro. En años anteriores, nuestra empresa ha tenido crecimiento en costos de mantenimiento en conversión de autos, todo ello, se puede visualizar en la siguiente figura de Espina de Ishikawa y diagrama de Pareto:

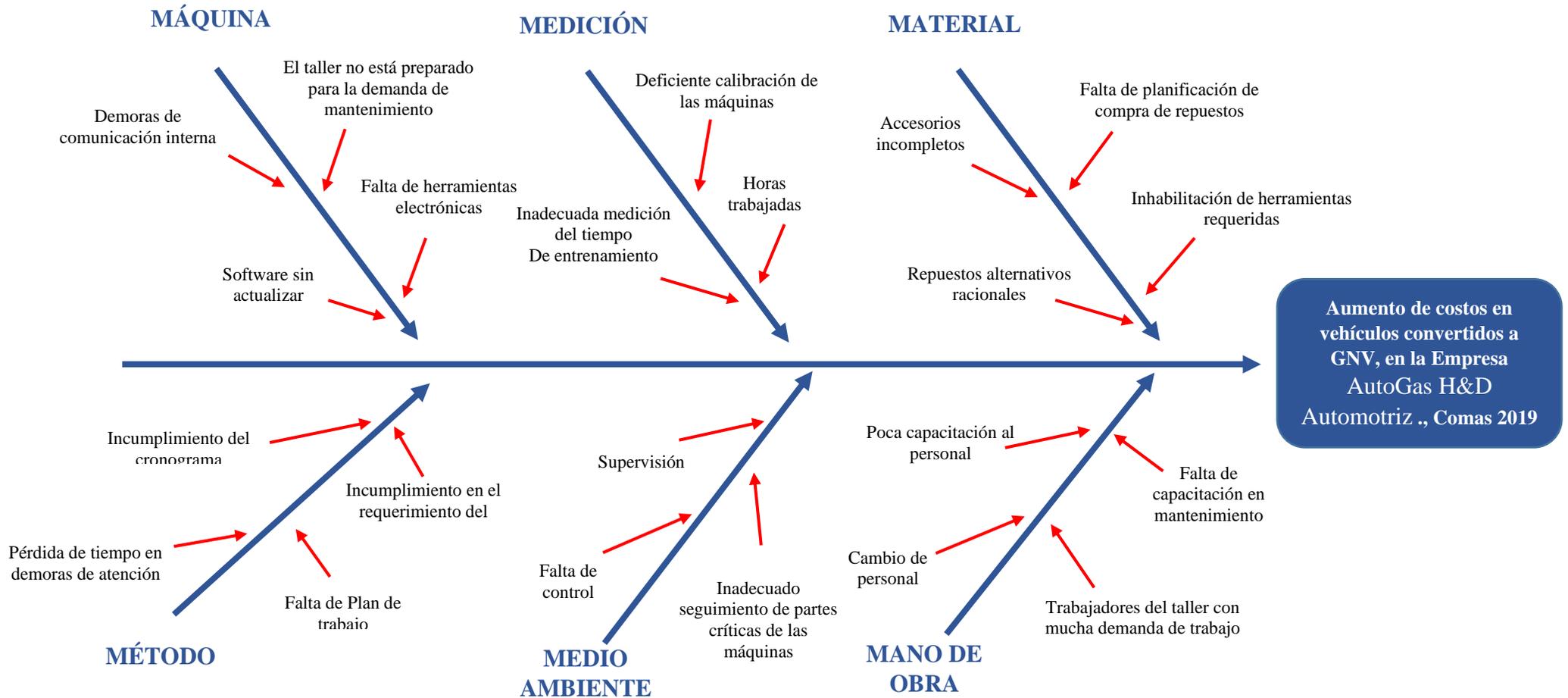


Figura 1. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia

Representa gráficamente la visualización de las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

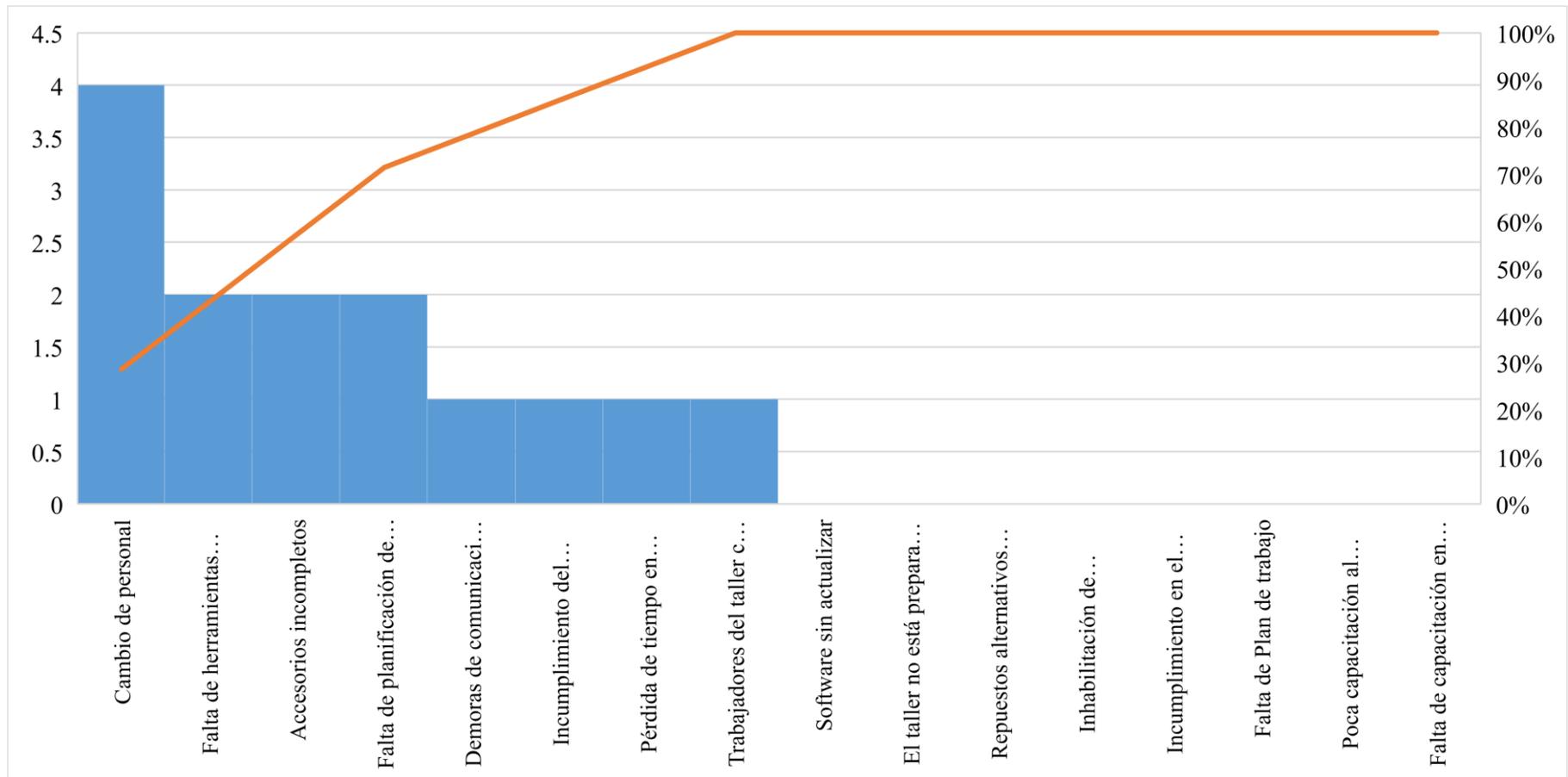


Figura 2. Diagrama Pareto. Fuente: Elaboración propia

En el presente diagrama se clasifican las causas que provocan el aumento de costos de mantenimiento en orden de mayor a menor frecuencia. Este diagrama, también es llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, y organiza las causas de una manera tal que, estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras.

Debido a aquellas causas mencionadas en la figura 1, correspondiente al esquema de Ishikawa, se puede observar que dichas causas son las promotoras de que se produzca un aumento en los costos, y de acuerdo con la figura 2, en las que se nota el crecimiento de costos de mantenimiento en la conversión de vehículos a GNV. La empresa AutoGas H&D Automotriz, como parte del mejoramiento de la organización, realizará un estudio en la depreciación de precio en el mantenimiento de vehículos convertidos a GNV, efectuando un Plan preventivo fundamentado en la ISO 14224, los cuales incluyen los primordiales elementos de mantenimiento preventivo, realizando un examen de modos de fallas, logrando su disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de equipos, asegurando su funcionamiento.

El presente proyecto tiene por finalidad, dar a conocer los aportes en pro de reducir dichos costos, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz, con base a los conocimientos y experiencias adquiridas. La aplicación de dicho Plan, permitirá reducir los costos. Todo ello, es considerado dentro de nuestra matriz de consistencia y una matriz de operacionalización, donde se describe cada una de las variables con sus respectivas definiciones conceptuales, definiciones operacionales, dimensiones, indicadores, escala de indicadores, técnicas a utilizar, instrumentos basados en las técnicas, unidad de análisis y fórmulas a utilizar.

## **1.2. Trabajos previos**

Nuestro estudio está dirigido a elaborar un Plan preventivo de mantenimiento fundamentado en la ISO 14224 para reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019; considerándose a los siguientes:

### **1.2.1. Antecedentes nacionales**

Mantilla (2019) realizó el estudio: Propuesta de mejora para acrecentar la rentabilidad del taller de vehículos convertidos a GLP de la empresa Motor Gas EIRL.

Objetivo: Incrementar la rentabilidad mediante un plan de mejora en el taller de vehículos convertidos a gas en Motor Gas EIRL.

Metodología: Utilizó el diseño experimental de un estudio pre y post, donde la variable independiente fue el estímulo para mejorar la rentabilidad en la compañía Motor Gas E.I.R.L.

Población y muestra: Conformada por 10 personas involucradas en el estudio, integradas por el gerente, especialista en Comercio exterior, personal de Finanzas, personal de ventas, inspector, supervisor, dos mecánicos y dos electricistas.

Conclusión: La solución que se propone se basa en la aplicabilidad de cada herramienta para cada causa raíz identificada en el taller, como la falta de un plan de adquisición de repuestos del 40% (requisitos de materiales), la falta de 37,50% y la falta de capacitación activa. Sus recomendaciones en el campo de los vehículos convertidos a GLP pueden lograr una rentabilidad positiva. Se observa que durante 2017 la pérdida de S/. 58,131.00 lenguado, y luego con base en la propuesta de mejoramiento y el costo de inversión de S/. 37,135.00 lenguado, se obtuvo una utilidad de S/. 20,996.00 que redujo la pérdida por vehículos desatendidos y agotados en 36.12%.

López (2018) en su tesis titulada: Implementar plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la maquinaria pesada portuaria de APM TERMINAL, Callao, 2017.

Objetivo: Demostrar cómo la aplicación de planes de mantenimiento preventivo puede incrementar la productividad de la maquinaria pesada portuaria en APM Terminal Callao 2017.

Metodología: Dicho estudio tuvo una orientación cuantitativa, aplicada y explicativa, diseño cuasi experimental transaccional - longitudinal. Utilizó el análisis documental, observación de campo y experimental.

Población y muestra: Tanto población y muestra la constituyeron una flota de 15 máquinas portuarias e información estadística desde 06-2017 a 05- 2018 de la compañía APM terminal.

Conclusión: Alcanzó un aumento de productividad con 17,33%, eficiencia con 11% y eficacia con 11,67%. El análisis está representado por la prueba t de Student, donde se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1), con una confianza de 0.972.

Guevara (2018) en su tesis: “Proponer una mejora del sector de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP y aumentar la rentabilidad de Visa Gas E.I.R.L”.

Objetivo: Acrecentar la rentabilidad, mediante la mejora en el sector de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP, de Visa Gas EIRL.

Metodología: El tipo de investigación basada en propósito es la investigación aplicada, y basada en el diseño, es el diseño no experimental y longitudinal. El diseño de la investigación es la investigación antes y después de aplicar las variables independientes.

Población: Conformada por Visa Gas E.I.R.L. y su muestra mediante motores de vehículos convertidos a GLP.

Conclusiones:

- Actualmente, la pérdida de S/. 61 653.63, después de sugerir mejoras, solo perderá S/.259,78 según las características anteriores, en la industria del mantenimiento de motores.
- Al cambiar a las sugerencias de mejora en el campo del mantenimiento de motores para vehículos GLP, se obtuvo una rentabilidad positiva. Se pueden minimizar y / o eliminar diferentes pérdidas potenciales, lo que brinda mayores ganancias a las empresas de conversión de gas automotriz. Sugerencias de mejora; diversas herramientas como el uso de MRP, planes de formación, diagramas de análisis de procesos optimizados a través del tiempo de investigación y la gestión mediante actividades a corto plazo pueden aportar beneficios 61 393,85 soles.
- Económicamente, la propuesta es muy rentable y se pueden obtener resultados positivos como un valor actual neto de S/. 74115.27, tasa interna de retorno 69.72%, costo beneficio 2.85, cabe decir que para un sol de inversión la utilidad será de 1.85 soles, de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento, el costo promedio de inversión es de S/. 56.302,75 demanda de repuestos para suelas en 2018.
- Se lanzó un plan de actividades a corto plazo para evitar colas y mejorar el servicio al cliente; determinar el mejor servicio para utilizar el menor tiempo de procesamiento para la reparación de vehículos convertidos a GLP.
- Se desarrolló un plan de capacitación para que los empleados mejoren y optimicen el tiempo del proceso, aumentando así las unidades de servicio.

Carbajal (2016) realizó su tesis: Implementación de un Plan de Mantenimiento preventivo para la Flota vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C.

Objetivo: Determinar un plan de mantenimiento Preventivo para la Flota Vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C.

Metodología: Utilizó la investigación documental y la investigación de campo; según su propósito se trabajó con investigación Aplicada y según el conocimiento, se relató el contexto mediante una investigación descriptiva.

Población y muestra: La población conformada por 28 ómnibus de la marca Scania y Mercedes Benz y la muestra constituida por 27}4 ómnibus Scania K-380 y K-400.

Conclusiones:

- La falta de componentes físicos relacionados con recursos humanos insuficientes es una razón importante de la baja eficiencia de mantenimiento de la empresa. Los recursos humanos (por ejemplo: mensajes de error técnicos y operativos, falta de capacitación) son algunos de los factores que dificultan la eficiencia del mantenimiento.
- Al implementar el mantenimiento preventivo, puede organizar, planificar y supervisar de manera efectiva las tareas de mantenimiento de la flota de vehículos de la empresa. Para ello, se deben considerar los principales objetivos a través de órdenes de trabajo, formularios de matrícula de vehículos, revisiones técnicas, control de neumáticos, control de combustible, etc.
- Finalmente, su propósito es encontrar soluciones y alternativas para los equipos / máquinas de mantenimiento a través de expertos para mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los vehículos; en cuanto a factores económicos, al incrementar los beneficios de desarrollar planes de mantenimiento preventivo, se puede ver que Métodos para minimizar costos.

Zamora y Zenteno (2015) en su estudio: Propuesta para minimizar costos generales de mantenimiento preventivo de una compañía de transportes de mercaderías en general.

Objetivo: El objetivo principal de este trabajo será reducir los costos operativos y de oportunidad del proceso de mantenimiento preventivo.

Metodología: Los resultados de la investigación se derivan de una biblioteca de criterios para el análisis de información. Utilizamos datos reales obtenidos a partir de la medición del tiempo de proceso y el costo proporcionado por la empresa investigadora, y recopilamos diferente información a través de la observación y entrevistas con los empleados de la empresa. La minimización de los costos de mantenimiento mediante la creación de áreas de mantenimiento preventivo dentro de

las instalaciones de la empresa. Utilizando los recursos físicos de la empresa, se reorganizó el proceso de mantenimiento y se optimizó el proceso. Proporciona una valoración técnica de los recursos necesarios para la solución y una valoración económica que ayuda a observar mejor los resultados.

Conclusiones:

- La investigación económica realizada a través del análisis de costos muestra que las recomendaciones realizadas en la encuesta de aplicación son rentables, con una TIR del 20% y un VAN significativamente superior a cero, que es igual a S/. 63,277.03 nuevos soles, la propuesta fue aceptada.
- Analizando los costos incurridos por las soluciones propuestas en la investigación, se pueden ahorrar costos operativos S /67.200,00 anuales, lo que demuestra que los costes operativos de los procesos de mantenimiento preventivo se reducen con la aplicación de esta solución.
- Al analizar las soluciones propuestas en la investigación, se reduce el costo de oportunidad y se ahorra S/. 198,560.00 soles por año, verificándose la Hipótesis 2.

### **1.2.2. Antecedentes internacionales**

Gálvez y Morales (2018). Idea de un Plan de Mantenimiento fundamentado en Confiabilidad para tornos del Taller Metalmecánico UTFSM, Viña del Mar.

Objetivo: Plantear un plan de mantenimiento fundamentado en la confiabilidad (RCM) para tornos del Taller Metalmecánico de la Universidad Técnica Federico Santa María, Viña del Mar, buscando replicar en los demás equipos.

Metodología: Se utilizó Fracttal como herramienta para gestionar el mantenimiento, los cuales abarcó la Programación del mantenimiento y el Proceso de programación.

Población: La población fueron constituidas por las máquinas del Taller Metalmecánico UTFSM, sede Viña del Mar y la muestra serán los Tornos del Taller.

Conclusión: Se obtuvieron documentos, con el fin de efectuar las labores de mantenimiento de manera oportuna a máquinas-herramienta del taller metalmecánico. Del mismo modo, se propusieron documentos de apoyo para otras tareas que no soliciten una orden de trabajo.

García, M. (2017) realizó un artículo científico: Polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo.

Objetivo: Indicar la secuencia de aplicación correcta del mantenimiento preventivo y predictivo.

Metodologías: Se utilizó la investigación de la literatura de mantenimiento industrial de NORAMEX y la investigación de campo para observar la revisión máxima.

Población y muestra: Revisión de corrientes modernas del mantenimiento

Conclusiones:

- La Fiabilidad de los equipos durante de su ciclo de vida y puedan cumplir con su función asignada y otorgar la calidad del servicio que se espera.
- El avance y el avance continuo del mantenimiento predictivo son el complemento perfecto para realizar el mantenimiento en base a condiciones (CBM).
- El trabajo total de mantenimiento del equipo multidisciplinar de la empresa es: TPM, RCM, KANTIANO, TEROTECNOLÓGICO y Optimizado.
- El Departamento de Operaciones Financieras optimizó el mantenimiento y logró incrementar el retorno de la inversión de un presupuesto de mantenimiento específico en términos de ciclo de vida y costo.
- Administración del mantenimiento como gestión del mantenimiento del sistema.
- Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad

Alavedra, C.; Gastelu, Y.; Méndez, G.; Minaya, C.; Pineda, B. Prieto, K.; Ríos, K. y Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su asociación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013.

Objetivo: Verificar el entorno actual del equipo y determinar la relación entre la gestión del mantenimiento preventivo a través de sus indicadores y la disponibilidad.

Metodología: Se tomó en cuenta la información recabada de las fichas históricas de la flota de camiones Komatsu 730e mediante MTBF y MTTR. A partir de ahí, se pudo observar el comportamiento de la disponibilidad en el tiempo y el impacto de la gestión del mantenimiento en el estado de los equipos y su desarrollo de la disponibilidad.

Población: Flota de camiones 730e Komatsu-2013

Conclusión:

- La relación entre las variables de gestión de mantenimiento y disponibilidad es del 62,6%, lo que significa que la diferencia del 37,4% viene dada por otros factores

no relacionados con las variables. El coeficiente de determinación múltiple ajustado es  $R^2_{ajus} = 56,40\%$ .

- Luego de analizar la disponibilidad de camiones Komatsu 730e y las fichas históricas sobre MTBF, MTTR, se pudo observar que la línea de tendencia está disminuyendo debido a factores que afectan directamente el mantenimiento preventivo.

Rey, F. (2014), en su artículo “Determinación de la necesidad de un mantenimiento preventivo en una industria”.

Objetivo: Concretar de manera matemática si el mantenimiento preventivo es rentable en un taller determinado, y tener en cuenta las características de la empresa y del sistema de producción, cuál será el método de aplicación de este mantenimiento.

Metodología: A partir de una serie de variables relacionadas con las características de la industria y sistema productivo, se determinó el equipo a ser incluido en el plan de mantenimiento preventivo.

Población: La población es la Empresa y su muestra está conformada por el sistema de producción de la Industria.

Conclusiones:

- Optimice el rendimiento operativo de la línea de producción a más del 30%.
- Optimizar la eficiencia del sistema de producción (binomio hombre-máquina) en aproximadamente un 50%.
- Reducir el número de paradas por averías, con una reducción media del 50%.
- Optimice el costo de valor agregado en un 40%.
- Reducir el costo de mantenimiento de cada producto en aproximadamente un 30%.
- Un alto nivel de comprensión del personal en el campo de la fabricación requiere un mantenimiento integral del sistema de producción.

García, G.; Negrete, B.; Iza, H. y Trávez, W. (2014) en el artículo “Diseño de implementación de una interfaz de monitoreo para el mantenimiento preventivo de los vehículos del sistema público EPMMO-Q”.

Objetivo: Cree una interfaz entre el vehículo y el taller para cumplir con las últimas normativas medioambientales, priorizando el establecimiento de un mantenimiento preventivo para una nueva generación de vehículos pesados.

Metodología: En la actualidad, el mantenimiento obsoleto de los vehículos ha aumentado los costos y reducido la vida útil estimada del equipo. En el caso de los vehículos públicos, el mantenimiento preventivo se ha vuelto ineficaz e impreciso, y la naturaleza de los operadores ha exacerbado el uso indebido del equipo. Vehículos porque no tienen sistema de rotación principal, manómetro y verificación del estado del vehículo.

Población: Vehículos del sistema público EPMMO-Q y la muestra serán los motores de dichos vehículos.

Conclusiones:

- Durante la interfaz, se evaluaron los actuadores y sensores del vehículo de carga.
- Se elaboró un algoritmo electrónico que hacía la simulación de un dispositivo mecánico, el cual examinaba el estado del aceite.
- Se ajustaron las señales eléctricas y electrónicas del sistema, confiriendo información al tablero, obteniendo datos reales de cada motor.
- Se ha instalado la interfaz de hardware del vehículo, que puede guardar información de velocidad y cantidad de combustible en tiempo real.

Barrionuevo, R. y Redroban, D. (2013), en su tesis titulada “Reorganización del taller de automóviles y plan de Mantenimiento para la flota Vehicular de la dirección provincial de transportes y obras públicas de Bolívar”.

Objetivo: Reformar el taller de automóviles MTOP-B e implementar el programa de mantenimiento ejecutado por la computadora SISMAC para extender la vida útil del vehículo y reducir las averías.

Metodología: El estudio comenzó con una exploración visual, comprobando que el taller y la maquinaria no contaban con organización técnica; se elaboró, una encuesta para reconocer la situación existente del taller; así como, de la flota vehicular.

Población: El personal comprometido en el mantenimiento para la flota Vehicular, siendo la muestra se incluyeron a 18 trabajadores de mantenimiento.

Conclusión: Se logró un cambio de imagen en las instalaciones, dichos cambios fueron: señalización, plan de conducción ambiental, distribución de espacios laborales, software de mantenimiento, concientización en el personal y elevada efectividad de operación de la flota vehicular continuando con los lineamientos de administración de mantenimiento.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Mantenimiento en la actualidad**

Disciplina, en la cual tiene como fin el mantener operativas las máquinas y el equipo; es decir, en asistencia, ensayos, observaciones, reinstalación, reparación, arreglos, sustitución, calibración y restauración. Así mismo, se basa en el progreso de conocimientos, metodologías y razonamientos que se requieren para el mantenimiento, facilitando políticas en la administración para su toma de decisiones y aplicar programas de mantenimiento.

Por su parte, se define también como, la mezcla de acciones, donde un sistema puede mantener o restablecer, una situación donde realice diversas funciones propuestas (Duffuaa, Raouf y Campbell, 2009, p. 29).

La tarea primordial de mantenimiento, es avalar una mayor disponibilidad de activos, en un periodo que se solicite en maniobrar, a velocidades pretendidas, en realidades mecánicas que se exigen con anterioridad.

García (2010) lo definió, como un vínculo de métodos que son propuestas a conservación de aparatos y servicio de instalaciones en un periodo máximo viable y con un mayor rendimiento. (p. 303).

Hoy en día, el trabajo de mantenimiento tiene un reto a los llamados equipos de tercera generación con equipos de control e inspección altamente confiables.

El mantenimiento es el control continuo del equipo, así como la representación y revisión del conjunto de trabajo necesario para asegurar el normal funcionamiento y buena protección del sistema.

Para Muñoz (2015, p.4), la finalidad del mantenimiento es definido en:

- Acortar y subsanar
- Reducir el número de fallas.
- Evite paradas sin sentido.
- Evite los accidentes.
- Evite incidentes.
- reducir el costo.
- Amplíe la duración estimada de los recursos.

### ***1.3.1.1. Evolución del mantenimiento***

Se distingue la evolución en las siguientes generaciones: Primera generación, Segunda generación, Tercera generación, Cuarta generación y Quinta generación.

Primera Generación: Esto representó, que, prevenir las fallas en los equipos no era tan sencillo de realizarlo, y la mayor cantidad de vehículos revisados estaban sobredimensionados, lo que hacía que sean más confiables y posibles de reparar. Se notó, en las revisiones, que era innecesario la asistencia y aceitado, por lo que se requerían una disminución habilidades para efectuar el mantenimiento (Moubray, 2004, pág. 2).

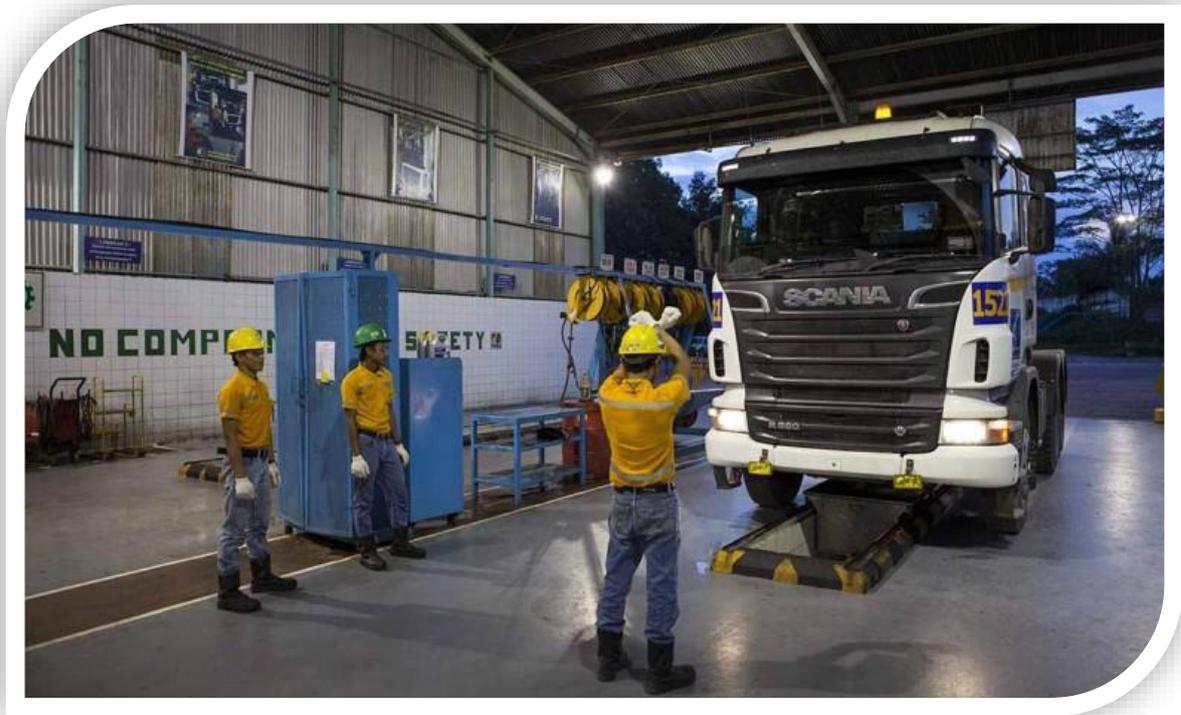


*Figura 3.* Mantenimiento en la Primera Generación. Fuente: Alba, (2016).

Se dio inicio al mantenimiento correctivo, en el periodo correspondiente hasta llegar al conflicto militar global, después de la Primera Guerra en el mundo. En ese entonces, las empresas no eran industrializadas ampliamente. Debido a la poca relevancia el tiempo de parada de la máquina.

Segunda Generación: Estando ya en la Guerra de 1939-1945, hubo una alteración drástica, debido al momento de guerra que se estaba viviendo, se acrecentó la venta total de patrimonios, decayendo en ese preciso momento la cantidad de empleados de la industria, llevando al incremento en la mecanización. En los años 50, la industria estaba dependiendo del aumento en número y confusión de cualquier clase de máquinas.

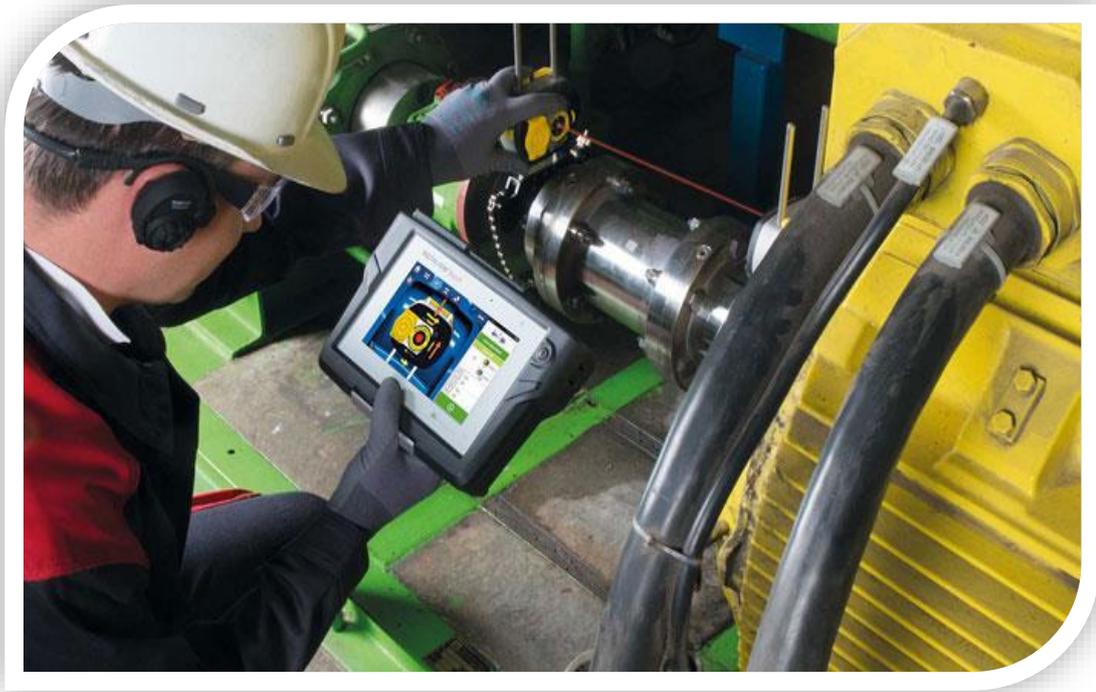
Al desarrollar esta generación, se inició a centralizarse la aplicación en el tiempo de parada de máquina, llegando a la suplencia, de que los aparatos que tuvieran fallas, lograban prevenirse, iniciando con el concepto de mantenimiento preventivo. Por los años sesenta, esto radicó esencialmente en una mayor reparación a momentos frecuentes anticipados (Moubray,2004, p.2).



*Figura 4.* Mantenimiento Preventivo en un concesionario. Fuente: De un taller de conversiones a GNV para camiones EPSA GAS.

Realizando un escaneo al volquete, mediante el mantenimiento, centralizada en la aplicación del tiempo de parada de máquina.

Tercera Generación: Brota la incógnita ¿por qué continuamente falla un fragmento?, a lo que se realizan estudios causa-efecto, con la finalidad de encontrar de donde se inicia la dificultad. En esta generación, se dio inicio a la concepción de mantenimiento predictivo, en proceder y evitar alcanzar la falla.



*Figura 5.* Mantenimiento con la Tercera Generación. Fuente: De un taller de conversiones a GNV para camiones EPSA GAS.

Realizando inspecciones constantes de fallas que se producen en las máquinas, buscando la falla inicial, procediendo al mantenimiento predictivo con la finalidad de evitar la falla

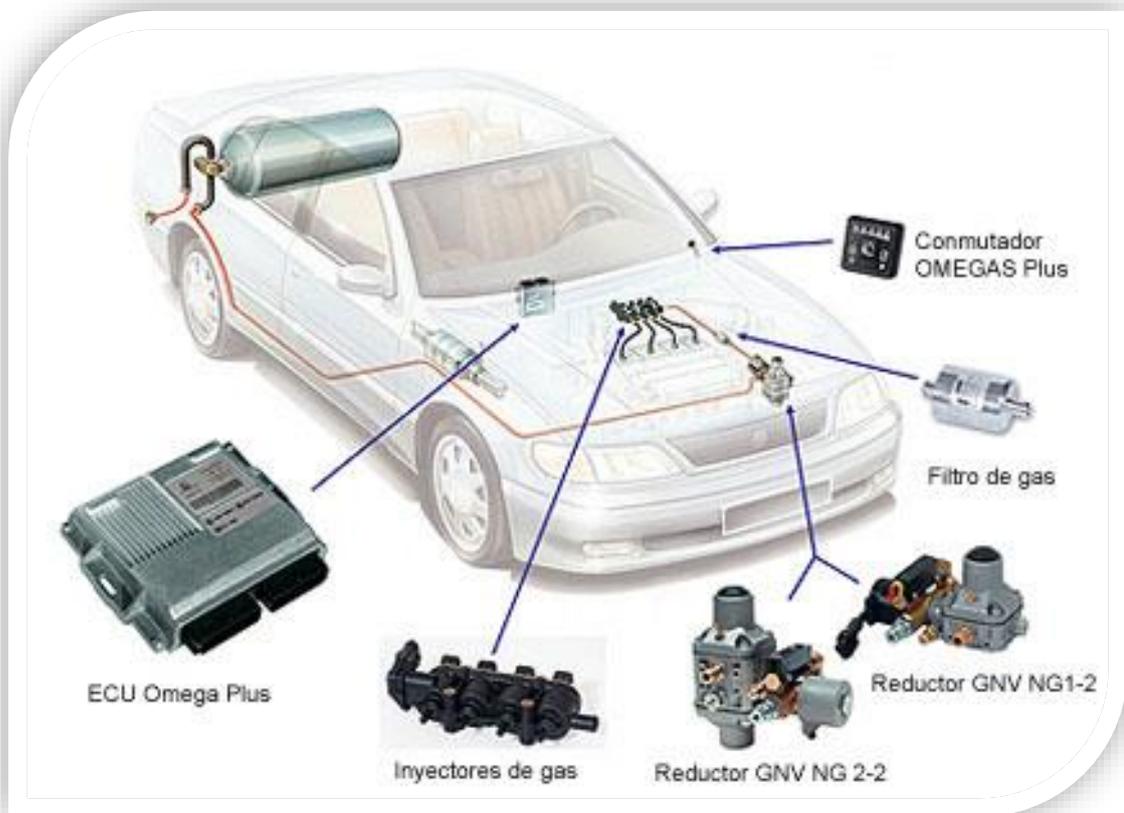
Cuarta Generación: Esta generación corresponde al mantenimiento cimentado en el peligro (MBR); es decir, se forja el mantenimiento, puesto que, es un asunto de la compañía, incluyendo a otras jurisdicciones. “Conociendo de que un equipo falle y los resultados incorporados a la empresa aumenten, esto sería un riesgo que se debería de gestionar, teniendo como fin el recurso necesario en cada caso, a un coto mínimo” (Álvarez, 2014, p- 45).



Figura 6. Vehículo GNV en Cuarta generación. Fuente: De un taller de conversiones a GNV para camiones EPSA GAS.

Comentario: Dio su aparición iniciando los 90°. El mantenimiento se vislumbra como segmento de la calidad total; es decir, que, a través de un apropiado encargo del mantenimiento se podrá incrementar la disponibilidad, logrando disminuir los precios.

Quinta Generación: El paso de gas que se inyecta mediante una inyección y conductos de mangueras hacia el motor. Por lo general, el motor de un automóvil puede tener en promedio 300 mil a 400 mil kilómetros de vida útil, o lo que es lo mismo de a 15 a 20 años de vida, normalmente, el kilometraje es una especie de determinación precisa de la vida útil del motor. Lo importante es que de 2 a 250.000 kilómetros la potencia del motor disminuirá, consumirá más aceite, reducirá el rendimiento por galón y aumentará las emisiones contaminantes, por lo que un mantenimiento integral es fundamental. (MECÁNICA, 2019).



*Figura 7.* Vehículo GNV en Quinta generación. Fuente: De Manual de conversiones a GNV para Autos EPSA GAS.

Comentario: La vida útil de un motor depende principalmente del mantenimiento preventivo tanto de Gasolina y GNV, pero especialmente son la calidad, potencia y el uso, los que hacen que el motor perdure en el tiempo.

### ***1.3.1.2. Etapas de mantenimiento***

Mora (2009) afirmó:

Al realizar un estudio sobre la situación del área de mantenimiento en cualquier compañía, es substancial tener conocimiento del estado actual, con el fin de ajustar las exigencias que se puedan esperar. Así mismo, poder realizar un plan de sugerencias de avance hacia el siguiente nivel. Las etapas a seguir, son las siguientes:

#### **A) Etapa I**

Una vez detectada la avería, el personal de mantenimiento intentará que la máquina vuelva a funcionar, esta medida es correctiva e intervendrá cuando el equipo pierda todas sus funciones. El mantenimiento correctivo es el único trabajo que se realiza en esta etapa; por lo tanto, la vida útil de las piezas y equipos hasta que comienzan a caducar, ya que, a través del mantenimiento, se puede restaurar su función original. Esta función es para reemplazar las piezas que dejan de funcionar sin investigar en función de la causa raíz del problema.

#### **B) Etapa II**

La empresa tiene el conocimiento y las habilidades para verificar sus propias actividades de mantenimiento antes y después de la falla. Empiece a utilizar técnicas y métodos adecuados para planificar las actividades de mantenimiento preventivo.

#### **C) Etapa III**

Algunos autores señalan que esta etapa se alcanza cuando la industria busca consolidar un plan de trabajo efectivo (relacionado con el mantenimiento preventivo y correctivo, que no se puede eliminar), y busca mejorar el mantenimiento del departamento administrativo para proteger el área y sus gerentes. Hay un sistema.

#### **D) Etapa IV**

Esto se logra cuando el departamento de mantenimiento y toda la empresa despliegan efectivamente el nivel de la etapa anterior, cuyo propósito es evaluar los resultados, y esto es conocer la buena ejecución de su trabajo. Por esta razón, comenzó a establecer diferentes sistemas de costos de mantenimiento oportunos, registros de historial de fallas y reparaciones entre ellos.

### ***1.3.1.3. Tipos de Mantenimiento***

Según Muñoz (2015), afirmó:

Existen diferentes tipos de métodos para atacar la asistencia y mantenimiento de las instalaciones operativas. Cualquiera de ellos no solo se enfoca en el trabajo de corregir la falla, sino que también se compromete a intervenir antes de que ocurra la falla, diseñando los bienes diseñados en el diseño, etc., e interviniendo en otros diseños en el proceso. (p.5)

Dentro del mantenimiento existen 4 tipos:

- I). M. Correctivo
- II). M. Preventivo
- III). M. Predictivo
- IV). M. Productivo total

#### ***1.3.1.3.1. Mantenimiento Correctivo***

Este tipo corresponde a uno de los primeros y diferentes tipos de mantenimiento que se manejan en otras áreas más específicas. El mantenimiento se realiza sin ningún plan de actividades, y las acciones de reparación son mucho menores, porque esto puede llevar a fallas.

Ramón (2009) manifestó que:

Este objetivo se puede lograr cuando el equipo no es capaz de operar. No considera la guía del ciclo porque el evento puede ocurrir en cualquier momento, determinando la incertidumbre. De igual manera, busca el acoplamiento de energía para establecer recursos precisos, lo que ayuda a compensar La necesidad de trabajos de mantenimiento.

Rey (2009) expresó: “Se trata de una agrupación de tareas encargadas de corregir averías visualizadas en diferentes equipos y comunicadas al departamento de mantenimiento, que se divide en dos categorías: correcciones no planificadas y correcciones programadas”.

Muñoz (2015) manifestó:

Denominado así, al conjunto de labores en la reparación y renovación de elementos inservibles por otros, cuando haya aparecido la falla. Dicho sistema es el resultado de la aplicación de métodos confusos, regularmente dispositivos

electrónicos o los que son absurdo pronosticar, consintiendo que, en el proceso sean suspendidos en cualquier instante y tiempo, sin perturbar la seguridad. Esto también, puede ser adecuado para equipos antiguos (p.5)

#### *1.3.1.3.2. Mantenimiento Preventivo*

En otras palabras, se define como el método de mantenimiento de los equipos y la industria, por lo que el tamaño de la empresa o los productos que produce son irrelevantes.

Ramón (2009), manifestó: “Se planifica de manera global, lo que significa sustituir elementos en un momento determinado, afrontando el defecto de mayor resistencia.”.

Mora (2009) definió señalando:

Este es un método para implementar intervenciones planificadas de vez en cuando de una manera razonable en beneficio de la empresa y su equipo. Todos estos propósitos son encontrar situaciones inapropiadas, que en cualquier caso conducirán a la paralización de la productividad o fallas mecánicas peligrosas, mantener firmemente un área determinada de la empresa, evitar tales situaciones y cumplir con los requisitos de mantenimiento.

Para Muñoz (2015) el mantenimiento preventivo “es la acumulación de acciones previamente planificadas, como la observación habitual, pruebas, corrección, etc., centrándose en reducir la frecuencia y su impacto en los defectos del sistema” (p.6).

Según SENATI (como se citó en Zamora y Zenteno, 2015), las finalidades son:

- Verificar la visión de la empresa y vincularla a la implementación del mantenimiento preventivo.
- Establecer el valor del mantenimiento preventivo y establecer una posición única en la organización de la empresa.
- Desplegar atención primaria para la implementación de mantenimiento preventivo, capacitación y colaboración del personal de mantenimiento y operadores.
- Enfatiza el valor de la predicción y secuenciación de acciones y sus acciones de seguimiento, medición y evaluación de resultados.

El sistema muestra las siguientes desventajas:

- Cambios prolijos: después de tener en cuenta la duración estimada del elemento, realice cambios y establezca que se permite un tiempo de uso más largo en diferentes circunstancias. Por otro lado, después de desmontar el equipo, las piezas pequeñas en buen estado se pueden reemplazar a un precio menor para extender la vida útil del equipo.
- Dificultad al inicio de la operación: Al desmontar, se montarán nuevas piezas y se realizarán pruebas funcionales iniciales.
- Precios de inventario: Los precios siguen siendo altos, pero predecibles, lo que permite una excelente gestión.
- Manual: Se deben realizar operaciones intensivas y exclusivas en un período corto de tiempo para liberar el equipo para mantenimiento lo antes posible.
- Mantenimiento no realizado: Si no se realiza el servicio de mantenimiento planificado, se modificará el tiempo de intervención, resultando en una disminución de la calidad del servicio.

Tal como lo manifestó Muñoz (2015, p.6) las aplicaciones que planifican el sistema incluyen:

- Defina qué partes o elementos estarán sujetos a este mantenimiento.
- Establezca la misma vida útil.
- Determina qué hacer en cada situación.
- Trabajo en grupo según el momento en que deba realizarse la intervención.

## Dimensiones del Mantenimiento preventivo

### A. Disponibilidad

La capacidad del equipo para realizar el check-in requerido en un momento específico o dentro de un período de tiempo definido.

Sexto (2017), lo definió como “Porcentaje de trabajadores que realizan trabajos asignados cuando se les solicita. La disponibilidad depende de la frecuencia de ocurrencia de momentos y situaciones que conducen a fallas”

$$D = \frac{TPP - TTM}{TPP} \times 100$$

D = Disponibilidad

TPP = Tiempo de producción programado

TTM = Tiempo medio de reparación

## B. Confiabilidad

Es la posibilidad de que un determinado equipo realice una acción determinada de forma satisfactoria en un momento dado y determinadas condiciones de funcionamiento.

Según la norma ISO 14224 de 2016, define confiabilidad: "una universidad que ha establecido ciertas restricciones dentro de un cierto período de tiempo y puede realizar el trabajo requerido"

Por su parte, Predictiva (2017) manifestó: "La capacidad de los sistemas (personas, instalaciones, equipos y procesos) para realizar las funciones diseñadas para ellos en un entorno específico dentro de un cierto intervalo de tiempo".

$$C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

C = Confiabilidad

TMEF = Tiempo promedio entre fallas

TMPR = Tiempo promedio para reparar

## C. Mantenibilidad

Esencialmente se refiere a los atributos de diseño, investigación, predicción y demostración, y su propósito es verificar la efectividad del mantenimiento o restauración del equipo en un estado de funcionamiento. De manera similar, la mantenibilidad se denomina mantenibilidad efectiva del producto.

Sexto (2017) definió "El porcentaje de bienes o propiedades de la empresa que no han sido reparados dentro de un cierto período de tiempo durante el período de

operación si las actividades correctivas se llevan a cabo de acuerdo con el proceso instruido por la empresa”.

$$M = \frac{\text{TRE}}{\text{TMPF}} \times 100$$

M = Mantenibilidad

TRE = Tiempo de reparación ejecutada

TMPF = Tiempo muerto por falla

#### *1.3.1.3.3. Mantenimiento Predictivo*

Muñoz (2015) consideró que este mantenimiento “Agrupación de acciones de seguimiento y monitoreo del sistema para permitir una corrección cercana de la interferencia debido a la ubicación de defectos específicos” (p.7).

Este mantenimiento se basa en el hecho de que todos los defectos son lentos y se generan prematuramente, a veces a primera vista o mediante el seguimiento y, a veces, sospecha de defectos futuros.

Por lo tanto, utilizando esta técnica, intenta continuar el proceso del siguiente defecto. La ventaja de esta tecnología es que a través del monitoreo, puede registrar y analizar los eventos característicos, lo cual es muy útil para daños recurrentes; planificar la reparación en determinadas ocasiones, y planificar la reparación inmediata cuando se espera que el equipo deje de funcionar, sin intervención manual.

Según lo manifestado por Tuesta (2014) indicó:

Al planificar y programar, este método se basa en una verificación de capacidad y condición de la organización antes de que ocurra el daño. Todo esto sucede sin detener las actividades estándar del mecanismo, determinando la vida útil de los componentes para que puedan ser reemplazados en un tiempo inconmensurable, reduciendo así el precio. (p. 10)

#### Beneficios

Gonzales (2016) manifestó lo siguiente:

- Obtenga la vida útil estimada del equipo del equipo.
- Contiene ventajas.

- Excluya las pérdidas de producción.
- Excluya la privación en la intervención del equipo planificada.
- Reduce el tiempo extra de esta técnica.
- Problema grave con la ubicación.
- Reducir las paradas inesperadas.
- Conocimiento exacto sobre cuándo y qué cambios se realizaron en la máquina.
- Mejore la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. (p.31)

#### *1.3.1.3.4. Mantenimiento Productivo total*

Según Muñoz (2015), en su libro *Mantenimiento Industrial* manifestó:

El mantenimiento se basa en el concepto japonés, en el que el usuario realiza algunas pequeñas tareas de mantenimiento, como ajuste, inspección, etc. Prepare las encuestas necesarias para el gerente de mantenimiento para mejorar las siguientes medidas y aumentar la precisión. (p.7)

Para poder entender mejor este tipo de mantenimiento, se describen cada uno de los términos que lo conforman:

- **Mantenimiento:** Con la finalidad de tener en un estado óptimo las instalaciones.
- **Productivo:** Encaminado a acrecentar la productividad
- **Total:** Involucra al personal en general.

Por lo tanto, todos los involucrados en la organización, son destinados a ejecutar las tareas programadas de este tipo de técnica, con la finalidad de extender la confianza de los bienes. Dicho sistema se enfoca en el factor humano de la organización, asignando las labores de mantenimiento, las cuales deben ser ejecutadas en grupos pequeños, mediante la motivación de la persona adecuada.

#### **1.3.2. Plan de mantenimiento preventivo**

Aquí deberá cumplir los siguientes puntos:

- a) Inspecciones periódicas de las instalaciones y equipos para descubrir ciertas condiciones que pueden conducir a un mal funcionamiento o una depreciación perjudicial.

- b) Antes de que estas condiciones se agraven, realice el mantenimiento necesario para corregirlas.

Según Alarcón (2004) manifestó que, “Antes de aplicar la tecnología de mantenimiento en el plan, la producción debe tener una fase de resistencia indiscutible, por el contrario, el equipo de mantenimiento no podrá solucionar los problemas que se presenten” (p.42).

La implementación del plan de mantenimiento preventivo se justifica por las ventajas necesarias, para que un sistema de esta naturaleza pueda continuar, como se describe a continuación:

- La máquina se detiene debido al mal funcionamiento, por lo que se pierde el menor tiempo posible.
- El mantenimiento y la duración de los componentes evitan la necesidad de reemplazarlos por adelantado.
- El costo mínimo de las horas extraordinarias de trabajo y el uso económico de los trabajadores de mantenimiento.
- Reduzca el mantenimiento a gran escala mediante la prevención de rutina.
- El costo más bajo de reparaciones, fallas en el servicio y desperdicio de otras partes ha aumentado aún más el precio de los servicios.
- Basado en un mejor equipo, minimice la incidencia de productos y desperdicios no conformes.
- Identifique el equipo que genera costos de mantenimiento excesivos.
- Excelentes restricciones de seguridad.

Cabe decir que, al aplicar planes de esta naturaleza, la existencia de factores importantes se debe a que, a mayor nivel tecnológico y número de equipos, mayores son los activos del sistema.

Es necesario dividir los componentes o sistemas, que serán incluidos en el proyecto de mantenimiento preventivo. Todos los participantes a cargo de implementar la tecnología planificada deben desarrollar políticas como:

- La energía utilizada para diseñar un nuevo programa de mantenimiento preventivo es la cantidad que se resta de los ingresos.
- El trabajo de esta tecnología aumentará el precio de mantenimiento. Desde el principio hasta que aparecen los beneficios.

- El grado de este método está relacionado con la criticidad del equipo.
- Si el técnico a cargo del procedimiento no tiene los conocimientos necesarios, la tecnología incrementará permanentemente el precio.
- El uso de esta técnica puede optimizar la productividad perdida del dinero.
- Este método utilizado se optimizará al detener el mantenimiento.
- Desde el inicio de esta tecnología, se debe seleccionar un grupo de trabajadores profesionales en el diseño e implementación del proyecto.

¿Cómo elaborar un plan?

Ángel y Olaya (2014) dijeron:

La confiabilidad y disponibilidad de la empresa dependen del programa y su eficiencia de montaje, así como de la intervención de la tecnología utilizada para implementar el programa. Obedecen los métodos y buenos hábitos del personal de producción y operarios. (p. 22)

Es necesario saber que las actividades realizadas durante el mantenimiento no producirán resultados inmediatos, ya que esto se notará en los próximos meses. Además, es necesario darse cuenta de que cuando la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento, es el defecto el que provoca la acción de mantenimiento. Generalmente se cree que el mantenimiento de la maquinaria principal es muy importante, mientras que no se considera el mantenimiento de la maquinaria secundaria; esto significa un resbalón peligroso, ya que, ante cualquier falla, cualquier equipo puede paralizar la producción de la empresa y causar daños graves. Un equipo de gran valor muy importante. En estos casos, es necesario considerar y prestar atención a qué equipo puede causar fallas graves.

¿Cuáles son las etapas?

Gonzales (2016) manifestó:

- Lista técnica.
- Procedimientos técnicos.
- Control de frecuencias.
- Registro de operaciones. (p. 28)

¿Cuáles son las ventajas?

Gonzales (2016) reveló las siguientes ventajas:

1. Debido a limitaciones de tiempo, se ha reducido la cantidad de mantenimiento accidental de equipos, que ha sido reemplazada por paradas planificadas.
2. Demostró la mejora de la eficiencia y productividad de los equipos.
3. Después del período de renovación del proyecto, el precio se reducirá; descripción detallada:
  - Reduciendo la continua ocurrencia de fallas.
  - Debido a la reducción del mantenimiento repetido.
  - Mejorar la supervisión del trabajo mediante el uso de procedimientos y operaciones adecuados.
  - Mediante la correcta instalación de los equipos, se reduce la cantidad de productos deficientes, minimizando así los costos de producción.
  - Dado que el equipo está funcionando en excelentes condiciones de seguridad, usted tiene confianza en el equipo y conoce su estado y funcionamiento.
  - Reduzca el tiempo de inactividad, reduzca el tiempo de inactividad del equipo / máquina. (p. 29)

¿Cómo se produce la Implementación?

Gonzales (2016) indicó que, en primer lugar, se encuentra el aspecto organizacional y en segundo lugar es el operativo, debido a ello, se produce:

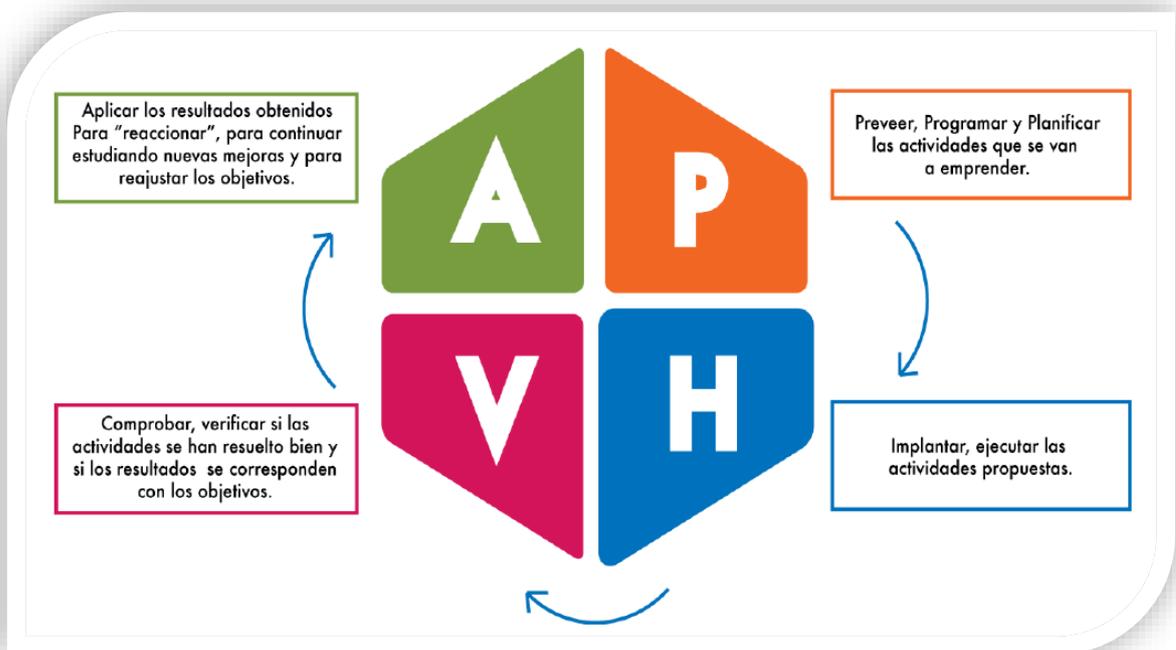
- Los requisitos de la organización incluyen una lista de equipos a verificar.
- Determinan el itinerario durante la inspección y especifican la periodicidad de cada servicio.
- Organizan una lista de máquinas. Primero, a través de un conocimiento simple y luego aumentar la referencia.
- Especifique pautas de fechas límite para mejorar el mantenimiento. Determine el tiempo necesario para completar el trabajo.
- Establezca los requisitos de mano de obra, es decir, cuántos trabajadores se necesitan para completar el trabajo.
- Prepare y envíe una lista de tareas de mantenimiento detallando cómo proceder y verificar el trabajo completado.

- El trabajo planificado debe aumentar y el trabajo de retirada debe aumentar en situaciones de emergencia.
- Se comprobó el método de identificación. Determina el número de inspecciones a realizar y si realizar reparaciones junto con trabajos fijos. (p. 29)

#### Descripción del ciclo del programa

Cuatrecasas (2010), comentó sobre el ciclo del programa el PHVA, el cual se adhiere de una manera sistematizada, mediante el uso de instrumentos apropiados, buscar una forma de prevenir problemas y resolverlas. Este ciclo abarca la aplicación del razonamiento para poder razonar de forma organizada y correcta, que se puede aplicar a nuestra vida. (p. 65)

Sierra (2004) determinó que “el modelo de mantenimiento preventivo se trabajaría en torno al ciclo de Deming PHVA” (p. 76).



*Figura 8.* Ciclo de Deming. Este ciclo es un proceso de repeticiones constantes creando un entorno de mejoramiento continuo en la organización.

Planificar. Para Walton (2004) dijo que en esta etapa se realizará un diagnóstico integral que sirva de orientación para determinar el rumbo de cada actividad. Asimismo, conozca la importancia de los problemas que se encontrarán dentro de la organización. (p. 10)

Seleccionar las ocasiones que necesitan mejorar, preste atención al comienzo del contexto, verifique y seleccione acciones correctivas reales y espere las consecuencias futuras.

Hacer. Walton (2004) comentó “Implica implementar acciones correctivas y trabajo planificado de acuerdo con las metas planificadas. Aquí, los trabajadores están capacitados y capacitados para mejorar sus actividades en la zona” (p. 11).

Verificar. En esta etapa se utilizará el método establecido por la meta para observar los resultados y observar las mejoras obtenidas, esta demanda de soluciones puede beneficiar a la empresa.

Actuar. Walton (2004) comentó “Aquí es necesario verificar si la operación completada puede lograr el resultado esperado, para ello se debe contar con documentación veraz que acredite los cambios y lo aprendido en el proceso” (p. 14)

### **1.3.3. Norma ISO 14224**

Es un estándar para las empresas de petróleo y gas, que recopilan e intercambian información confiable y mantenimiento de equipos en un formato estándar para su uso en la perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas en oleoductos y gasoductos.

El estándar ISO 14224 demuestra información detallada sobre la calidad de la información, pautas para la recopilación y protección. Estos datos permitirán a los clientes medir la confiabilidad de la máquina y compararla con la confiabilidad de otras máquinas con características similares.

En función de los requisitos y su uso de los requisitos de la norma de mantenimiento preventivo y correctivo ISO 14224: 2016, estos requisitos se enumeran en la siguiente tabla:

| <b>Norma Internacional ISO 14224: 2016</b>              |                            |
|---|----------------------------|
| <b>Título del capítulo</b>                              | <b>Número del capítulo</b> |
| Prólogo   | 7                          |
| Introducción  | 8                          |
| Alcance   | 9                          |
| Referencias normativas                                  | 10                         |
| Términos y Definiciones                                 | 10                         |
| Términos Abreviados                                     | 26                         |
| Aplicación  | 28                         |
| Beneficios de la recolección e intercambio de datos RM  | 31                         |
| Calidad de Datos  | 33                         |
| Límites del equipo, taxonomía y definiciones de tiempos | 37                         |
| Datos recomendados para equipos, fallas y mantenimiento |                            |

#### **1.3.4. Costos de Mantenimiento**

Para Bernal (2012) afirmó que:

El costo de mantenimiento es el precio que se paga por las medidas tomadas para preservar o restaurar un activo o producto a un estado específico. El precio de reparación es difícil de estimar por adelantado. La certeza de ciertos sistemas indica que el precio de mantenimiento es el más alto en el progreso del sistema.

El área de mantenimiento de la empresa intenta ser estimada por algunos gestores como consumo, mientras que otras se estiman como inversiones en maquinaria física o seguros de producción. Por lo tanto, al tomar decisiones en organizaciones basadas en precios, considere que la tarea principal del administrador es reducir los precios.

Al planificar las actividades obligatorias de la empresa, es importante considerar el precio que mantiene los bienes en buenas condiciones y capacidad operativa, que se denomina "costo de mantenimiento". (Emprende Hoy, 2018)

Además, como todos sabemos, la mayoría de los emprendedores no consideran estos precios para obtener beneficios, de lo contrario, este es un aspecto a prevenir. Ésta es una expresión incorrecta. El precio de mantenimiento no debe evitarse, pero debe reducirse mediante un diagnóstico cuidadoso de la información de la empresa. (Emprende Hoy, 2018)

#### ***1.3.4.1. Costos directos***

Para Bernal (2012), Estos costos dependen de la complejidad de su diseño y su precio de fabricación y tiempo de servicio. Así mismo, están relacionados con las inspecciones, escaneos, inspecciones y mantenimiento requeridos para todos los equipos de la empresa, por lo que son pequeños hasta el punto que el equipo se encuentra en mejores condiciones. (Emprende Hoy, 2018)

Se consideran como costos directos los siguientes:

- A. La mano de obra.
- B. Los materiales.

#### ***1.3.4.2. Costos indirectos***

Estos costos no pueden vincularse directamente a través de pasos específicos de la empresa. En otras palabras, se recomienda que el costo de reemplazar al representante del almacén sea asignar estos costos al equipo más necesario. (Emprende Hoy, 2018)

Se consideran como costos indirectos los siguientes:

- A. Desvalorización del vehículo en uso.
- B. Bonificaciones como estímulos del empleado.

#### ***1.3.4.3. Gastos generales***

Este es el nombre de los gastos de la empresa para mantener y no mantener el departamento de asistencia. (Emprende Hoy, 2018)

Se consideran como gastos generales los siguientes egresos:

- A. Energía eléctrica
- B. Administrativos
- C. Limpieza

#### ***1.3.4.4. Costos de tiempos perdidos***

Se trata de gastos incurridos por daños al equipo, pérdida de confianza, interrupción de la productividad, retraso en la realización del trabajo, etc. (Emprende Hoy, 2018)

Se consideran los siguientes:

- A. Costo por cuantía de periodo aplicado en reparos
- B. Costo por cuantía de periodo de parada en reparos

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019?

### **1.4.2. Problemas específicos**

**P.1.** ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019?

**P.2.** ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019?

**P.3.** ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019?

**P.4.** ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019?

## **1.5. Justificación del estudio**

Al respecto, Bernal (2010) la justificación, está referida a las cuestiones del porqué y el para qué del estudio que se desea ejecutar; es decir, justificar un estudio se fundamenta en explicar las razones por las cuales es preciso llevar a cabo la respectiva investigación. En tal sentido, habitualmente se determinan tres tipos de justificación: económica, práctica y tecnológica. Algunos estudios pueden pretender utilizar los tres tipos de justificación, otras sólo algunas de ellas, todo ello, dependiendo de las características de cada investigación.

### **1.5.1. Justificación económica**

Por el impacto económico y la mejora del departamento de mantenimiento, es razonable solucionar el problema de los costos de mantenimiento en la conversión de vehículos a servicios de GNV. Esto es razonable; mediante la aplicación de planes de mantenimiento preventivo, esto será muy beneficioso, ya que el vehículo y los

repuestos requeridos están separados Al realizar la conversión a GNV, para usuarios y empresas, un bajo presupuesto económico reducirá los costos de mantenimiento y solución.

En tal sentido, tal como lo manifestó Romero (2014):

Con este motivo, se puede conocer la cantidad de economía necesaria para la investigación, y de la misma manera saber cómo afectará a los individuos que participan en la investigación, y finalmente saber si es suficiente para realizar la investigación. Costos estimados y lograr los resultados esperados.

### **1.5.2. Justificación práctica**

Tal como lo manifestó Bernal (2010), se establece cuándo la investigación es beneficiosa para resolver complicaciones y proponer estrategias para desarrollarlas.

Por la descripción y análisis de las complicaciones, las investigaciones suelen tener este motivo, o si se resuelven, también propondrán estrategias para estas soluciones. En la investigación, la racionalidad de la inspección económica es práctica porque genera datos que se pueden utilizar para tomar decisiones sobre el departamento. Dado que existe un incentivo para reducir el costo de los vehículos convertidos a GNV, realizaremos una investigación en AutoGas H&D Automotriz y aplicaremos un plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14224.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. General**

Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

### **1.6.2. Específicos**

**O.1.** Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

- O.2.** Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.
- O.3.** Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.
- O.4.** Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

### **1.7.2. Hipótesis específicas**

**H.1.** La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

**H.2.** La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

**H.3.** La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

**H.4.** La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

## **II. Método**

### **2.1. Diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

Al realizar la investigación se dispone de información que nos llevará a inferir que se utilizará investigación aplicada porque la teoría, los métodos actualizados y la aplicación del mantenimiento preventivo se procesan para ajustar a la realidad las actividades a realizar. Bajar el precio. Es por ello que Sánchez y Reyes (como se citó en Napa, Benavides y Villamares, 2018, p.56), afirmaron que la investigación aplicada también se llama constructiva. Su característica principal es que es beneficioso para la aplicación de teorías de problemas precisos y los resultados de la experiencia práctica. La investigación se aplica al simple hecho de que busca gestionar los conocimientos adquiridos durante cada investigación realizada.

#### **2.1.2. Diseño de investigación: Cuasi experimental**

Hernández-Sampieri y Mendoza (2019) afirmaron:

El diseño cuasiexperimental manipula deliberadamente la influencia de una variable independiente (V.I.) sobre una o más variables dependientes (V.D.) y amplía la prueba pura siempre que se alcance la igualdad inicial del grupo. (p.173)

Además, tal como lo manifestaron Napa, Benavides y Villamares (2018): “Los diseños cuasi-experimentales son aquellos diseños que se ubican entre el diseño pre-experimental y el diseño experimental, porque en el primer diseño se debe a poca falta de control, y en el segundo diseño, se debe a su control científico” (p.88).

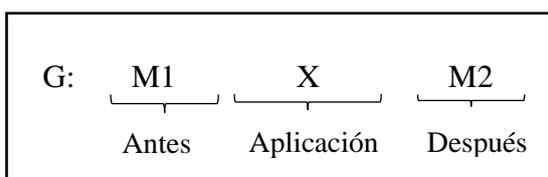
Esta investigación es descriptiva porque se utilizó para inferir el tipo de método que se propone para el bien o situación; se aplica describiendo todas sus dimensiones, en este caso, el objeto a estudiar. Asimismo, se centra en la recopilación de datos que describen la situación actual.

Se utilizaron métodos cuantitativos porque intenta cuantificar los datos y usualmente usa alguna forma de análisis estadístico, usando magnitudes numéricas que pueden ser procesadas por herramientas en el campo estadístico, razón por la cual la investigación cuantitativa es causada por los siguientes factores: cosas.

Dado que nuestra investigación es observacional, realizaremos un estudio longitudinal en el que se recopilan datos repetidamente de la misma muestra durante un largo período de tiempo. La ventaja de realizar una investigación longitudinal es que los investigadores pueden registrar cambios, realizar observaciones y descubrir cualquier tipo de cambio que se produzca en las características de los participantes.

Este estudio aplicará un diseño de prueba cuasi-experimental antes del evento, probará después del evento y utilizará un conjunto de secuencias periódicas.

Los cuales son:



Dónde:

- X: V.I. (Plan de mantenimiento preventivo: 1 mes)
- M1: medidas un mes antes de la Metodología de la V.D. Costos de Mantenimiento.
- M2: medidas un mes después de la Metodología de la V.D. Costos de Mantenimiento

Así mismo, es longitudinal, tal como lo manifestó Valderrama (2013), en la que nos dijo: “Verificará los cambios a lo largo del tiempo. Tiene derecho a recopilar información que lleve tiempo y ciertos plazos en consideración, y luego examine la modificación y sus consecuencias” (p.180).

## 2.2. Variables y su Operacionalización

### 2.2.1. Variable Independiente:

Mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224.

Definición conceptual

“Consolidar todas las actividades técnicas y de gestión para paralizar el proyecto y devolverlo a una etapa en la que se pueda ejecutar el contenido solicitado” (ISO 14224, 2016)

### Dimensión 1: Disponibilidad

#### Indicadores:

- Tiempo de producción programado
- Tiempo medio de reparación

### Dimensión 2: Confiabilidad

#### Indicadores:

- Tiempo promedio entre fallas
- Tiempo promedio para reparar

### Dimensión 3: Mantenibilidad

#### Indicadores:

- Tiempo de reparación ejecutada
- Tiempo muerto por falla

### **2.2.2. Variable Dependiente:**

Costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV

#### Definición conceptual

Es la cantidad de dinero que se paga por las actividades realizadas para reemplazar el producto en una etapa específica. Esta tecnología en la empresa permite que algunos gerentes la vean como un gasto, otros como una inversión y en algunos casos como un seguro de productividad. (Baqueiro, 2015)

### Dimensión 1: Costos directos

#### Indicadores:

- Mano de obra
- Materiales y repuestos

### Dimensión 2: Costos indirectos

#### Indicadores:

- Bonificaciones como estímulos del empleado

### Dimensión 3: Gastos generales

#### Indicadores:

- Energía eléctrica
- Administrativos del taller
- Limpieza

### Dimensión 4: Costos de tiempos perdidos

#### Indicadores:

- Costo por cuantía de periodo aplicado en reparos
- Costo por cuantía de periodo de parada en reparos

### **2.2.3. Matriz de Operacionalización de Variables (Ver Anexo B)**

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

“Admite una serie de agrupaciones de eventos detalladas” (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2019, p. 198). En este sentido, la población quedará conformada por la conversión de vehículos a GNV durante un mes, en el taller de conversiones AutoGas H&D Automotriz, para evaluar el Mantenimiento preventivo, y, 14 trabajadores del taller de conversiones, para evaluar los costos de mantenimiento.

Según la investigación social, se acostumbra distinguir entre dos tipos de población (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014):

- (a) “El total pero no disponible
- (b) Los que tienen acceso y que a su vez están disponibles que servirán al estudio” (p. 246).

Unidad de Análisis: Para el presente trabajo de investigación para la obtención de mi Título de Ingeniero Industrial, se utilizará como Unidad de Análisis: “el Personal De Mantenimiento” quien se encargó de la función más importante la ejecución del trabajo.

### **2.3.2. Muestra**

Para Hernández-Sampieri y Mendoza (2019) manifiestan que: “en la ruta cuantitativa, es un subconjunto de la población de interés, en el que se recopilarán informes apropiados, que representan a esa población.” (p.196)

Tal es así que, la muestra estuvo conformada por la población, es decir, la conversión de vehículos a GNV durante un mes, en el taller de conversiones AutoGas H&D Automotriz, para evaluar el Mantenimiento preventivo.

Nuestro estudio utilizó el muestreo por conveniencia, debido a que se evaluará el mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV, en un mes antes y un mes después de aplicar la variable independiente.

Para Explorable (2019), el muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico. En este caso, los sujetos se seleccionan teniendo en cuenta su conveniente accesibilidad y proximidad al investigador”.

### **2.3.3. Criterios para su selección**

#### ***2.3.3.1. Criterio de inclusión.***

Trabajos ejecutados por los técnicos en toda la semana excepto sábados y domingos, desde las 8 de la mañana a 4 de la tarde.

#### ***2.3.3.2. Criterio de exclusión.***

Los días sábados y domingos, ya que, esos días son no laborables.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica**

En el campo de la investigación científica, el concepto de técnica se refiere a los procedimientos y medios que hacen viable el método. (Ander-Egg, como se citó en Pulido, 2015)

De acuerdo a la búsqueda de información pertinente para nuestra investigación se determinaron diferentes técnicas, las cuales se listan a continuación:

- Plan de mantenimiento
- Observación directa
- Revisión documental

### **2.4.2. Instrumentos**

Los instrumentos de investigación son un componente muy importante, porque estos resultados nos permiten obtener los datos necesarios para ser aplicados de acuerdo al entorno del problema, y si el propósito de la investigación en curso es a corto o largo plazo.

A partir de la búsqueda de información relevante de la encuesta, se han determinado diferentes herramientas según la tecnología a utilizar. Estas herramientas son las siguientes:

- Documento plan de mantenimiento
- Ficha de observación
- Ficha de análisis documental

### **2.4.3. Validación y confiabilidad**

Después de preparar la herramienta de investigación, verifique la herramienta a través de la evaluación de expertos. La eficacia se describe como el grado en el que la prueba se proporciona a sí misma e información adecuada.

Villasis, Márquez, Zurita, Miranda y Escamilla (2018) establecieron:

La validez de la investigación se describe como verdadera, en general, cuando la investigación se separa del error, los resultados de la investigación serán legítimos. Si un estudio en particular es legal, es necesario verificar la apariencia de sesgo de diseño, los criterios de selección y cómo considerar los cálculos. (p.415)

Para Villasis, et al. (2018) manifestaron que, cuando se muestra un valor de validez alto, el estudio se considera confiable. Después de establecer el nivel de repetibilidad y determinar el nivel, se puede concluir que es confiable.

Es decir, mientras más cerca se encuentre al extremo 1, mayor fiabilidad tendrá, manifestando que una fiabilidad respetable sería en 0,80.

## **2.5. Método de análisis de datos**

Estudió un método cuantitativo que recopila datos para probar hipótesis, basado en medidas numéricas, y luego realiza pruebas estadísticas para determinar patrones de comportamiento

y pruebas teóricas. (Hernández et al., 2014, p. 4). Se utilizó el programa estadístico SPSS 24 para examinar datos cuantitativos mediante técnicas de análisis descriptivo e inferencial.

### **2.5.1. Estadística descriptiva**

Agrupación de técnicas estadísticas asociados a la descripción de datos, utilizando tablas, figuras y el diagnóstico a través de mediciones numéricas.

Según Gadget-info (2019), manifestó:

La estadística descriptiva es una disciplina en la que una cantidad específica describe características importantes de un conjunto de datos. Para describir las características, utiliza medidas de tendencia, a saber, medidas de media, mediana, moda y dispersión, a saber, rango, desviación estándar, desviación y varianza intercuartil.

Con la ayuda de datos y herramientas gráficas (como tablas, cuadros y gráficos), los investigadores resumen los datos de formas útiles para representarlos con precisión. Además, el texto se muestra para apoyar estas figuras para explicar el significado que representan.

En el análisis descriptivo se resumirán las medidas de tendencia central utilizando las siguientes medidas:

- Media aritmética: Es la medida más fácil de manejar, se define como la media matemática de la distribución. Es la suma de los valores dividida por el número de casos.
- Desviación estándar: la desviación promedio de las calificaciones alrededor de la media. Esta métrica se cotiza en una unidad de cálculo de anomalías distribuida.
- Varianza: cálculo de dispersión, que muestra una variable aleatoria cerca de su media. Se utiliza para identificar el valor promedio de la varianza cuadrática de una variable de representación aleatoria y mostrar su valor promedio.

### **2.5.2. Estadística inferencial**

Tiene por finalidad probar hipótesis y establecer de forma general las consecuencias obtenidas en la muestra. (Hernández et al., 2014, p. 299).

Gadget-info (2019), afirmó:

Las estadísticas inferenciales se refieren a la generalización de una muestra a una población, es decir, los resultados del análisis de la muestra se pueden inferir a la población más grande de la que se obtiene la muestra.

La estadística inferencial se utiliza para determinar la probabilidad del atributo general de acuerdo con la teoría de la probabilidad y los atributos de la muestra. Las principales estadísticas de inferencia se basan en modelos estadísticos, como análisis de varianza, prueba de chi-cuadrado, distribución t de Student, análisis de regresión, etc. Métodos estadísticos inferenciales:

- Estimación de parámetros
- Prueba de hipótesis

Trabajaremos con la prueba de Student tipo T para determinar la hipótesis nula o hipótesis alternativa. La prueba de hipótesis t de Student es una prueba estadística que se utiliza para evaluar si existe una diferencia significativa entre los dos grupos en términos de medias. La prueba "t" determinará el grado de libertad, que constituye el número de formas en que la información recopilada puede cambiarse libremente. La prueba "t" se utilizará para distinguir los resultados de la prueba previa y la prueba posterior en la configuración experimental. Se compararán los dos grupos antes y después de la prueba.

Con el apoyo del marco teórico y antecedentes de investigación, se discutirán los resultados, se realizarán análisis descriptivos y contracción de hipótesis, con el fin de explicar los resultados y establecer conclusiones y recomendaciones sobre los temas investigados.

## **2.6. Aspectos éticos**

JOSÉ LUIS EULOGIO ABAL, identificado con DNI N° 42070570, y con domicilio en Mz. A Lt. 11 AA.HH. Nuevo Amanecer Nueva Riconada Pamplona Alta San Juan de Miraflores, al patrocinio del Principio de Veracidad estipulado por el artículo IV, numeral 1.7 del Título Preliminar y lo dispuesto en el artículo 49° del D.S. N° 006-2017-JUS TUO de la Ley de Procedimiento Administrativo General – Ley N° 27444.

### **DECLARO BAJO JURAMENTO:**

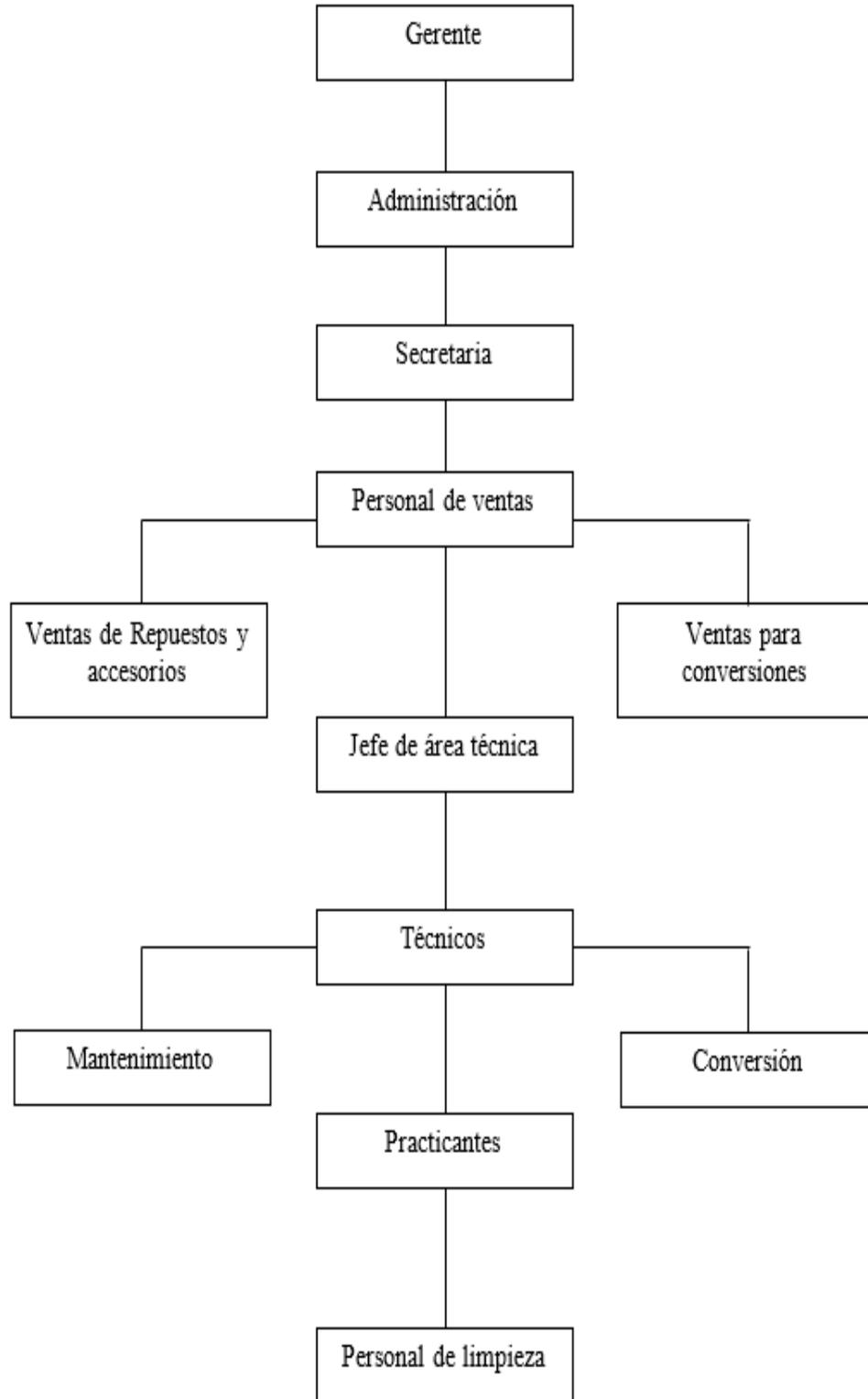
Mi expreso compromiso de respetar los derechos de autor de los textos, artículos y tesis que serán consultados como parte del trabajo de revisión bibliográfica, para la elaboración del trabajo de investigación.

Me afirmo y me ratifico en lo mencionado, en señal de lo cual firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los 15 días del mes de julio del año 2019.

### **III. Resultados**

#### **3.1. Situación actual de la empresa**

- Misión. Fortalecer la fidelidad de sus clientes mediante la conversión adecuada de vehículos a GNV y una adecuada calidad en el servicio, con alto grado de competencia.
- Visión. Incrementar su labor de transformación y dominio del talento del personal técnico, manifestando su compromiso en mejorar y reducir los costos en la conversión.
- Objetivos. AutoGas H&D Automotriz, es la empresa que aspira en acrecentar su capacidad de innovación, transformándolo mediante soluciones en la disminución de costos de mantenimiento.
- Soluciones de Negocio de la empresa. Reducción de costos para incrementar su productividad
- Eficiencia Operativa. El propósito es mantener el compromiso del cliente con la empresa mediante la verificación oportuna de los vehículos convertidos a GNC e identificando fallas y paradas, y aprovechar al máximo las capacidades de inversión y trabajo técnico de la empresa para hacer efectiva la innovación en la empresa.
- Gestión de Información. La Gestión de Información de AutoGas H&D Automotriz permite que nuestros clientes aprovechen la información proporcionada, incluyendo la comprensión clara de sus competencias y oportunidades de mejora, en cuanto a la conversión de vehículos a GNV y optimizando el proceso de conversión, reduciendo los costos de mantenimiento.
- Administración de Aplicaciones (AMS). La solución AMS utiliza un enfoque práctico para planificar, diseñar, implementar, mantener y administrar el desarrollo y el mantenimiento de software para la empresa.
- Outsourcing de TI. Brindamos el servicio de mesa de servicio como la solución principal. La mesa de servicio es el único punto de contacto. Su propósito principal es registrar, brindar soporte y resolver las incidencias reportadas por los usuarios finales. Además, el servicio también incluye el registro de todos los requisitos relacionados con TI.



*Figura 9.* Organigrama general de la empresa. Conformado por un Gerente, Administración, Secretaria, Personal de ventas, Jefe de área técnica, Técnicos, Practicantes y el personal de limpieza encargados de las labores que se realizan en la empresa AutoGas H&D Automotriz. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.

Identificación del problema. Cuando no tiene un plan de mantenimiento, el costo del mantenimiento del vehículo generalmente aumentará debido a fallas de la máquina o tiempo de inactividad, y la empresa sufrirá daños económicos debido a un mantenimiento insuficiente del equipo, lo que afectará a la empresa.

Análisis de los factores. Las razones que conducen al aumento en el costo de mantenimiento del equipo de conversión son: maquinaria, mano de obra, planificación y materiales:

- **Maquinaria:** Para la maquinaria, este es un punto muy importante, porque es nuestro equipo para los servicios de mantenimiento, y cada equipo solo brinda un día de servicio, por lo que los problemas que ocurren son casi constantes, pues harán que el equipo esté en pleno funcionamiento. Operación detenida, esto es algunas razones. El motivo de la falla, además, la falta de inventario total afectará al servicio de mantenimiento, ya que el inventario no estará controlado.
- **Mano de obra:** Los técnicos generalmente solo completan el trabajo, debido a la falta de motivación, la rotación continua y la falta de capacitación, no están interesados en el trabajo, lo que hace que la calidad final del trabajo sea baja.
- **Planificación:** El plan de servicio de mantenimiento suele verse afectado por un mantenimiento insuficiente de los equipos de modificación del vehículo NG, lo que afecta a los usuarios y a la propia empresa.
- **Materiales:** Estos materiales son esenciales para el funcionamiento normal del equipo de conversión. El motivo del problema es que las piezas de repuesto no se reemplazan a tiempo, o se reemplazan por otras piezas de segunda mano, el plazo es muy corto, no se cumple el plazo de sustitución y se detiene la operación.



*Figura 10.* Jefe de área de mantenimiento autorizando el trabajo. Aquí el jefe del área de mantenimiento explicando al cliente sobre las fallas de vehículo para iniciar el trabajo al técnico capacitado. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.



*Figura 11.* Diagnóstico para el mantenimiento de equipos de conversión. Comentario: Primero se hace un análisis del vehículo para ver el estado de cómo ingresó y así empezar el trabajo de mantenimiento. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.



*Figura 12.* Equipo de sistema de gas desarmado en mantenimiento. Para el mantenimiento del gas se desarma el reductor de gas para hacer una limpieza general y cambiar los accesorios que se requiere por el tiempo y el uso ya trabajado en el vehículo. Fuentes: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.



*Figura 13.* Probador de inyectores. Comentario: El cual es una herramienta que es parte del mantenimiento que ejecuta el mantenimiento del vehículo, que, después de tanto mantenimiento de los inyectores de gasolina se llega a malograr por el mal uso, y es cuando el técnico se encarga de repararlo. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.

### 3.2. Estudio antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento

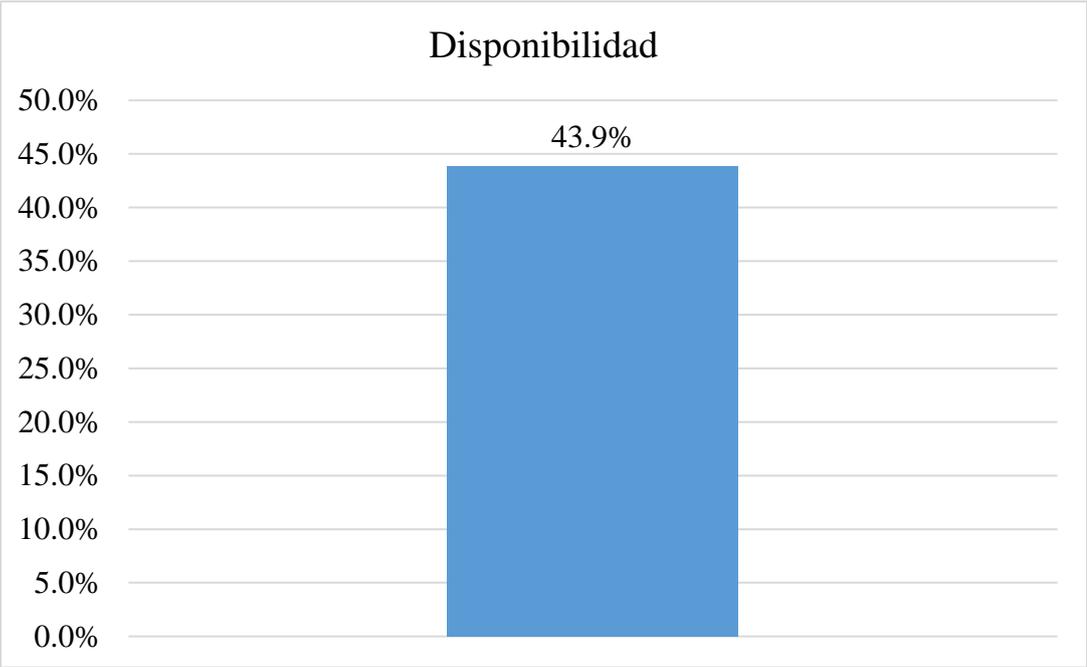
#### 3.2.1. Disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 1

*Disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Tiempo Prod Progr | Tiemp Medio Rep | Disponibilidad |
|-----------------|-------------------|-----------------|----------------|
| día 1           | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 2           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 3           | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 4           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 5           | 3                 | 3               | 0.0            |
| día 6           | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 7           | 3                 | 3               | 0.0            |
| día 8           | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 9           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 10          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 11          | 3                 | 3               | 0.0            |
| día 12          | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 13          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 14          | 3                 | 3               | 0.0            |
| día 15          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 16          | 3                 | 3               | 0.0            |
| día 17          | 3                 | 3               | 0.0            |
| día 18          | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 19          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 20          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 21          | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 22          | 3                 | 5               | 66.7           |
|                 | 46                | 30              | 68.2           |

En esta tabla, se observa los valores de la Disponibilidad en los 22 días hábiles antes de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 14.* Porcentaje de disponibilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como puede verse en la tabla y figura que la disponibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 43,9%. Fuente: Elaboración propia.

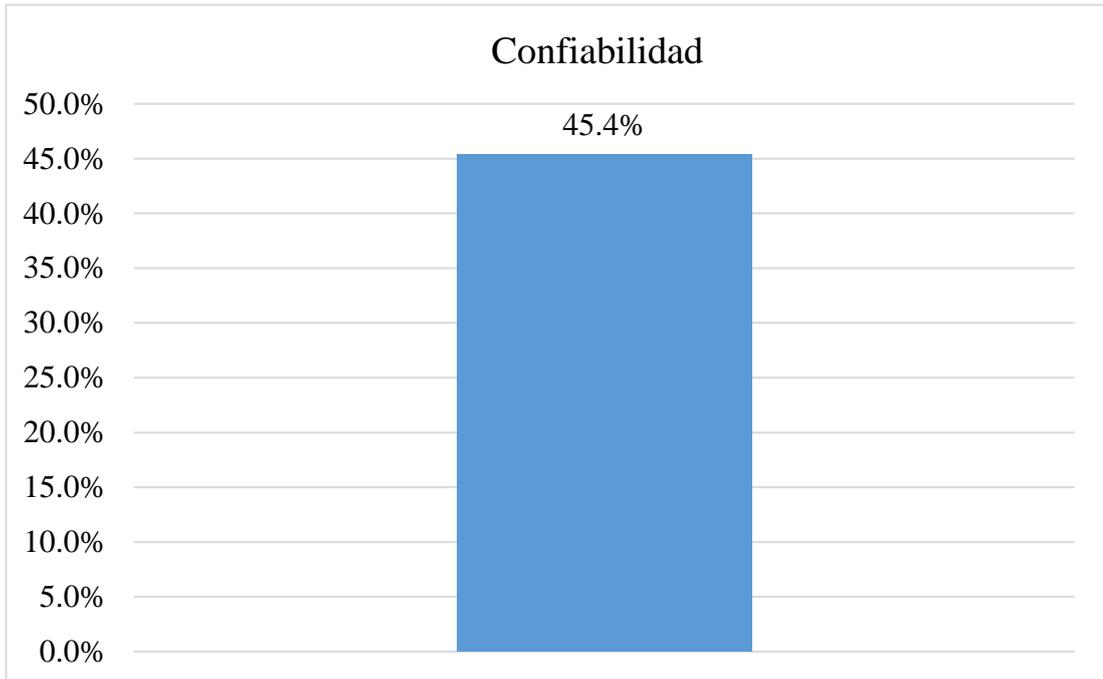
### 3.2.2. Confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 2

*Confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Tiempo Prod Entre Fallas | Tiemp Promedio Rep | Confiabilidad |
|-----------------|--------------------------|--------------------|---------------|
| día 1           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 2           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 3           | 2                        | 4                  | 33.3          |
| día 4           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 5           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 6           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 7           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 8           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 9           | 5                        | 4                  | 55.6          |
| día 10          | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 11          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 12          | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 13          | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 14          | 2                        | 4                  | 33.3          |
| día 15          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 16          | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 17          | 5                        | 4                  | 55.6          |
| día 18          | 2                        | 4                  | 33.3          |
| día 19          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 20          | 5                        | 4                  | 55.6          |
| día 21          | 5                        | 4                  | 55.6          |
| día 22          | 2                        | 4                  | 33.3          |
|                 | 76                       | 88                 | 45.4          |

En esta tabla, se observa los valores de la Confiabilidad en los 22 días hábiles antes de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 15.* Porcentaje de confiabilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en la tabla y figura que la confiabilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 45,4%. Fuente: Elaboración propia.

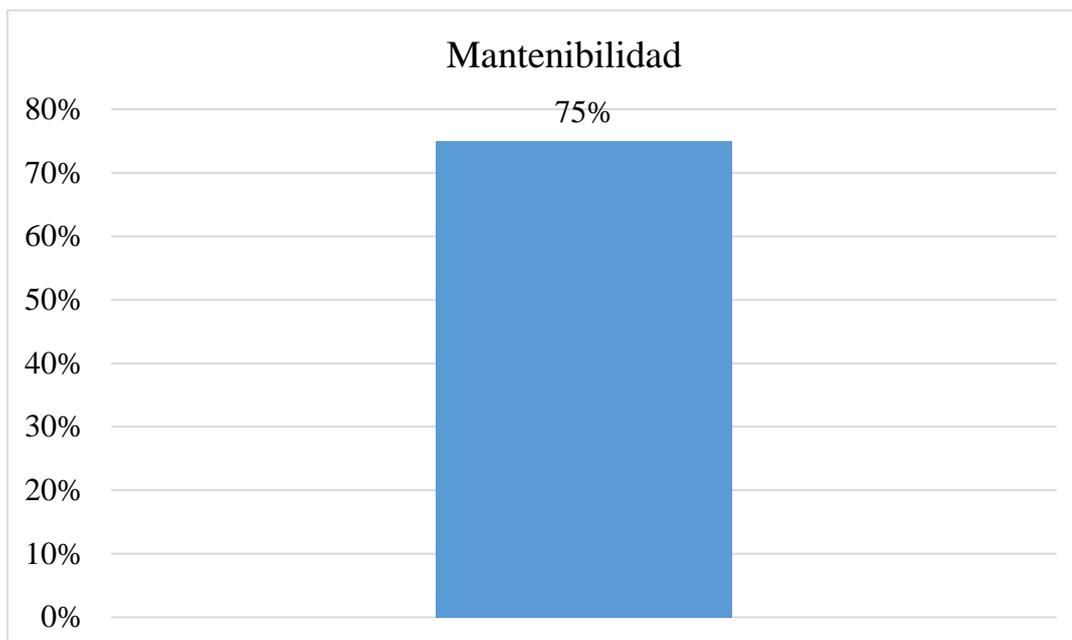
### 3.2.3. Mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 3

*Mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Tiempo Rep Ejecutada | Tiemp Muerto Por Falla | Mantenibilidad |
|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| día 1           | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 2           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 3           | 4                    | 4                      | 100.0          |
| día 4           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 5           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 6           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 7           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 8           | 4                    | 1                      | 25.0           |
| día 9           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 10          | 4                    | 4                      | 100.0          |
| día 11          | 4                    | 5                      | 125.0          |
| día 12          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 13          | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 14          | 4                    | 4                      | 100.0          |
| día 15          | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 16          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 17          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 18          | 4                    | 5                      | 125.0          |
| día 19          | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 20          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 21          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 22          | 4                    | 4                      | 100.0          |
|                 | 88                   | 66                     | 75.0           |

En esta tabla, se observa los valores de la Mantenibilidad en los 22 días hábiles antes de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 16.* Porcentaje de mantenibilidad antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en la tabla y figura que la mantenibilidad antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 75%. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Las labores diarias en la empresa se realizan 8 horas programadas de lunes a viernes, y, debido a las fallas o paradas en los equipos de conversión de vehículos a GNV, se utilizan más tiempo de lo programado en realizar el mantenimiento, elevando los costos de mantenimiento.

Tabla 4  
*Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Horas trabajadas | Costo x Horas de trabajo | Cantidad de personal mt | Cantidad Materiales o repuestos | Costo por material utilizado | Costo mano de obra | Costos de materiales y repuestos | Costos Directos |
|-----------------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|
| día 1           | 8                | 15                       | 10                      | 12                              | 250                          | 1200               | 3000                             | 4200            |
| día 2           | 8                | 15                       | 12                      | 14                              | 316                          | 1440               | 4424                             | 5864            |
| día 3           | 8                | 15                       | 14                      | 8                               | 75                           | 1680               | 600                              | 2280            |
| día 4           | 8                | 15                       | 12                      | 10                              | 234                          | 1440               | 2340                             | 3780            |
| día 5           | 8                | 15                       | 11                      | 6                               | 85                           | 1320               | 510                              | 1830            |
| día 6           | 8                | 15                       | 8                       | 11                              | 180                          | 960                | 1980                             | 2940            |
| día 7           | 8                | 15                       | 11                      | 8                               | 110                          | 1320               | 880                              | 2200            |
| día 8           | 8                | 15                       | 6                       | 5                               | 60                           | 720                | 300                              | 1020            |
| día 9           | 8                | 15                       | 10                      | 10                              | 198                          | 1200               | 1980                             | 3180            |
| día 10          | 8                | 15                       | 9                       | 13                              | 305                          | 1080               | 3965                             | 5045            |
| día 11          | 8                | 15                       | 9                       | 9                               | 245                          | 1080               | 2205                             | 3285            |
| día 12          | 8                | 15                       | 14                      | 9                               | 318                          | 1680               | 2862                             | 4542            |
| día 13          | 8                | 15                       | 12                      | 4                               | 68                           | 1440               | 272                              | 1712            |
| día 14          | 8                | 15                       | 8                       | 5                               | 96                           | 960                | 480                              | 1440            |
| día 15          | 8                | 15                       | 8                       | 7                               | 112                          | 960                | 784                              | 1744            |
| día 16          | 8                | 15                       | 10                      | 14                              | 253                          | 1200               | 3542                             | 4742            |
| día 17          | 8                | 15                       | 12                      | 11                              | 195                          | 1440               | 2145                             | 3585            |
| día 18          | 8                | 15                       | 14                      | 8                               | 124                          | 1680               | 992                              | 2672            |
| día 19          | 8                | 15                       | 14                      | 10                              | 233                          | 1680               | 2330                             | 4010            |
| día 20          | 8                | 15                       | 9                       | 7                               | 142                          | 1080               | 994                              | 2074            |
| día 21          | 8                | 15                       | 7                       | 8                               | 178                          | 840                | 1424                             | 2264            |
| día 22          | 8                | 15                       | 14                      | 5                               | 82                           | 1680               | 410                              | 2090            |
|                 | 176              |                          | 234                     |                                 |                              | 28080              | 38419                            | 66499           |

En esta tabla, se establecen los valores de los costos directos que se obtuvieron en los 22 días hábiles antes de la aplicación del mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

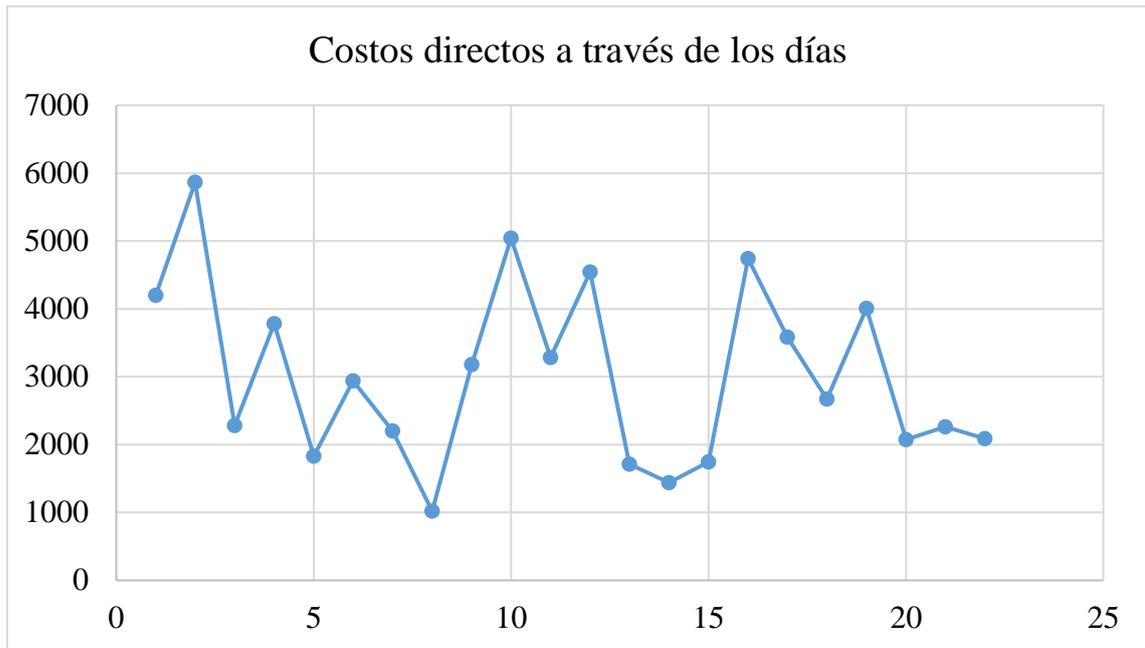


Figura 17. Costos directos a través de los días antes de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

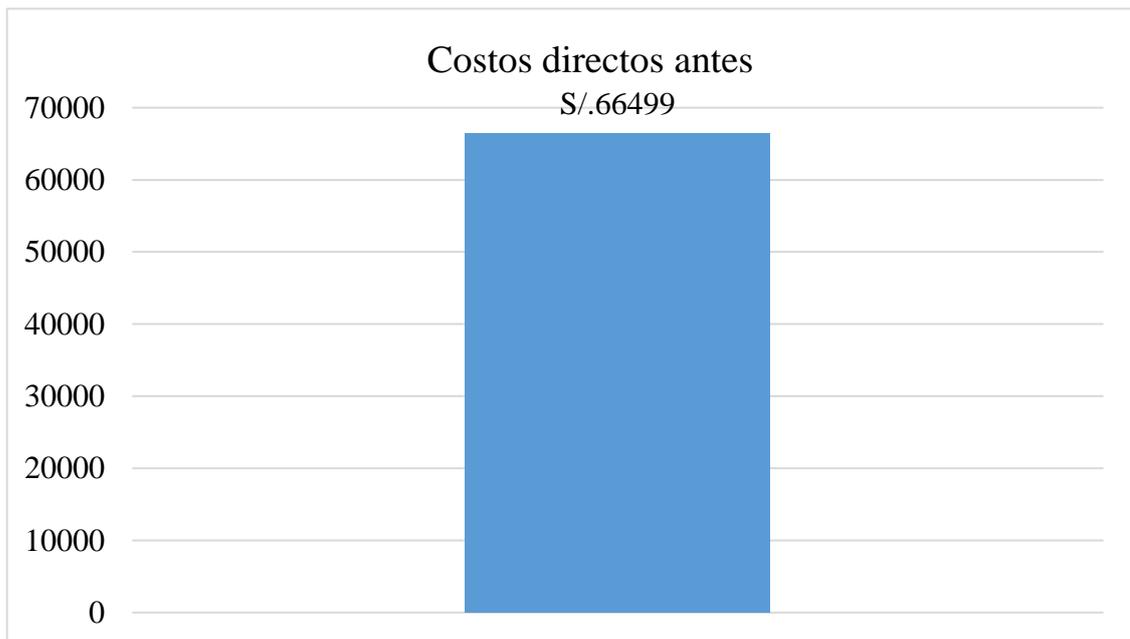


Figura 18. Costos directos antes de aplicar el plan de mantenimiento. Se observa en las figuras que los Costos directos antes de la aplicación del plan de mantenimiento fue de S/.66499. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.5. Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 5

*Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | % Costo mano de obra | Cantidad de personal mt | Costos indirectos |
|-----------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| día 1           | 0.043                | 10                      | 0.427             |
| día 2           | 0.051                | 12                      | 0.615             |
| día 3           | 0.060                | 14                      | 0.838             |
| día 4           | 0.051                | 12                      | 0.615             |
| día 5           | 0.047                | 11                      | 0.517             |
| día 6           | 0.034                | 8                       | 0.274             |
| día 7           | 0.047                | 11                      | 0.517             |
| día 8           | 0.026                | 6                       | 0.154             |
| día 9           | 0.043                | 10                      | 0.427             |
| día 10          | 0.038                | 9                       | 0.346             |
| día 11          | 0.038                | 9                       | 0.346             |
| día 12          | 0.060                | 14                      | 0.838             |
| día 13          | 0.051                | 12                      | 0.615             |
| día 14          | 0.034                | 8                       | 0.274             |
| día 15          | 0.034                | 8                       | 0.274             |
| día 16          | 0.043                | 10                      | 0.427             |
| día 17          | 0.051                | 12                      | 0.615             |
| día 18          | 0.060                | 14                      | 0.838             |
| día 19          | 0.060                | 14                      | 0.838             |
| día 20          | 0.038                | 9                       | 0.346             |
| día 21          | 0.030                | 7                       | 0.209             |
| día 22          | 0.060                | 14                      | 0.838             |
|                 | 1.000                | 234                     | 11.188            |

Los costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento en la empresa se debieron a los costos de bonificación diario, ante ello, se muestra en la siguiente tabla y figuras, el incremento de costos indirectos. Fuente: Elaboración propia.

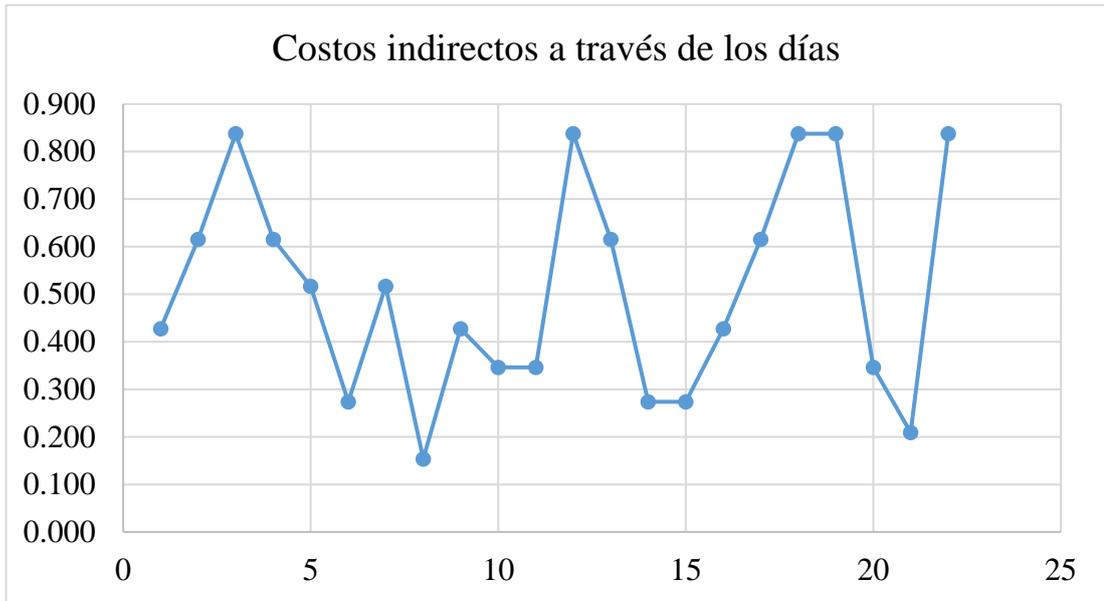


Figura 19. Costos indirectos a través de los días antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

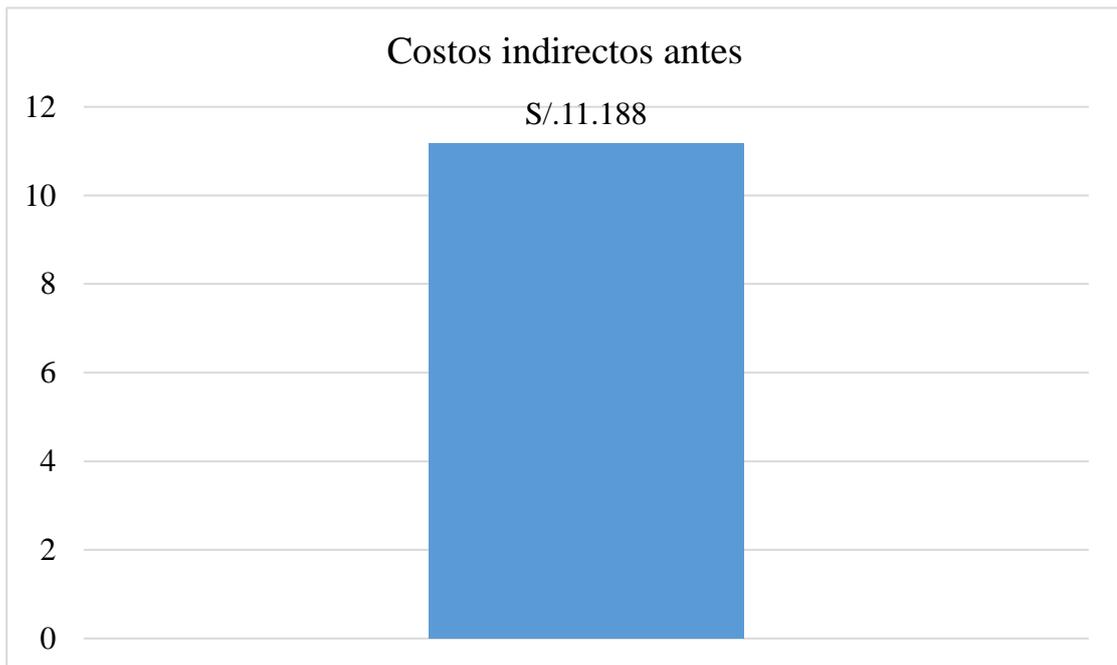


Figura 20. Costos indirectos antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en las figuras que los Costos indirectos antes de la aplicación del plan de mantenimiento asciende a S/. 11.188. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.6. Gastos generales antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 6

*Gastos generales antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Potencia eléctrica en kw diaria | Gastos de energía eléctrica en soles | Gastos Administrativos | Gastos de limpieza | Gastos generales |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------|
| día 1           | 16.00                           | 8.00                                 | 10                     | 15                 | 33               |
| día 2           | 17.00                           | 8.50                                 | 20                     | 15                 | 43.5             |
| día 3           | 18.00                           | 9.00                                 | 30                     | 15                 | 54               |
| día 4           | 17.00                           | 8.50                                 | 50                     | 15                 | 73.5             |
| día 5           | 16.00                           | 8.00                                 | 25                     | 15                 | 48               |
| día 6           | 15.00                           | 7.50                                 | 10                     | 15                 | 32.5             |
| día 7           | 14.00                           | 7.00                                 | 25                     | 15                 | 47               |
| día 8           | 12.00                           | 6.00                                 | 40                     | 15                 | 61               |
| día 9           | 9.00                            | 4.50                                 | 30                     | 15                 | 49.5             |
| día 10          | 16.00                           | 8.00                                 | 25                     | 15                 | 48               |
| día 11          | 15.00                           | 7.50                                 | 20                     | 15                 | 42.5             |
| día 12          | 14.00                           | 7.00                                 | 79                     | 15                 | 101              |
| día 13          | 16.00                           | 8.00                                 | 10                     | 15                 | 33               |
| día 14          | 14.00                           | 7.00                                 | 20                     | 15                 | 42               |
| día 15          | 14.00                           | 7.00                                 | 10                     | 15                 | 32               |
| día 16          | 18.00                           | 9.00                                 | 5                      | 15                 | 29               |
| día 17          | 16.00                           | 8.00                                 | 10                     | 15                 | 33               |
| día 18          | 17.00                           | 8.50                                 | 5                      | 15                 | 28.5             |
| día 19          | 19.00                           | 9.50                                 | 5                      | 15                 | 29.5             |
| día 20          | 15.00                           | 7.50                                 | 5                      | 15                 | 27.5             |
| día 21          | 17.00                           | 8.50                                 | 10                     | 15                 | 33.5             |
| día 22          | 18.00                           | 9.00                                 | 5                      | 15                 | 29               |
|                 | 343.00                          | 171.50                               | 449.00                 | 330                | 950.5            |

Los gastos generales se hallaron mediante los Gastos de energía eléctrica en soles, Gastos administrativos y Gastos de limpieza, elevando los gastos generales. A continuación, se muestra una tabla donde se observan el incremento de los gastos generales. Fuente: Elaboración propia.

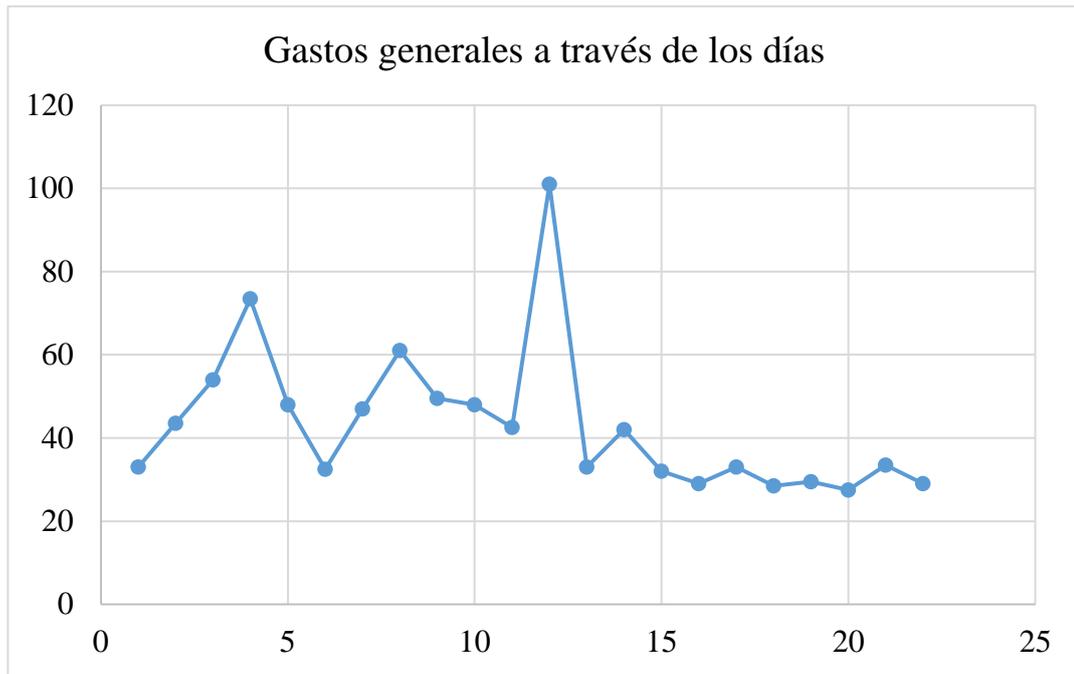


Figura 21. Gastos generales a través de los días antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

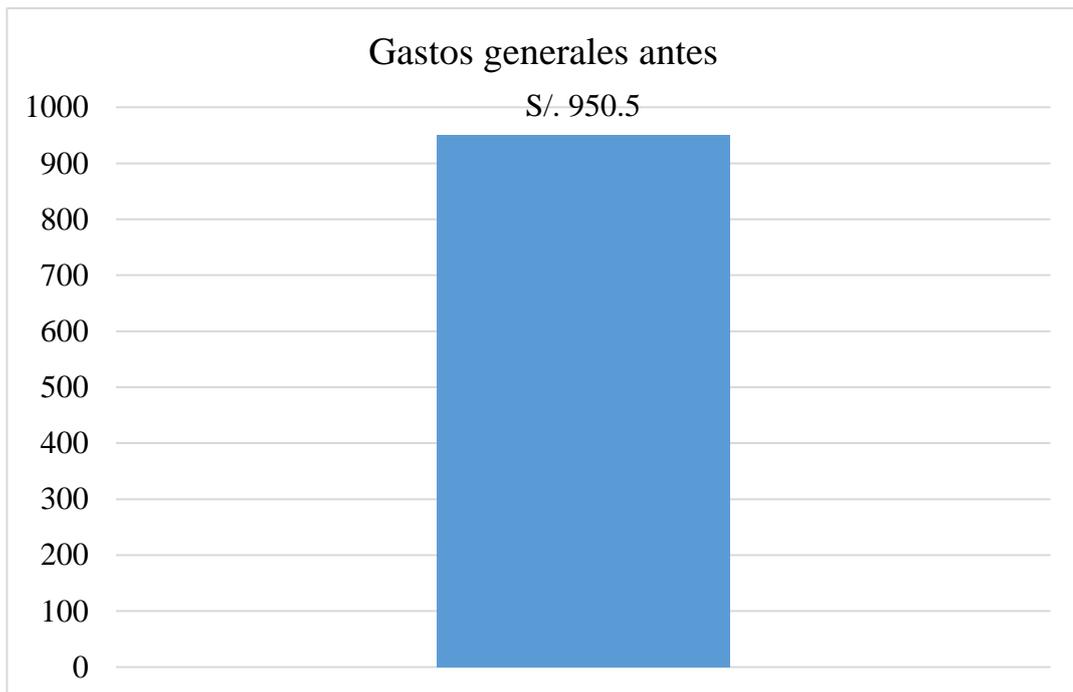


Figura 22. Gastos generales antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede ver en la tabla y figuras que los Gastos generales antes de aplicar el plan de mantenimiento asciende a un monto de S/.950.5. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.7. Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 7

*Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Costo x Horas de trabajo | Tiempo dedicado a reparaciones | Tiempo de parada por reparaciones | Costos por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones | Costos por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones | Costos de tiempos perdidos |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------|
| día 1           | 15                       | 1.25                           | 1.5                               | 18.75   | 22.5   | 41.25                      |
| día 2           | 15                       | 2                              | 1.5                               | 30  | 22.5   | 52.5                       |
| día 3           | 15                       | 1.5                            | 2                                 | 22.5  | 30   | 52.5                       |
| día 4           | 15                       | 1                              | 2                                 | 15  | 30   | 45                         |
| día 5           | 15                       | 2                              | 3                                 | 30  | 45   | 75                         |
| día 6           | 15                       | 1                              | 1.25                              | 15  | 18.75  | 33.75                      |
| día 7           | 15                       | 1.5                            | 1.5                               | 22.5  | 22.5   | 45                         |
| día 8           | 15                       | 1.5                            | 2                                 | 22.5  | 30   | 52.5                       |
| día 9           | 15                       | 1                              | 2                                 | 15  | 30   | 45                         |
| día 10          | 15                       | 3                              | 2.5                               | 45  | 37.5   | 82.5                       |
| día 11          | 15                       | 1                              | 1.25                              | 15  | 18.75  | 33.75                      |
| día 12          | 15                       | 2                              | 2                                 | 30  | 30   | 60                         |
| día 13          | 15                       | 4                              | 5                                 | 60  | 75   | 135                        |
| día 14          | 15                       | 2                              | 3                                 | 30  | 45   | 75                         |
| día 15          | 15                       | 1                              | 1.5                               | 15  | 22.5   | 37.5                       |
| día 16          | 15                       | 1.5                            | 1.25                              | 22.5  | 18.75  | 41.25                      |
| día 17          | 15                       | 3                              | 2                                 | 45  | 30   | 75                         |
| día 18          | 15                       | 4                              | 5                                 | 60  | 75   | 135                        |
| día 19          | 15                       | 1.5                            | 1.5                               | 22.5  | 22.5   | 45                         |
| día 20          | 15                       | 3                              | 2                                 | 45  | 30   | 75                         |
| día 21          | 15                       | 1                              | 2                                 | 15  | 30   | 45                         |
| día 22          | 15                       | 1                              | 1.25                              | 15  | 18.75  | 33.75                      |
|                 |                          | 40.75                          | 47                                | 611.25  | 705  | 1316.25                    |

Los costos de tiempos perdidos antes de aplicar el plan de mantenimiento en la empresa, se debieron a los Costos por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones y a los Costos por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones, ante ello, se muestra en la siguiente tabla y figuras, el incremento de costos de tiempos perdidos. Fuente: Elaboración propia

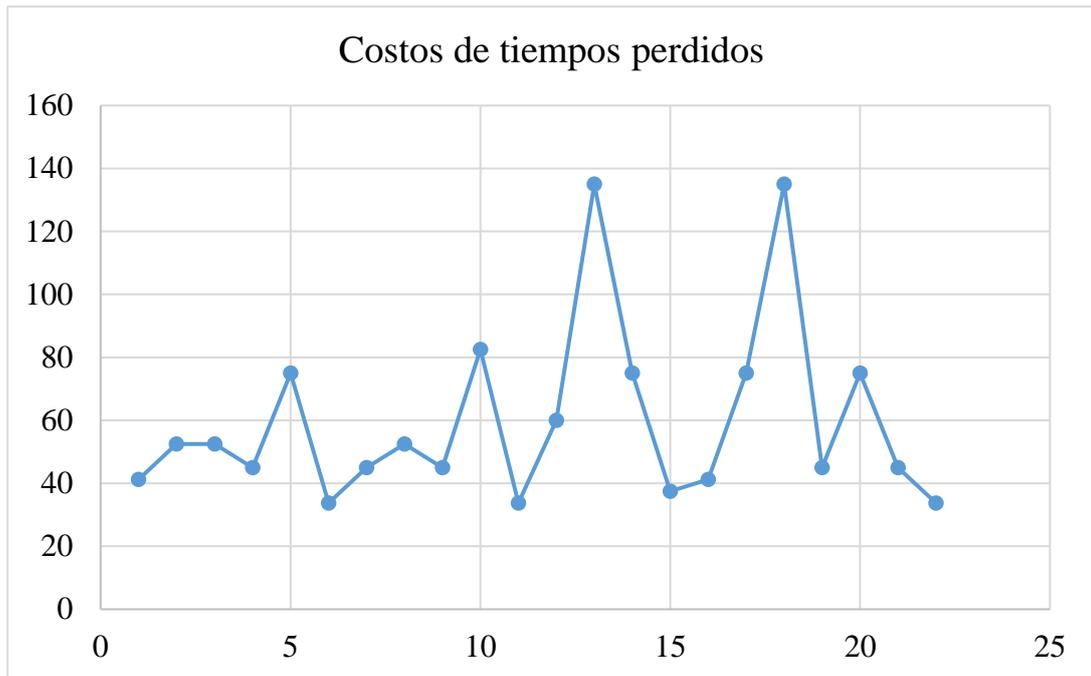


Figura 23. Costos de tiempos perdidos a través de los días antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

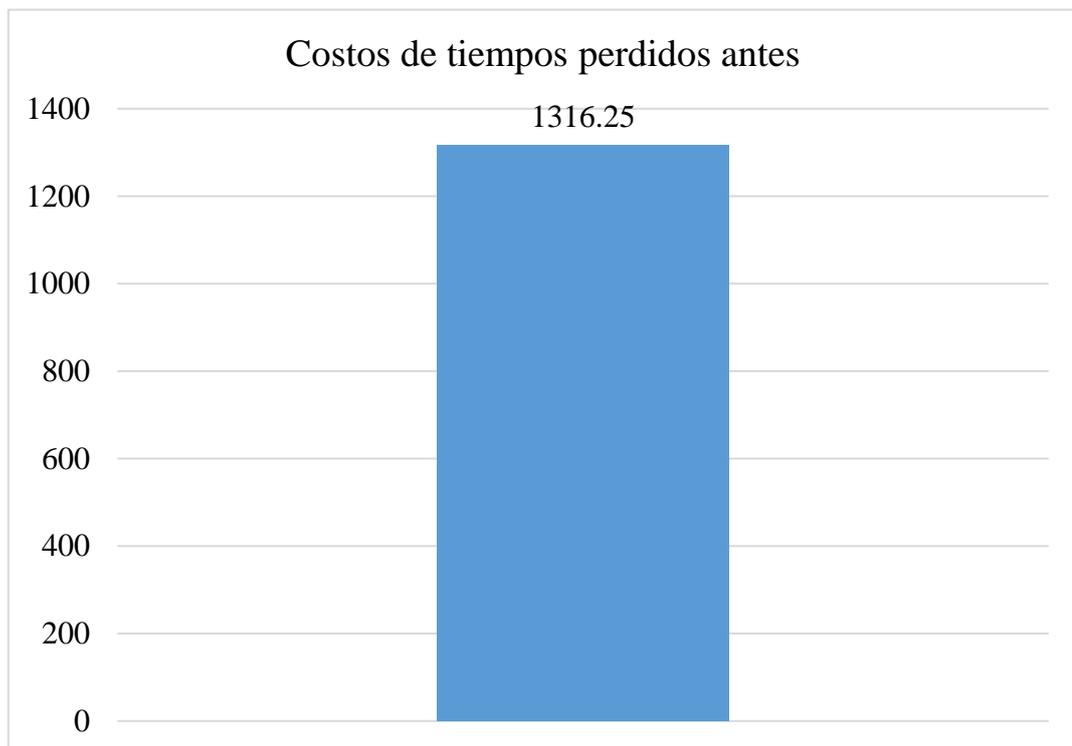


Figura 24. Costos de tiempos perdidos antes de aplicar el plan de mantenimiento. Se observa en la tabla y figuras que los Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del plan de mantenimiento asciende a un monto de S/. 1316.25. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.8. Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV antes de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 8

*Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV antes de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Costos Directos | Costos indirectos | Gastos generales | Costos de tiempos perdidos | Costos de mantenimiento |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| día 1           | 4200            | 0.427             | 33               | 41.25                      | 4274.677                |
| día 2           | 5864            | 0.615             | 43.5             | 52.5                       | 5960.615                |
| día 3           | 2280            | 0.838             | 54               | 52.5                       | 2387.338                |
| día 4           | 3780            | 0.615             | 73.5             | 45                         | 3899.115                |
| día 5           | 1830            | 0.517             | 48               | 75                         | 1953.517                |
| día 6           | 2940            | 0.274             | 32.5             | 33.75                      | 3006.524                |
| día 7           | 2200            | 0.517             | 47               | 45                         | 2292.517                |
| día 8           | 1020            | 0.154             | 61               | 52.5                       | 1133.654                |
| día 9           | 3180            | 0.427             | 49.5             | 45                         | 3274.927                |
| día 10          | 5045            | 0.346             | 48               | 82.5                       | 5175.846                |
| día 11          | 3285            | 0.346             | 42.5             | 33.75                      | 3361.596                |
| día 12          | 4542            | 0.838             | 101              | 60                         | 4703.838                |
| día 13          | 1712            | 0.615             | 33               | 135                        | 1880.615                |
| día 14          | 1440            | 0.274             | 42               | 75                         | 1557.274                |
| día 15          | 1744            | 0.274             | 32               | 37.5                       | 1813.774                |
| día 16          | 4742            | 0.427             | 29               | 41.25                      | 4812.677                |
| día 17          | 3585            | 0.615             | 33               | 75                         | 3693.615                |
| día 18          | 2672            | 0.838             | 28.5             | 135                        | 2836.338                |
| día 19          | 4010            | 0.838             | 29.5             | 45                         | 4085.338                |
| día 20          | 2074            | 0.346             | 27.5             | 75                         | 2176.846                |
| día 21          | 2264            | 0.209             | 33.5             | 45                         | 2342.709                |
| día 22          | 2090            | 0.838             | 29               | 33.75                      | 2153.588                |
|                 | 66499           | 11.188            | 950.5            | 1316.25                    | 68776.938               |

En esta tabla, se establecen los valores de los Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV antes de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

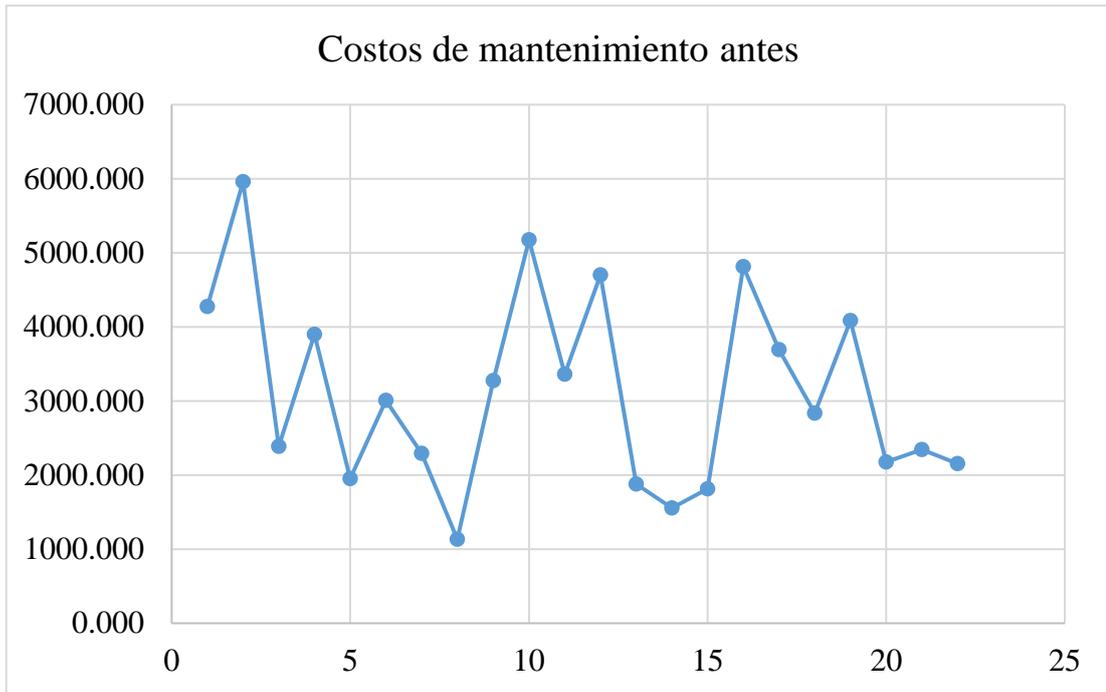


Figura 25. Costos de mantenimiento antes de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

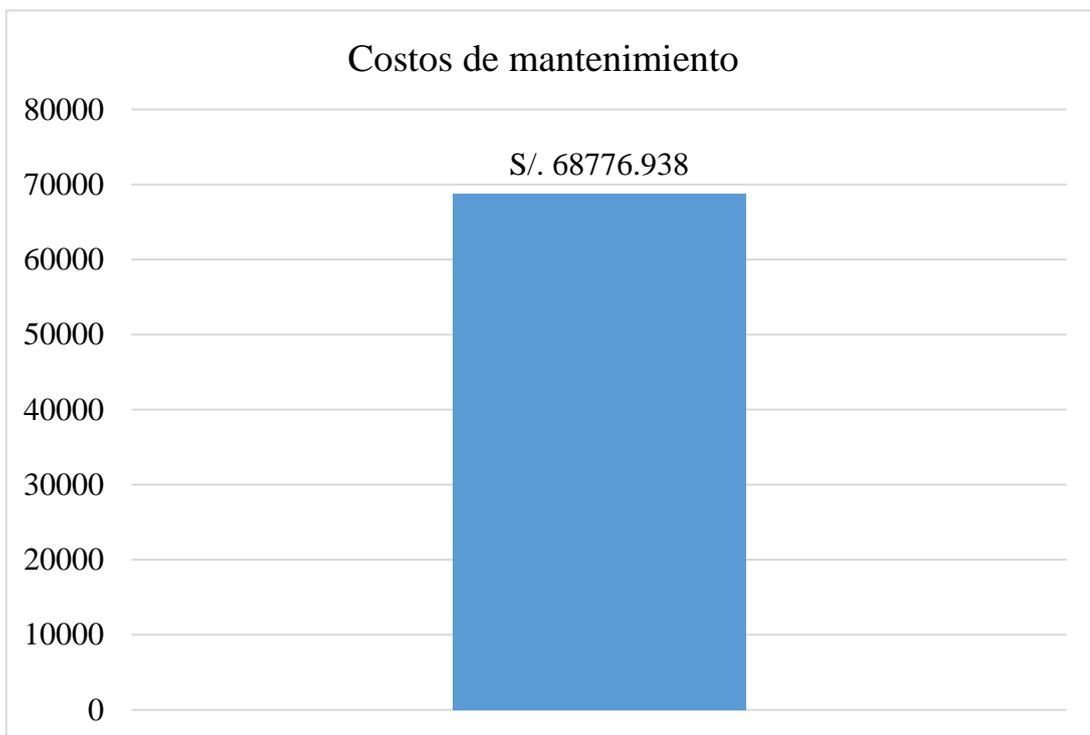


Figura 26. Costos de mantenimiento antes de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Costos de mantenimiento antes de la aplicación del plan de mantenimiento fueron de S/. 68776.938. Fuente: Elaboración propia.

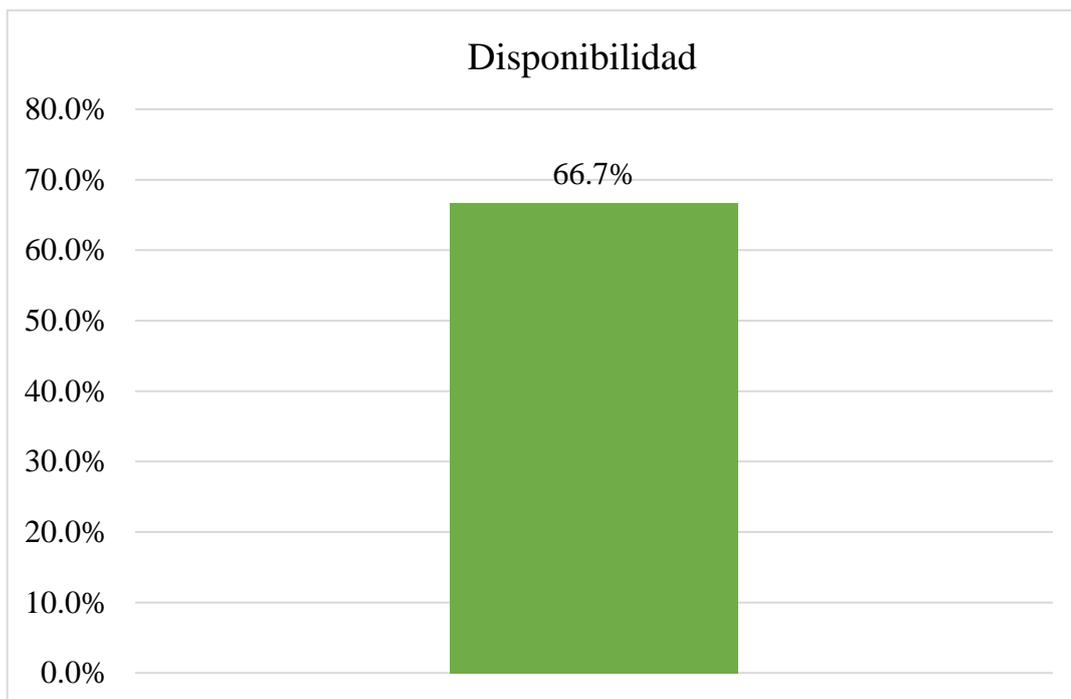
### 3.2.9. Disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 9

*Disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Tiempo Prod Progr | Tiemp Medio Rep | Disponibilidad |
|-----------------|-------------------|-----------------|----------------|
| día 1           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 2           | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 3           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 4           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 5           | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 6           | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 7           | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 8           | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 9           | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 10          | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 11          | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 12          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 13          | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 14          | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 15          | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 16          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 17          | 3                 | 6               | 100.0          |
| día 18          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 19          | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 20          | 3                 | 4               | 33.3           |
| día 21          | 3                 | 5               | 66.7           |
| día 22          | 3                 | 4               | 33.3           |
|                 | 66                | 110             | 66.7           |

En esta tabla se consideran los valores de la Disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 27.* Porcentaje de la disponibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y la figura que la disponibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 66.7%. Fuente: Elaboración propia.

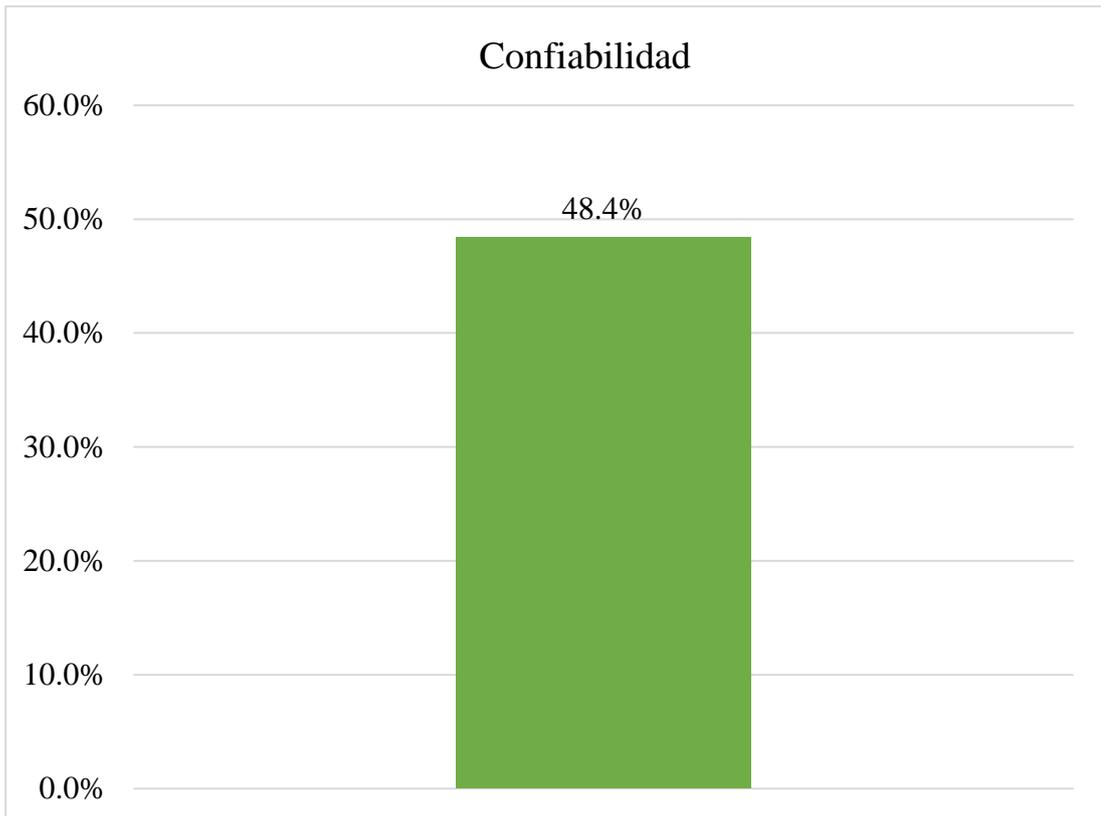
### 3.2.10. Confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 10

*Confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Tiempo Prod Entre Fallas | Tiemp Promedio Rep | Confiabilidad |
|-----------------|--------------------------|--------------------|---------------|
| día 1           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 2           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 3           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 4           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 5           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 6           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 7           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 8           | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 9           | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 10          | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 11          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 12          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 13          | 3                        | 4                  | 42.9          |
| día 14          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 15          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 16          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 17          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 18          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 19          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 20          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 21          | 4                        | 4                  | 50.0          |
| día 22          | 4                        | 4                  | 50.0          |
|                 | 83                       | 88                 | 48.4          |

En esta tabla se establecen los valores de la Confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 28.* Porcentaje de la confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figura que la confiabilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento fue de 48,4%. Fuente: Elaboración propia.

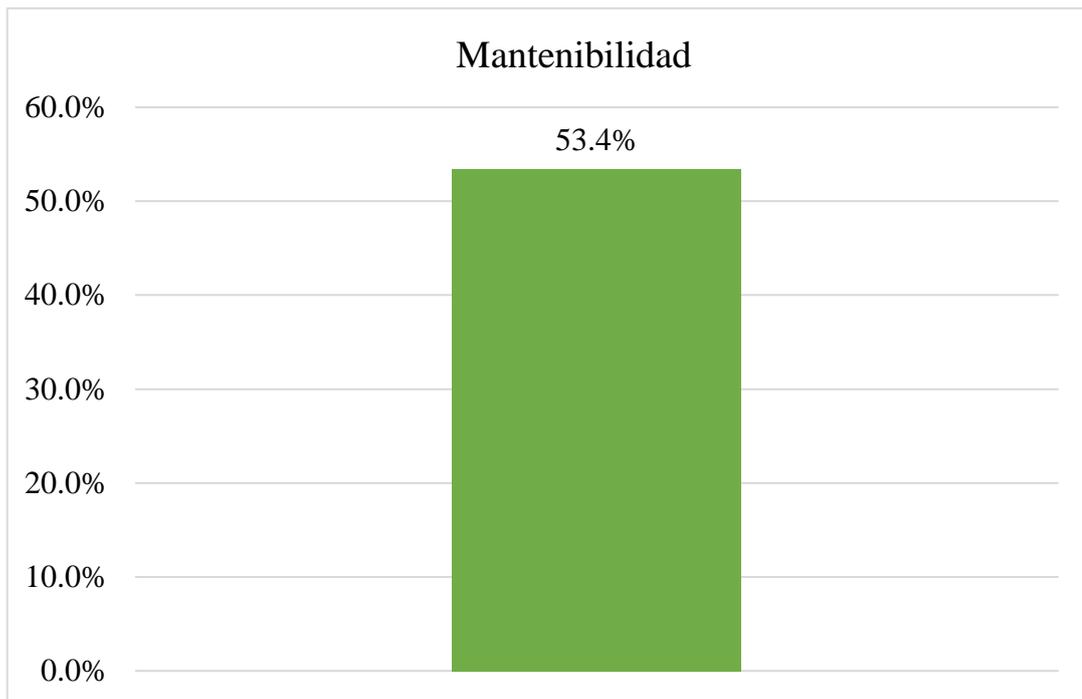
### 3.2.11. Mantenibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 11

*Mantenibilidad después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Tiempo Rep Ejecutada | Tiemp Muerto Por Falla | Mantenibilidad |
|-----------------|----------------------|------------------------|----------------|
| día 1           | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 2           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 3           | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 4           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 5           | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 6           | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 7           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 8           | 4                    | 1                      | 25.0           |
| día 9           | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 10          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 11          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 12          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 13          | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 14          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 15          | 4                    | 3                      | 75.0           |
| día 16          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 17          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 18          | 4                    | 1                      | 25.0           |
| día 19          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 20          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 21          | 4                    | 2                      | 50.0           |
| día 22          | 4                    | 1                      | 25.0           |
|                 | 88                   | 47                     | 53.4           |

En esta tabla se establecen los valores de la Mantenibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 29.* Porcentaje de la mantenibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figura que la mantenibilidad después de aplicar el plan de mantenimiento fue de 53.4%. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.12. Costos directos después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 12

*Costos directos después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Horas trabajadas | Costo x Horas de trabajo | Cantidad de personal mt | Cantidad Materiales o repuestos | Costo por material utilizado | Costo mano de obra | Costos de materiales y repuestos | Costos Directos |
|-----------------|------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|
| día 1           | 8                | 15                       | 12                      | 4                               | 64                           | 1440               | 256                              | 1696            |
| día 2           | 8                | 15                       | 13                      | 5                               | 82                           | 1560               | 410                              | 1970            |
| día 3           | 8                | 15                       | 14                      | 3                               | 47                           | 1680               | 141                              | 1821            |
| día 4           | 8                | 15                       | 12                      | 4                               | 60                           | 1440               | 240                              | 1680            |
| día 5           | 8                | 15                       | 13                      | 3                               | 52                           | 1560               | 156                              | 1716            |
| día 6           | 8                | 15                       | 11                      | 4                               | 58                           | 1320               | 232                              | 1552            |
| día 7           | 8                | 15                       | 11                      | 2                               | 35                           | 1320               | 70                               | 1390            |
| día 8           | 8                | 15                       | 12                      | 2                               | 41                           | 1440               | 82                               | 1522            |
| día 9           | 8                | 15                       | 10                      | 5                               | 73                           | 1200               | 365                              | 1565            |
| día 10          | 8                | 15                       | 13                      | 6                               | 102                          | 1560               | 612                              | 2172            |
| día 11          | 8                | 15                       | 12                      | 4                               | 76                           | 1440               | 304                              | 1744            |
| día 12          | 8                | 15                       | 14                      | 4                               | 68                           | 1680               | 272                              | 1952            |
| día 13          | 8                | 15                       | 12                      | 2                               | 40                           | 1440               | 80                               | 1520            |
| día 14          | 8                | 15                       | 12                      | 3                               | 53                           | 1440               | 159                              | 1599            |
| día 15          | 8                | 15                       | 13                      | 3                               | 48                           | 1560               | 144                              | 1704            |
| día 16          | 8                | 15                       | 14                      | 5                               | 80                           | 1680               | 400                              | 2080            |
| día 17          | 8                | 15                       | 12                      | 3                               | 52                           | 1440               | 156                              | 1596            |
| día 18          | 8                | 15                       | 14                      | 2                               | 39                           | 1680               | 78                               | 1758            |
| día 19          | 8                | 15                       | 14                      | 4                               | 54                           | 1680               | 216                              | 1896            |
| día 20          | 8                | 15                       | 12                      | 3                               | 45                           | 1440               | 135                              | 1575            |
| día 21          | 8                | 15                       | 13                      | 3                               | 48                           | 1560               | 144                              | 1704            |
| día 22          | 8                | 15                       | 14                      | 2                               | 32                           | 1680               | 64                               | 1744            |
|                 | 176              |                          | 277                     |                                 |                              | 33240              | 4716                             | 37956           |

Las labores diarias en la empresa se realizaron 8 horas diarias programadas de lunes a viernes, y, debido a que se pudo controlar las fallas o paradas en los equipos de conversión de vehículos a GNV, se utilizan menos tiempo de lo programado en realizar el mantenimiento, disminuyendo los costos de mantenimiento. A continuación, se muestra en la tabla la reducción de los costos directos. Fuente: Elaboración propia.

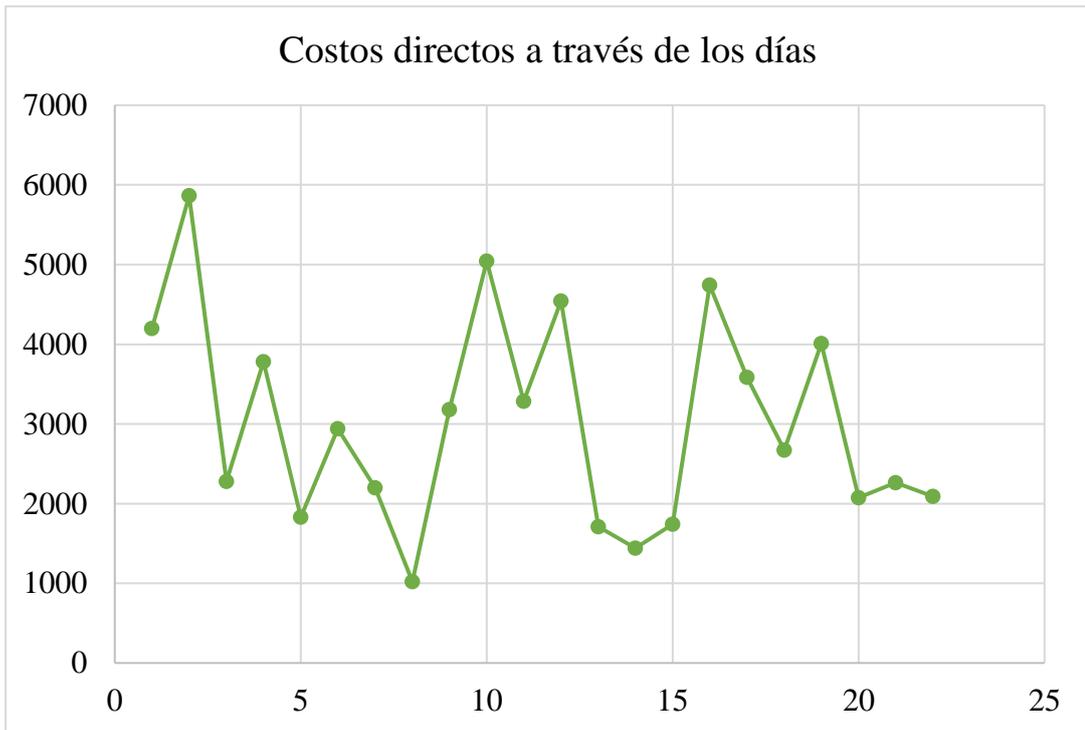


Figura 30. Costos directos a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

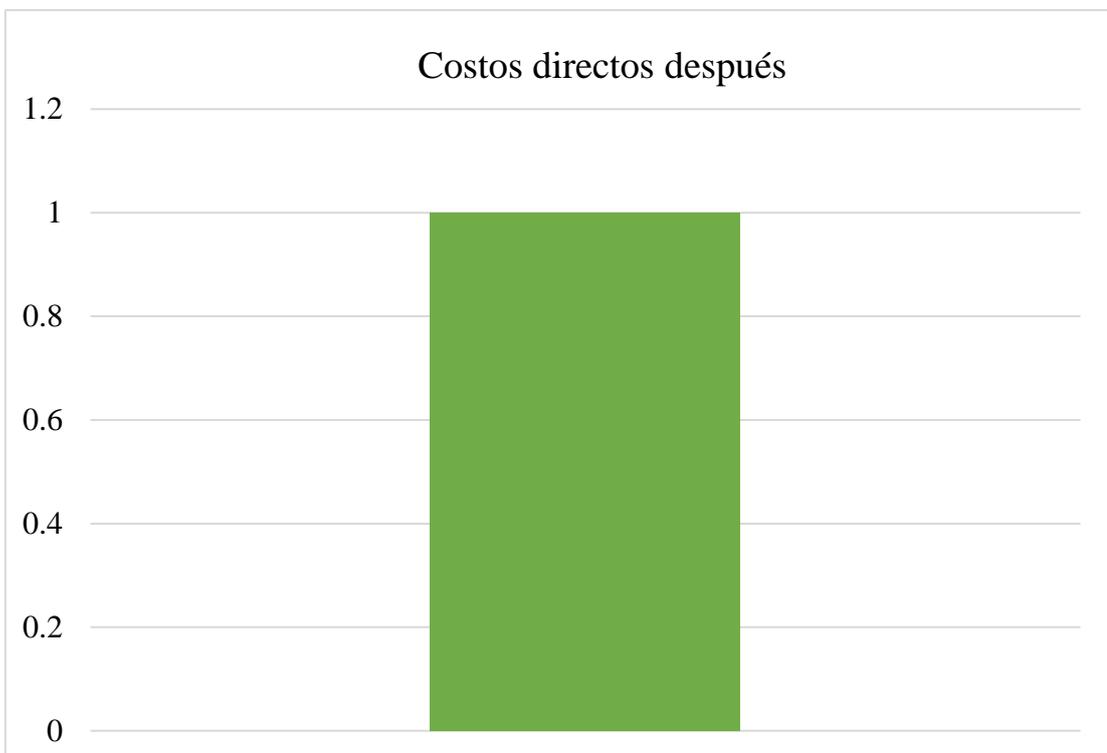


Figura 31. Costos directos después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Costos directos después de aplicar el plan de mantenimiento se redujo a S/. 37956. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.13. Costos indirectos después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 13

*Costos indirectos después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | % Costo mano de obra | Cantidad de personal mt | Costos indirectos |
|-----------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| día 1           | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 2           | 0.047                | 13                      | 0.610             |
| día 3           | 0.051                | 14                      | 0.708             |
| día 4           | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 5           | 0.047                | 13                      | 0.610             |
| día 6           | 0.040                | 11                      | 0.437             |
| día 7           | 0.040                | 11                      | 0.437             |
| día 8           | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 9           | 0.036                | 10                      | 0.361             |
| día 10          | 0.047                | 13                      | 0.610             |
| día 11          | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 12          | 0.051                | 14                      | 0.708             |
| día 13          | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 14          | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 15          | 0.047                | 13                      | 0.610             |
| día 16          | 0.051                | 14                      | 0.708             |
| día 17          | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 18          | 0.051                | 14                      | 0.708             |
| día 19          | 0.051                | 14                      | 0.708             |
| día 20          | 0.043                | 12                      | 0.520             |
| día 21          | 0.047                | 13                      | 0.610             |
| día 22          | 0.051                | 14                      | 0.708             |
|                 | 1.000                | 277                     | 12.690            |

Fuente: Elaboración propia. Los costos indirectos después de aplicar el plan de mantenimiento en la empresa se debieron a los costos de bonificación diario.

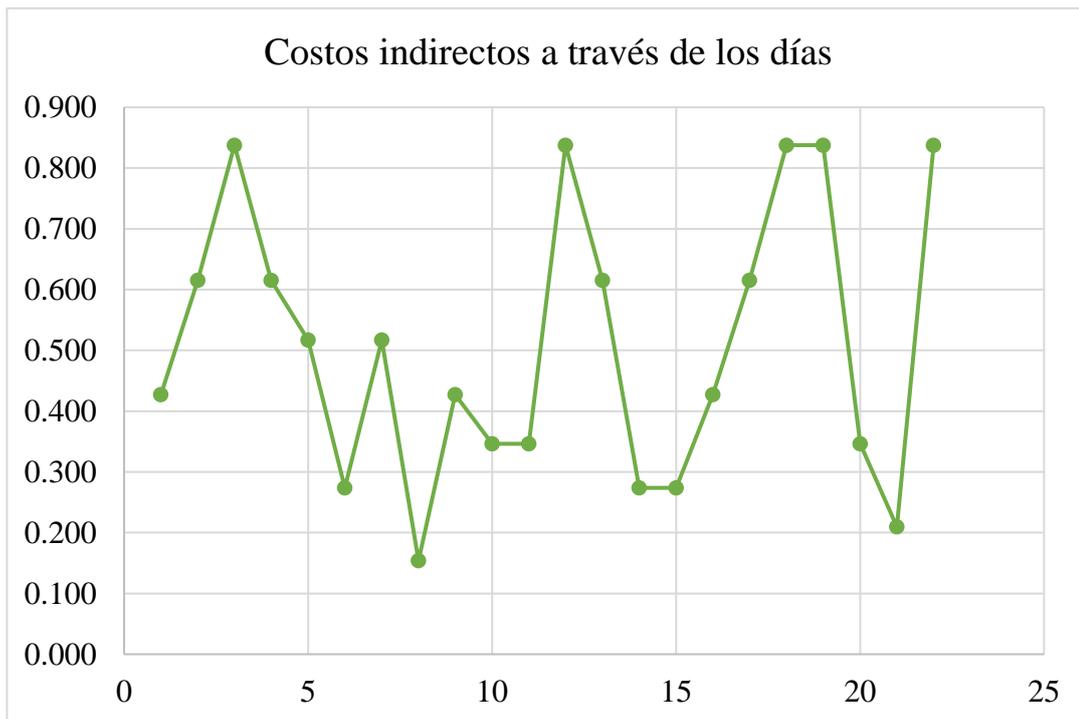


Figura 32. Costos indirectos a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

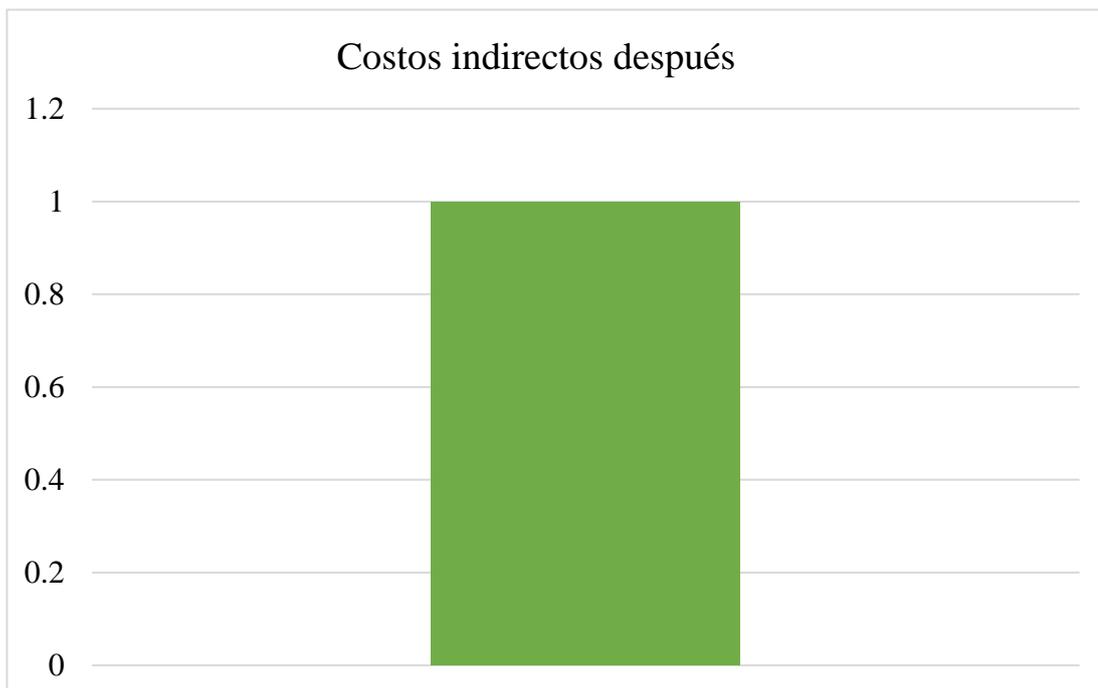


Figura 33. Costos indirectos después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Costos indirectos después de aplicar el plan de mantenimiento varío a S/. 12.69. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.14. Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 14

*Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Potencia eléctrica en kw diaria | Gastos de energía eléctrica en soles | Gastos Administrativos | Gastos de limpieza | Gastos generales |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------|
| día 1           | 19.00                           | 9.50                                 | 10                     | 15                 | 34.5             |
| día 2           | 20.00                           | 10.00                                | 20                     | 15                 | 45               |
| día 3           | 21.00                           | 10.50                                | 30                     | 15                 | 55.5             |
| día 4           | 20.00                           | 10.00                                | 50                     | 15                 | 75               |
| día 5           | 19.00                           | 9.50                                 | 25                     | 15                 | 49.5             |
| día 6           | 18.00                           | 9.00                                 | 10                     | 15                 | 34               |
| día 7           | 17.00                           | 8.50                                 | 25                     | 15                 | 48.5             |
| día 8           | 15.00                           | 7.50                                 | 40                     | 15                 | 62.5             |
| día 9           | 12.00                           | 6.00                                 | 30                     | 15                 | 51               |
| día 10          | 19.00                           | 9.50                                 | 25                     | 15                 | 49.5             |
| día 11          | 18.00                           | 9.00                                 | 20                     | 15                 | 44               |
| día 12          | 17.00                           | 8.50                                 | 79                     | 15                 | 102.5            |
| día 13          | 19.00                           | 9.50                                 | 10                     | 15                 | 34.5             |
| día 14          | 17.00                           | 8.50                                 | 20                     | 15                 | 43.5             |
| día 15          | 17.00                           | 8.50                                 | 10                     | 15                 | 33.5             |
| día 16          | 21.00                           | 10.50                                | 5                      | 15                 | 30.5             |
| día 17          | 19.00                           | 9.50                                 | 10                     | 15                 | 34.5             |
| día 18          | 20.00                           | 10.00                                | 5                      | 15                 | 30               |
| día 19          | 22.00                           | 11.00                                | 5                      | 15                 | 31               |
| día 20          | 18.00                           | 9.00                                 | 5                      | 15                 | 29               |
| día 21          | 20.00                           | 10.00                                | 10                     | 15                 | 35               |
| día 22          | 21.00                           | 10.50                                | 5                      | 15                 | 30.5             |
|                 | 409.00                          | 204.50                               | 449.00                 | 330                | 983.5            |

Fuente: Elaboración propia. Los gastos generales se hallaron mediante los Gastos de energía eléctrica en soles, Gastos administrativos y Gastos de limpieza, elevando los gastos generales. A continuación, se muestra una tabla donde se observa la reducción de los gastos generales.

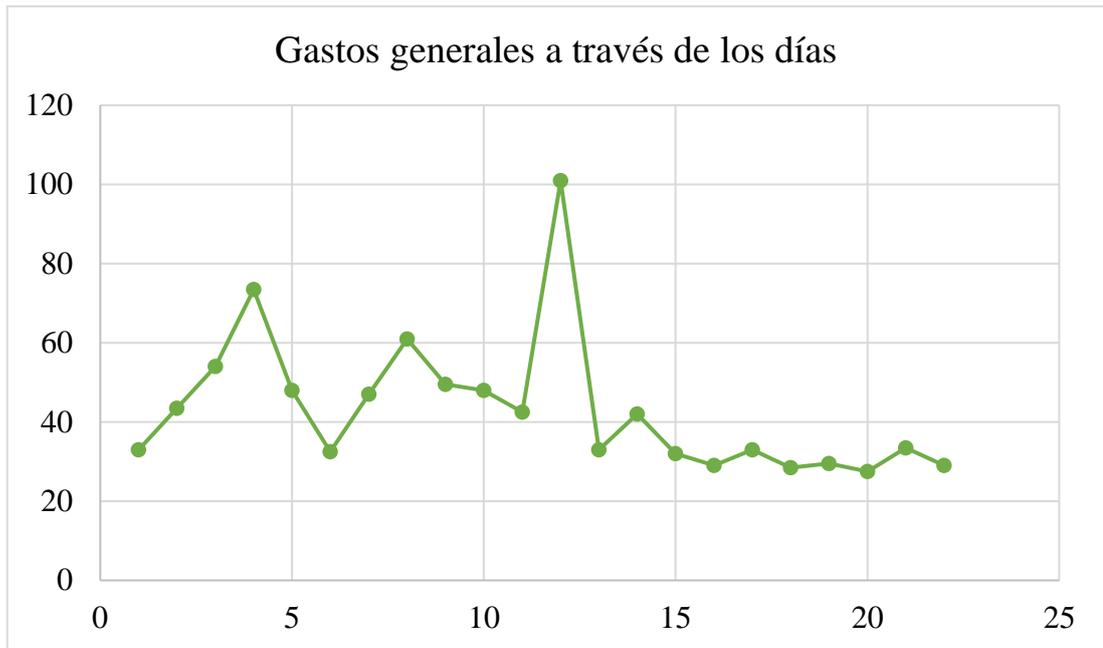


Figura 34. Costos generales a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

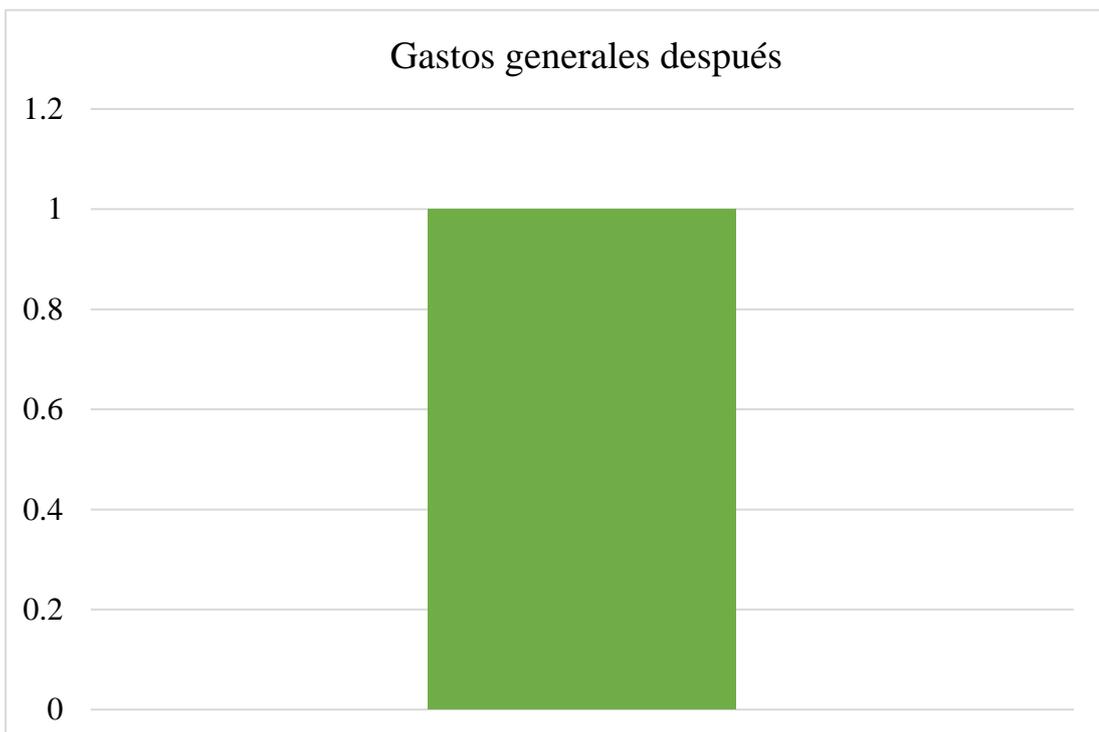


Figura 35. Gastos generales después de aplicar el plan de mantenimiento. Como se puede observar en la tabla y figuras que los Gastos generales después de la aplicación del plan de mantenimiento se redujo a S/.983.5. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.15. Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de mantenimiento

Tabla 15

*Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Costo x Horas de trabajo | Tiempo dedicado a reparaciones | Tiempo de parada por reparaciones | Costos por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones | Costos por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones | Costos de tiempos perdidos |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------|
| día 1           | 15                       | 1.5                            | 2                                 | 22.5  | 30   | 52.5                       |
| día 2           | 15                       | 3                              | 1                                 | 45  | 15   | 60                         |
| día 3           | 15                       | 2                              | 2                                 | 30  | 30   | 60                         |
| día 4           | 15                       | 1                              | 2                                 | 15  | 30   | 45                         |
| día 5           | 15                       | 1                              | 1                                 | 15  | 15   | 30                         |
| día 6           | 15                       | 3                              | 3                                 | 45  | 45   | 90                         |
| día 7           | 15                       | 2                              | 1                                 | 30  | 15   | 45                         |
| día 8           | 15                       | 2                              | 2                                 | 30  | 30   | 60                         |
| día 9           | 15                       | 1                              | 0                                 | 15  | 0  | 15                         |
| día 10          | 15                       | 1                              | 1.5                               | 15  | 22.5   | 37.5                       |
| día 11          | 15                       | 1.5                            | 1.5                               | 22.5  | 22.5   | 45                         |
| día 12          | 15                       | 3                              | 2                                 | 45  | 30   | 75                         |
| día 13          | 15                       | 3                              | 3                                 | 45  | 45   | 90                         |
| día 14          | 15                       | 1                              | 1                                 | 15  | 15   | 30                         |
| día 15          | 15                       | 1                              | 1                                 | 15  | 15   | 30                         |
| día 16          | 15                       | 1                              | 1.5                               | 15  | 22.5   | 37.5                       |
| día 17          | 15                       | 2                              | 2                                 | 30  | 30   | 60                         |
| día 18          | 15                       | 3                              | 3                                 | 45  | 45   | 90                         |
| día 19          | 15                       | 2                              | 1                                 | 30  | 15   | 45                         |
| día 20          | 15                       | 1                              | 0                                 | 15  | 0  | 15                         |
| día 21          | 15                       | 1                              | 0                                 | 15  | 0  | 15                         |
| día 22          | 15                       | 0.5                            | 1.5                               | 7.5   | 22.5   | 30                         |
|                 |                          | 37.5                           | 33                                | 562.5   | 495  | 1057.50                    |

Fuente: Elaboración propia. Los costos de tiempos perdidos después de la aplicación en la empresa, se debieron a los Costos por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones y a los Costos por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones, ante ello, se muestra en la siguiente tabla y figuras, la reducción de costos de tiempos perdidos.



Figura 36. Costos de tiempos perdidos a través de los días después de aplicar el plan de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

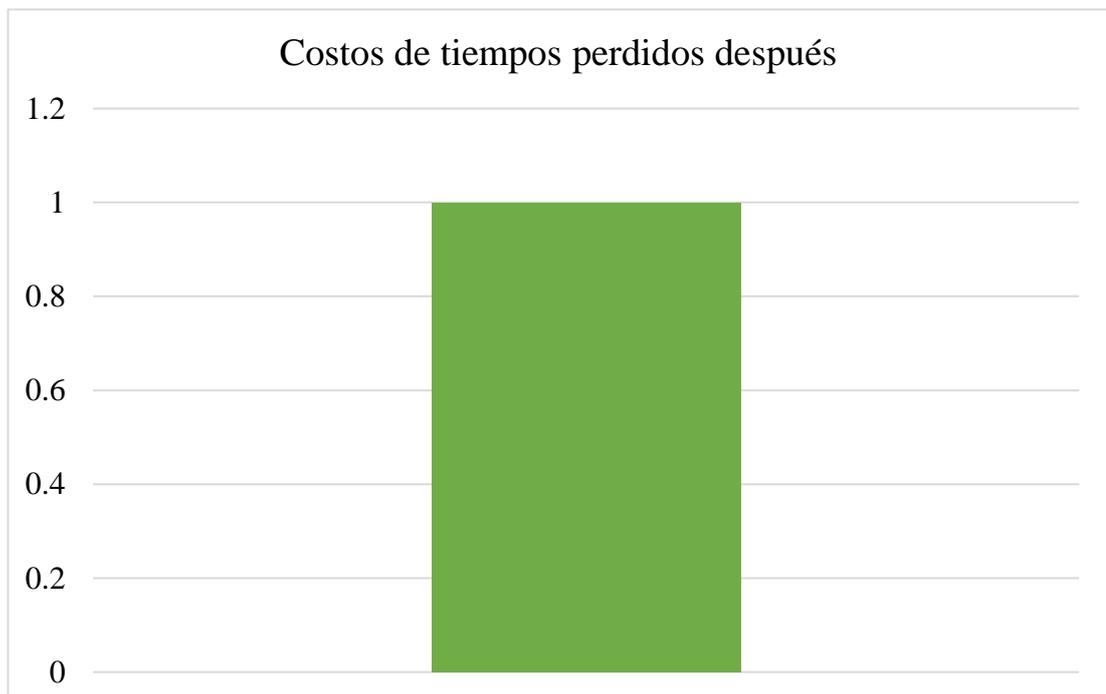


Figura 37. Costos de tiempos perdidos después de aplicar el plan de mantenimiento. Observándose en la tabla y figuras que los Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del plan de mantenimiento se redujo a S/. 1057.5. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

*Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV después de la aplicación del plan de mantenimiento*

| Días de trabajo | Costos Directos | Costos indirectos | Gastos generales | Costos de tiempos perdidos | Costos de mantenimiento |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| día 1           | 1696            | 0.520             | 34.5             | 52.5                       | 1783.520                |
| día 2           | 1970            | 0.610             | 45               | 60                         | 2075.610                |
| día 3           | 1821            | 0.708             | 55.5             | 60                         | 1937.208                |
| día 4           | 1680            | 0.520             | 75               | 45                         | 1800.520                |
| día 5           | 1716            | 0.610             | 49.5             | 30                         | 1796.110                |
| día 6           | 1552            | 0.437             | 34               | 90                         | 1676.437                |
| día 7           | 1390            | 0.437             | 48.5             | 45                         | 1483.937                |
| día 8           | 1522            | 0.520             | 62.5             | 60                         | 1645.020                |
| día 9           | 1565            | 0.361             | 51               | 15                         | 1631.361                |
| día 10          | 2172            | 0.610             | 49.5             | 37.5                       | 2259.610                |
| día 11          | 1744            | 0.520             | 44               | 45                         | 1833.520                |
| día 12          | 1952            | 0.708             | 102.5            | 75                         | 2130.208                |
| día 13          | 1520            | 0.520             | 34.5             | 90                         | 1645.020                |
| día 14          | 1599            | 0.520             | 43.5             | 30                         | 1673.020                |
| día 15          | 1704            | 0.610             | 33.5             | 30                         | 1768.110                |
| día 16          | 2080            | 0.708             | 30.5             | 37.5                       | 2148.708                |
| día 17          | 1596            | 0.520             | 34.5             | 60                         | 1691.020                |
| día 18          | 1758            | 0.708             | 30               | 90                         | 1878.708                |
| día 19          | 1896            | 0.708             | 31               | 45                         | 1972.708                |
| día 20          | 1575            | 0.520             | 29               | 15                         | 1619.520                |
| día 21          | 1704            | 0.610             | 35               | 15                         | 1754.610                |
| día 22          | 1744            | 0.708             | 30.5             | 30                         | 1805.208                |
|                 | 37956           | 12.690            | 983.5            | 1057.50                    | 40009.690               |

Fuente: Elaboración propia. En esta tabla se establecen los valores de Costos de mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV después de la aplicación del plan de mantenimiento

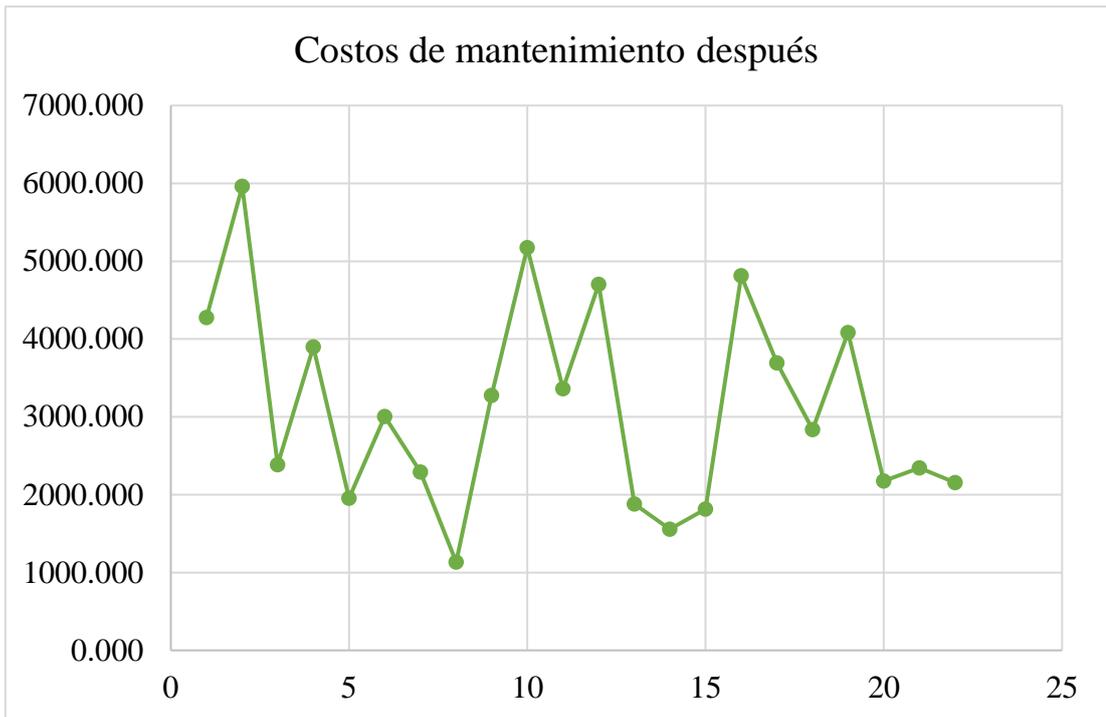


Figura 38. Costos de mantenimiento después de aplicar el plan de mantenimiento tomado en días. Fuente: Elaboración propia

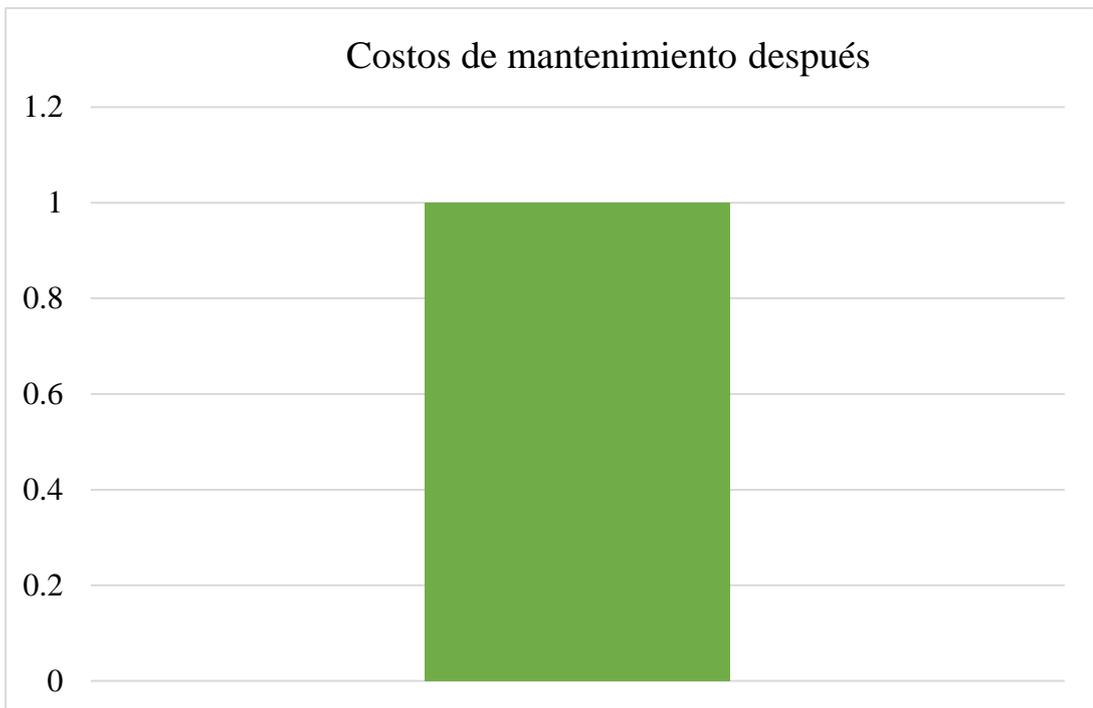


Figura 39. Costos de mantenimiento después de aplicar el plan de mantenimiento. Observándose en la tabla y figuras que los Costos de mantenimiento después de la aplicación del plan de mantenimiento se redujo a S/. 40009.69. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.16. Costos y beneficios

Al respecto, el costo de las aplicaciones de mantenimiento preventivo, se demuestran en la capacitación dirigido a los técnicos y supervisores de mantenimiento, más los materiales usados en todo el proceso de desarrollo de la aplicación.

Tabla 17  
*Costo por capacitación*

| Ítem              | Personal     | Tiempo           | Costo               |
|-------------------|--------------|------------------|---------------------|
| 1                 | Capacitación | 6 horas x semana | S/. 6 000.00        |
| <b>Sub Total:</b> |              |                  | <b>S/. 6 000.00</b> |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18  
*Costo por materiales utilizados*

| Ítem              | Materiales            | Costo             |
|-------------------|-----------------------|-------------------|
| 1                 | Papeles e impresiones | S/. 350.00        |
| 2                 | Útiles de oficina     | S/. 150.00        |
| <b>Sub Total:</b> |                       | <b>S/. 500.00</b> |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19  
*Costo total de la aplicación del mantenimiento preventivo*

| Ítem              | Materiales   | Costo               |
|-------------------|--------------|---------------------|
| 1                 | Capacitación | S/. 6 000.00        |
| 2                 | Materiales   | S/. 500.00          |
| <b>Sub Total:</b> |              | <b>S/. 6 500.00</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Análisis descriptivo

Se puede observar en las siguientes tablas y figuras, la reducción en los 22 días antes y después de aplicar el mantenimiento preventivo según la norma ISO 14224.

#### 3.3.1 Variable dependiente: Costos de mantenimiento

Tabla 20

*Comparación de los Costos de mantenimiento antes y después*

| Días de trabajo | Costos de mantenimiento antes de la aplicación del mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 |                         |                        |                                  |                               | Costos de mantenimiento después de la aplicación del mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 |                         |                        |                                  |                               |
|-----------------|--|-------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
|                 | Costos Directos (S/.)  | Costos indirectos (S/.) | Costos generales (S/.) | Costos de tiempos perdidos (S/.) | Costos de mantenimiento (S/.) | Costos Directos (S/.)  | Costos indirectos (S/.) | Costos generales (S/.) | Costos de tiempos perdidos (S/.) | Costos de mantenimiento (S/.) |
| día 1           | 4200   | 0.427                   | 33                     | 41.25                            | 4274.677                      | 1696   | 0.520                   | 34.5                   | 52.5                             | 1783.520                      |
| día 2           | 5864   | 0.615                   | 43.5                   | 52.5                             | 5960.615                      | 1970   | 0.610                   | 45                     | 60                               | 2075.610                      |
| día 3           | 2280   | 0.838                   | 54                     | 52.5                             | 2387.338                      | 1821   | 0.708                   | 55.5                   | 60                               | 1937.208                      |
| día 4           | 3780   | 0.615                   | 73.5                   | 45                               | 3899.115                      | 1680   | 0.520                   | 75                     | 45                               | 1800.520                      |
| día 5           | 1830   | 0.517                   | 48                     | 75                               | 1953.517                      | 1716   | 0.610                   | 49.5                   | 30                               | 1796.110                      |
| día 6           | 2940   | 0.274                   | 32.5                   | 33.75                            | 3006.524                      | 1552   | 0.437                   | 34                     | 90                               | 1676.437                      |
| día 7           | 2200   | 0.517                   | 47                     | 45                               | 2292.517                      | 1390   | 0.437                   | 48.5                   | 45                               | 1483.937                      |
| día 8           | 1020   | 0.154                   | 61                     | 52.5                             | 1133.654                      | 1522   | 0.520                   | 62.5                   | 60                               | 1645.020                      |
| día 9           | 3180   | 0.427                   | 49.5                   | 45                               | 3274.927                      | 1565   | 0.361                   | 51                     | 15                               | 1631.361                      |

|        |       |        |       |         |           |       |        |       |         |           |
|--------|-------|--------|-------|---------|-----------|-------|--------|-------|---------|-----------|
| día 10 | 5045  | 0.346  | 48    | 82.5    | 5175.846  | 2172  | 0.610  | 49.5  | 37.5    | 2259.610  |
| día 11 | 3285  | 0.346  | 42.5  | 33.75   | 3361.596  | 1744  | 0.520  | 44    | 45      | 1833.520  |
| día 12 | 4542  | 0.838  | 101   | 60      | 4703.838  | 1952  | 0.708  | 102.5 | 75      | 2130.208  |
| día 13 | 1712  | 0.615  | 33    | 135     | 1880.615  | 1520  | 0.520  | 34.5  | 90      | 1645.020  |
| día 14 | 1440  | 0.274  | 42    | 75      | 1557.274  | 1599  | 0.520  | 43.5  | 30      | 1673.020  |
| día 15 | 1744  | 0.274  | 32    | 37.5    | 1813.774  | 1704  | 0.610  | 33.5  | 30      | 1768.110  |
| día 16 | 4742  | 0.427  | 29    | 41.25   | 4812.677  | 2080  | 0.708  | 30.5  | 37.5    | 2148.708  |
| día 17 | 3585  | 0.615  | 33    | 75      | 3693.615  | 1596  | 0.520  | 34.5  | 60      | 1691.020  |
| día 18 | 2672  | 0.838  | 28.5  | 135     | 2836.338  | 1758  | 0.708  | 30    | 90      | 1878.708  |
| día 19 | 4010  | 0.838  | 29.5  | 45      | 4085.338  | 1896  | 0.708  | 31    | 45      | 1972.708  |
| día 20 | 2074  | 0.346  | 27.5  | 75      | 2176.846  | 1575  | 0.520  | 29    | 15      | 1619.520  |
| día 21 | 2264  | 0.209  | 33.5  | 45      | 2342.709  | 1704  | 0.610  | 35    | 15      | 1754.610  |
| día 22 | 2090  | 0.838  | 29    | 33.75   | 2153.588  | 1744  | 0.708  | 30.5  | 30      | 1805.208  |
|        | 66499 | 11.188 | 950.5 | 1316.25 | 68776.938 | 37956 | 12.690 | 983.5 | 1057.50 | 40009.690 |

Fuente: Elaboración propia. En la tabla, se puede observar que la comparación de los costes de mantenimiento antes y después del uso es del 58,8% y el 92,3% respectivamente.

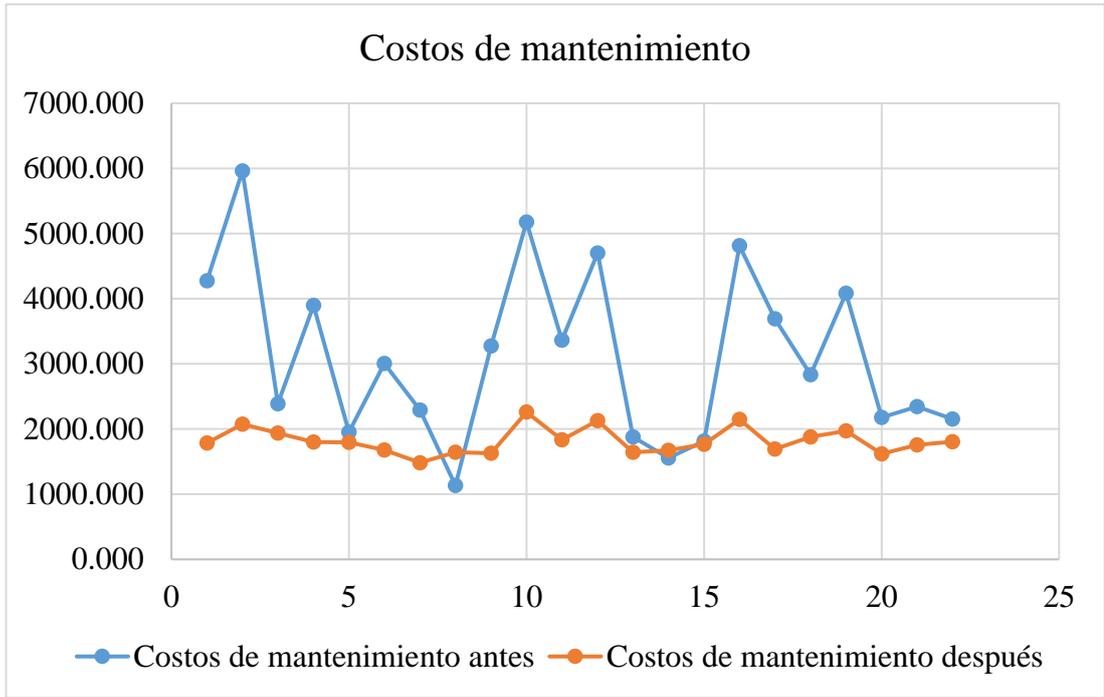


Figura 40. Curva de los costos de mantenimiento a través de los días. Comparación de los costos de mantenimiento antes y después de la aplicación del mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.

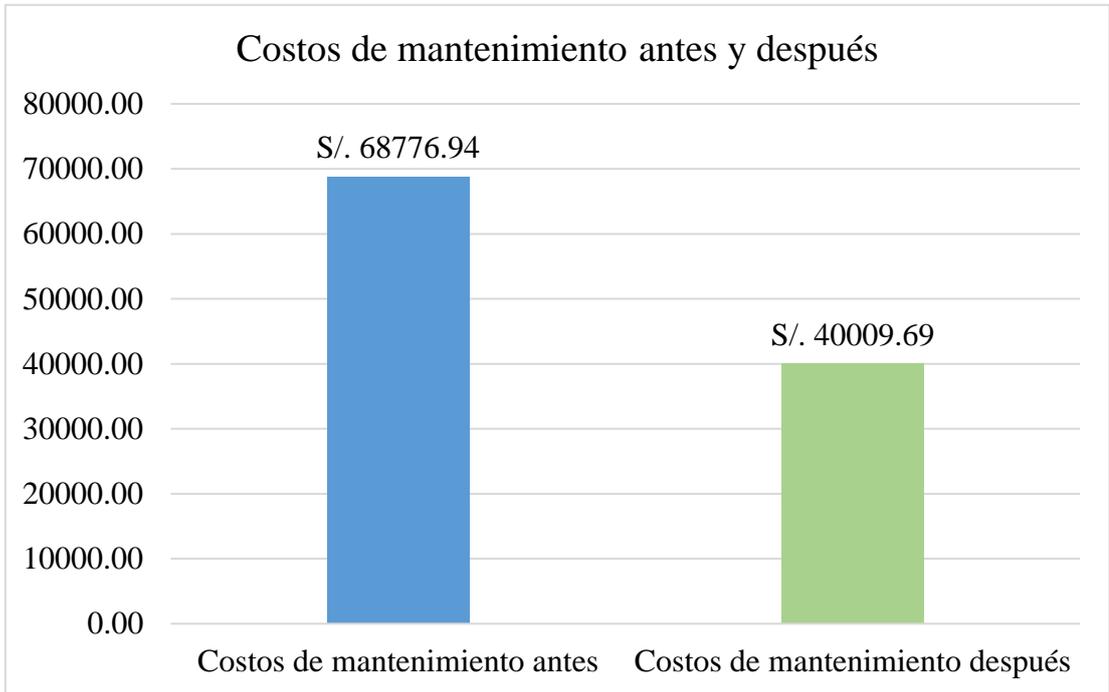


Figura 41. Reducción de los Costos de mantenimiento. Se observa que los Costos de mantenimiento tuvo una reducción de S/. 28 767.25 luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. Variable dependiente dimensión 1: Costos directos

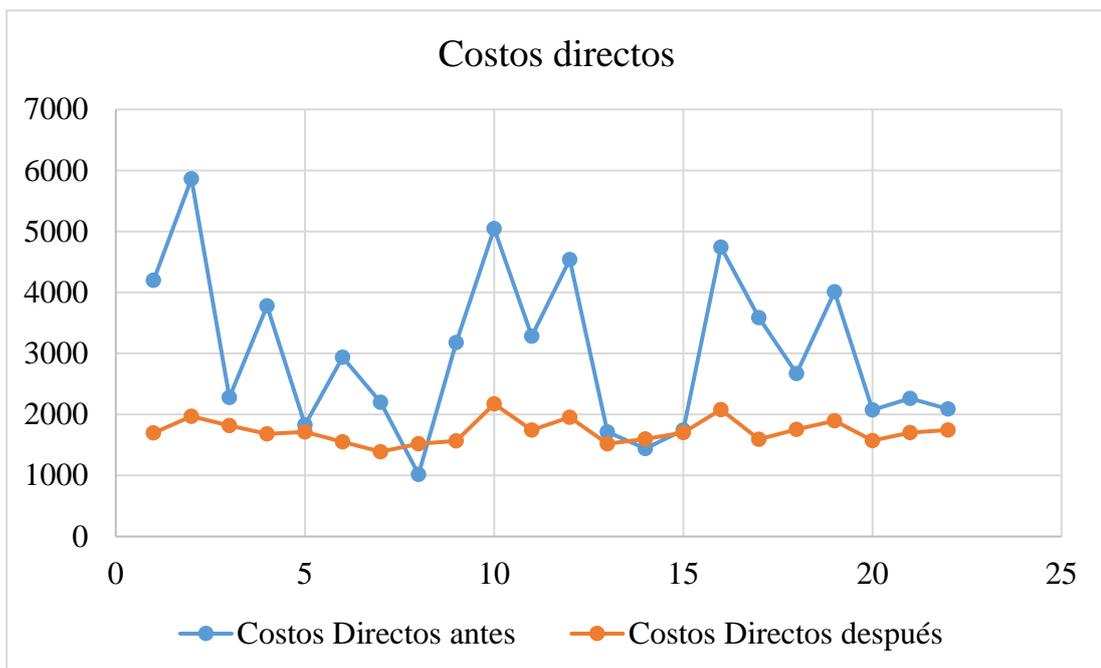


Figura 42. Comparación de Costos directos a través de los días. Fuente: Elaboración propia

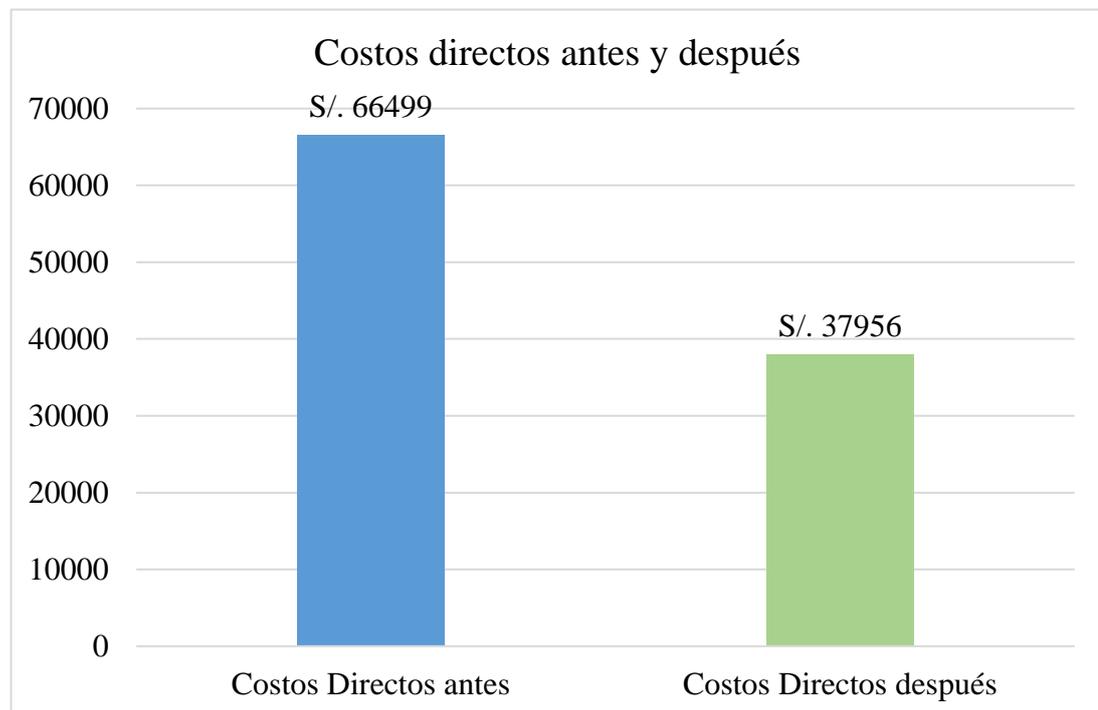


Figura 43. Reducción de los costos directos. Se observa en las figuras una reducción de los costos directos en S/. 28543, luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. Variable dependiente dimensión 2: Costos indirectos

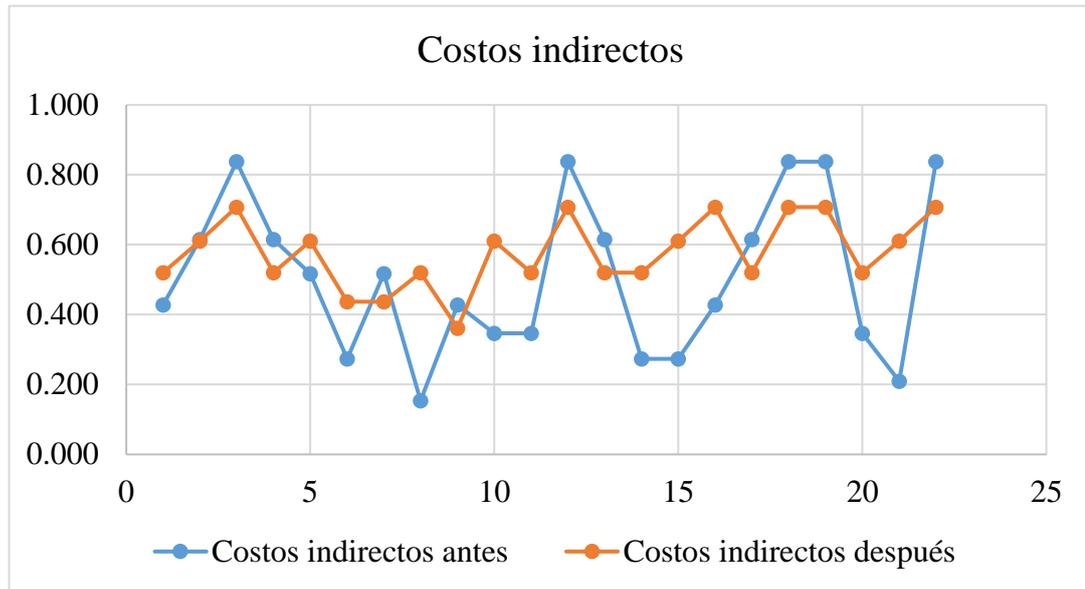


Figura 44. Comparación de los Costos indirectos a través de los días. Fuente: Elaboración propia.

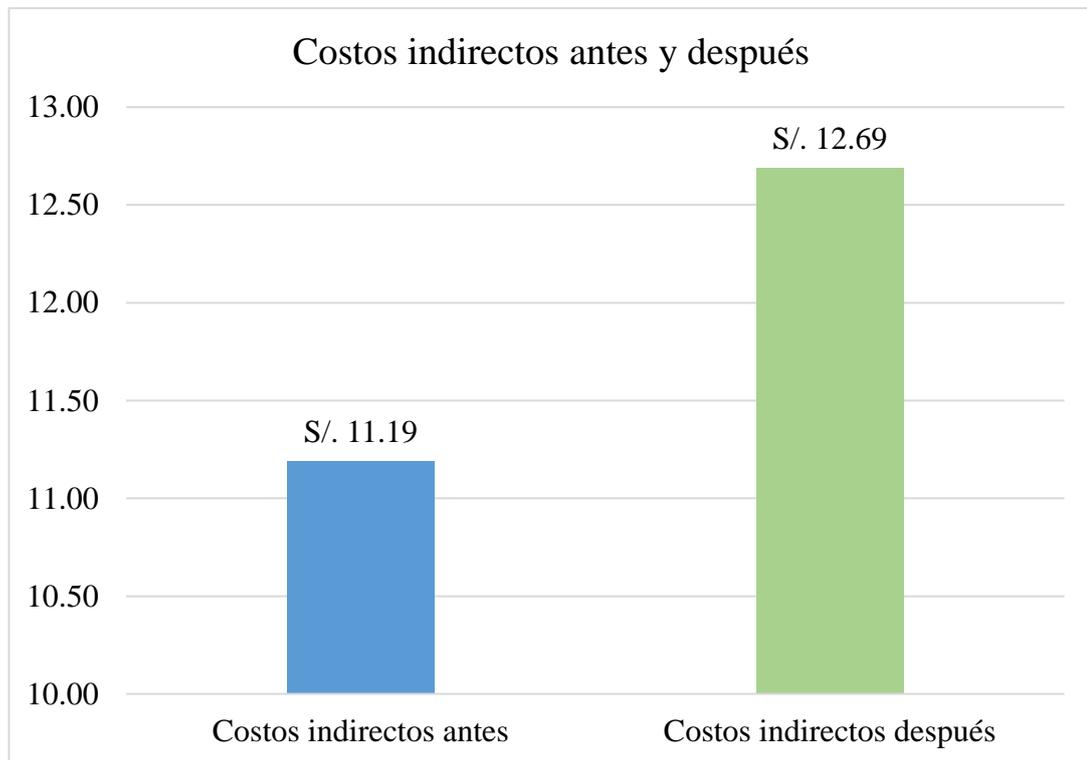


Figura 45. Variación de los Costos indirectos. Se observa en las figuras una variación de S/. 1.50 en los Costos indirectos luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.4. Variable dependiente dimensión 3: Gastos generales

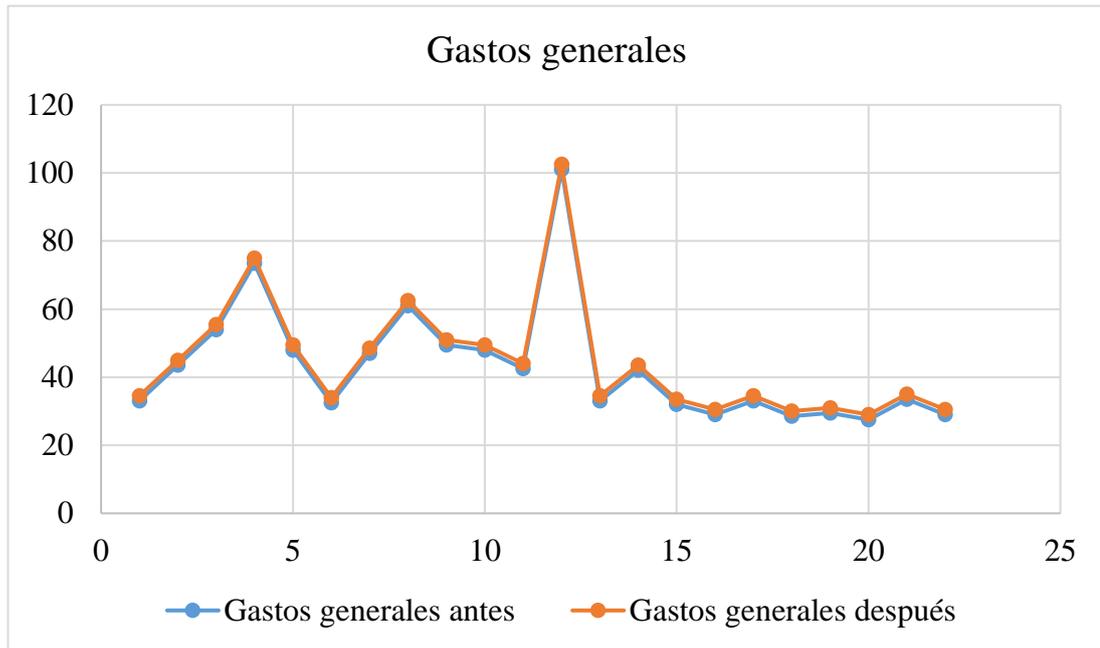


Figura 46. Comparación de Gastos generales a través de los días. Fuente: Elaboración propia.

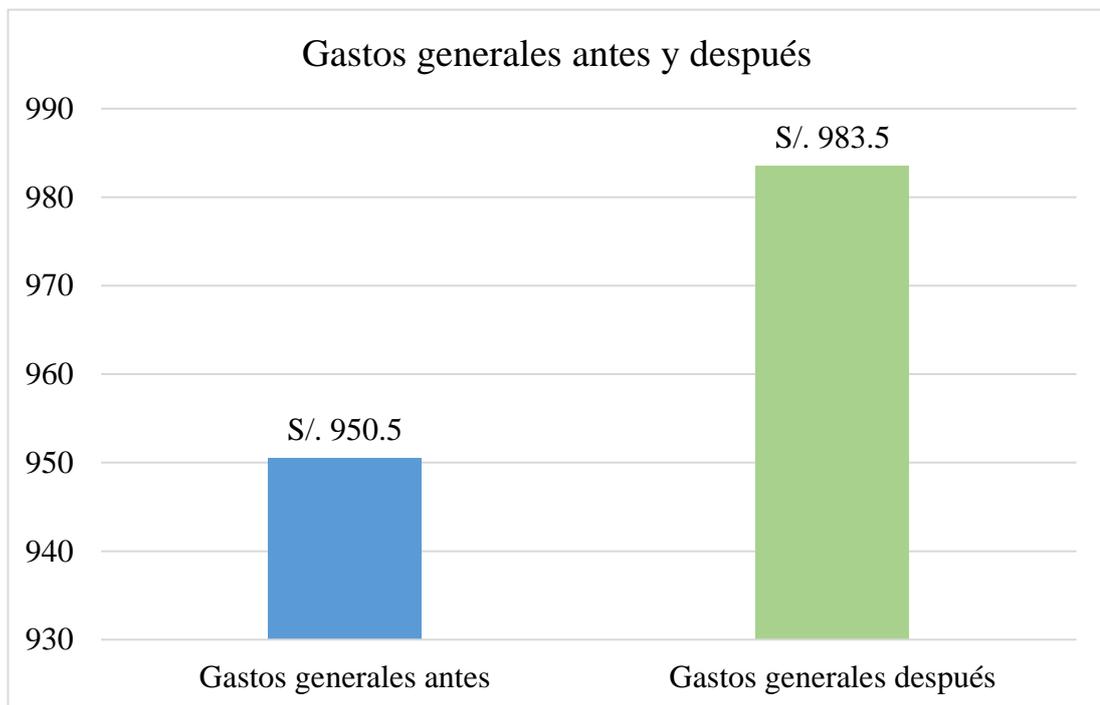


Figura 47. Variación de los gastos generales. Se observa en las figuras una variación de los gastos generales en S/. 33, luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.5. Variable dependiente dimensión 4: Costos de tiempos perdidos

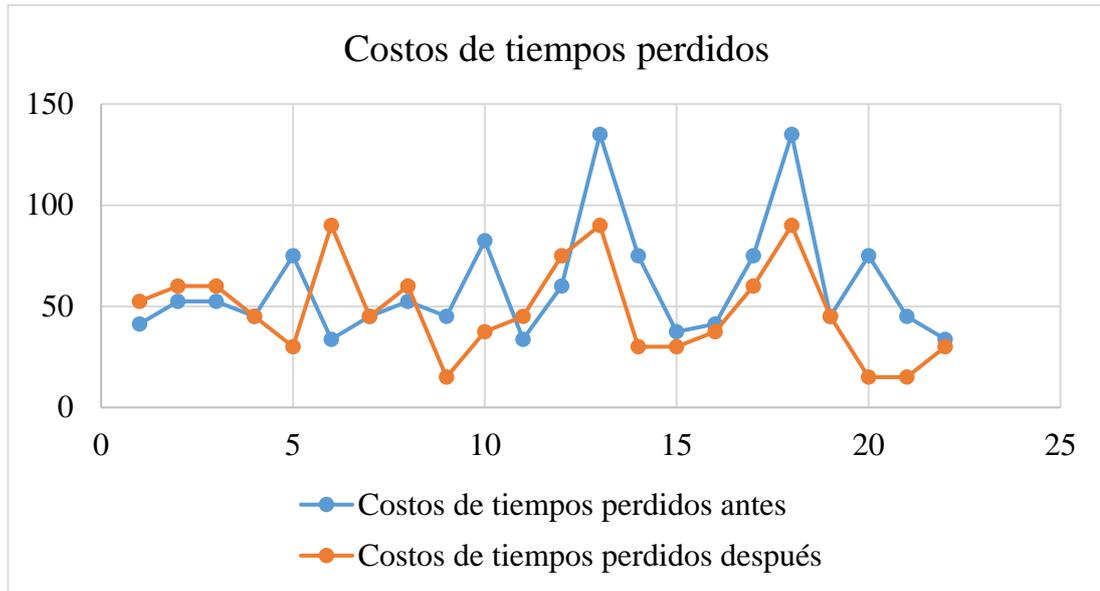


Figura 48. Comparación de los Costos de tiempos perdidos a través de los días. Fuente: Elaboración propia.

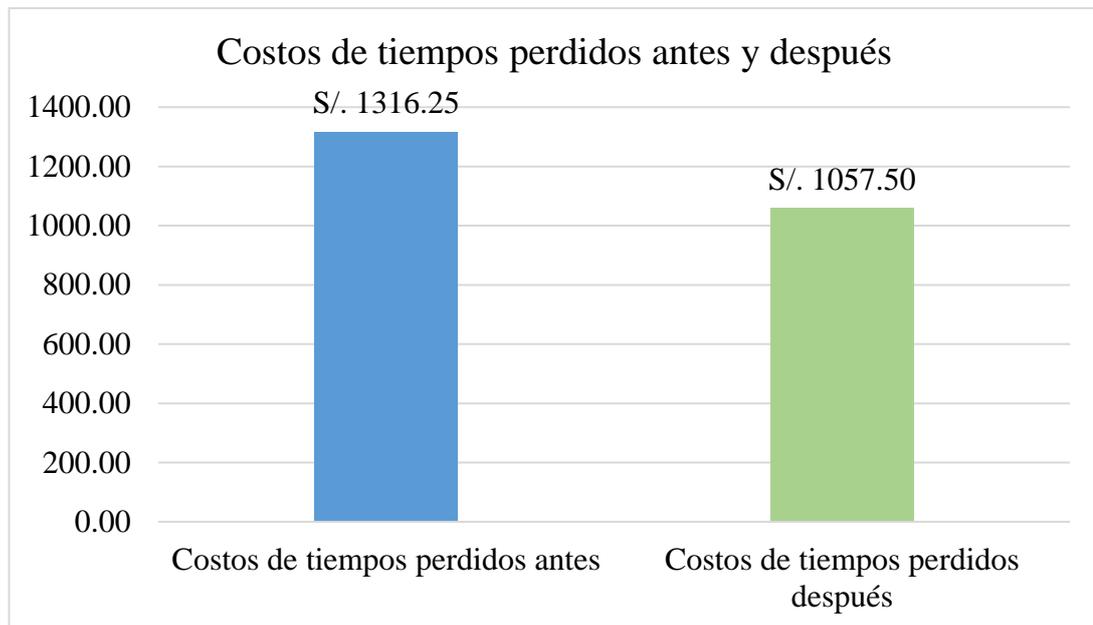


Figura 49. Reducción de los Costos de tiempos perdidos. Se observa en las figuras una reducción de S/. 258.75 en los Costos de tiempos perdidos luego de aplicar el Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Análisis inferencial (contrastación de las hipótesis)

#### 3.4.1 Análisis hipótesis general

Prueba de normalidad:

Para contrastar la hipótesis general, en este caso el costo de mantenimiento, primero debemos determinar el comportamiento de la variable. Por tal motivo, verificar si la variable tiene una distribución normal, y la variable es una muestra pequeña, es decir, menor de 30 años, vamos a Continúe discutiendo sobre el estadístico de Shapiro Wilk.

Ho: Los datos de costos de mantenimiento antes y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo fundamentado en ISO 14224 no son todos de la distribución normal.

Ha: Los datos de costos de mantenimiento antes y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo fundamentado en ISO 14224 son todos de la distribución normal.

Regla de decisión:

Si  $\rho_v > 0.05$ , la distribución es normal. (Paramétrica)

Si  $\rho_v \leq 0.05$ , la distribución no es normal. (No paramétrica)

Tabla 21

*Prueba de normalidad de los Costos de mantenimiento con Shapiro Wilk*

|                                 | Shapiro-Wilk |    |       |
|---------------------------------|--------------|----|-------|
|                                 | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Costos de mantenimiento antes   | 0,954        | 22 | 0,033 |
| Costos de mantenimiento después | 0,940        | 22 | 0,020 |

Dado que la significancia del costo de mantenimiento antes y después es menor a 0.05, ambos tienen un comportamiento no paramétrico, por lo que para contrastar la hipótesis general usaremos la estadística de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia.

## Prueba de Hipótesis General

Ho: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 no reduce de manera significativa los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Ha: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Regla de decisión / hipótesis estadística:

$\mu_a$ : Media de los Costos de mantenimiento antes de la aplicación del mantenimiento preventivo

$\mu_d$ : Media de los Costos de mantenimiento después de la aplicación del mantenimiento preventivo

$$H_0 : \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a : \mu_a < \mu_d$$

Tabla 22

*Prueba Descriptiva para los Costos de mantenimiento antes y después.*

|                                 | Estadísticos Descriptivos |            |                     |          |          |
|---------------------------------|---------------------------|------------|---------------------|----------|----------|
|                                 | N                         | Media      | Desviación Estándar | Min      | Max      |
| Costos de mantenimiento antes   | 22                        | 3126,22445 | 1303,570677         | 1133,654 | 5960,615 |
| Costos de mantenimiento después | 22                        | 1818,62241 | 197,819694          | 1483,937 | 2259,610 |

Se puede verificar que el valor promedio del costo de mantenimiento anterior es de S/.3126.22445, el cual es superior al valor promedio del costo de mantenimiento posterior S/.1818.62241, reduciendo así S/.1307.60204. Fuente: Elaboración propia.

Determinación del p valor para los Costos de mantenimiento antes y después mediante Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si p valor  $\leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula

Si p valor  $> 0.05$  se acepta la hipótesis nula

Tabla 23

*Prueba de hipótesis de los Costos de mantenimiento*

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup>                                |                     |
|--|---------------------|
| COSTOS DE MANTENIMIENTO DESPUÉS<br>- COSTOS DE MANTENIMIENTO ANTES |                     |
| Z  | -3,815 <sup>b</sup> |
| Sig. asintótica (bilateral)  | 0,000               |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Se puede confirmar a partir de la tabla que el valor p de significancia encontrado por Wilcoxon es menor a 0.05, lo que confirma el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alterna. Cabe mencionar, que, la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14224 ha reducido considerablemente el cost de mantenimiento de los vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2 Análisis de primera Hipótesis Específica

Prueba de normalidad

Para contrastar la primera hipótesis específica (en este caso, "costo directo"), primero se determinará el comportamiento de la dimensión, y para ello se determinará si la dimensión proviene de una distribución normal, y se asume que es una muestra pequeña, es decir, menor que A los 30 años, continuaremos trabajando en las estadísticas de Shapiro Wilk.

Ho: Los datos de los Costos directos antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, no provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos de los Costos directos antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, provienen de una distribución normal.

Tabla 24

*Prueba de normalidad de los Costos directos antes y después con Shapiro Wilk*

|                         | Shapiro-Wilk |    |       |
|-------------------------|--------------|----|-------|
|                         | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Costos directos antes   | 0,956        | 22 | 0,034 |
| Costos directos después | 0,952        | 22 | 0,022 |

Dado que la significancia del costo directo antes y después es menor a 0.05, ambos tienen un comportamiento no paramétrico, por lo tanto, para probar la hipótesis general, usaremos la estadística de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia

#### Prueba de Hipótesis

Ho: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 no reduce de manera significativa los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Ha: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

#### Regla de decisión / hipótesis estadístico

$\mu_a$ : Media de los costos directos antes de la aplicación del Plan mantenimiento preventivo

$\mu_d$ : Media de los costos directos después de la aplicación del Plan mantenimiento preventivo

$$H_0 : \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a : \mu_a < \mu_d$$

Tabla 25  
*Prueba Descriptiva para los costos directos antes y después.*

| Estadísticos Descriptivos |    |          |                     |      |      |
|---------------------------|----|----------|---------------------|------|------|
|                           | N  | Media    | Desviación Estándar | Min  | Max  |
| Costos directos antes     | 22 | 3022,682 | 1305,0473           | 1020 | 5864 |
| Costos directos después   | 22 | 1725,273 | 193,6477            | 1390 | 2172 |

Verificando, en la tabla se observa que, el promedio de los costos directos antes era de S/.3022,682 y era mayor que la media de los costos directos después que fue de S/.1725,273, por consiguiente, se verifica una reducción de S/. 1297,409 en los costos directos. Fuente: Elaboración propia

Determinación del p valor para los costos directos antes y después mediante Wilcoxon.

Tabla 26  
*Prueba de Hipótesis Costos directos*

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup>             |                     |
|---|---------------------|
| COSTOS DIRECTOS DESPUÉS – COSTOS DIRECTOS ANTES |                     |
| Z   | -3,750 <sup>b</sup> |
| Sig. asintótica (bilateral)                     | ,000                |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Se puede confirmar a partir de la tabla que el valor p de significancia encontrado por Wilcoxon es menor a 0.05, lo que confirma el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alterna. Cabe mencionar, que, la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14224 disminuye en gran medida el costo directo de los vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.3 Análisis de la segunda hipótesis específica

Prueba de normalidad

Para contrastar la segunda hipótesis específica (costos indirectos en este caso), para ello, primero se debe determinar el comportamiento de las dimensiones, provengan de una distribución normal o no, y asumir que se trata de una muestra pequeña, es decir, menor de 30 Continuaremos la encuesta de estadísticos de Shapiro Wilk cuando seamos mayores.

Regla de decisión:

Ho: Los datos de los Costos indirectos antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, no provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos de los Costos indirectos antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, provienen de una distribución normal.

Tabla 27

*Prueba de normalidad de los Costos indirectos antes y después con Shapiro Wilk*

|                           | Estadístico | Shapiro-Wilk<br>gl | Sig. |
|---------------------------|-------------|--------------------|------|
| Costos indirectos antes   | 0,910       | 22                 | ,048 |
| Costos indirectos después | 0,890       | 22                 | ,019 |

Siendo la significancia de los costos indirectos antes y después menor a 0.05, ambos tienen un comportamiento no paramétrico, por lo tanto, para probar hipótesis específicas, usaremos la estadística de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia

Prueba de Hipótesis

Ho: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 no reduce de manera significativa los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Ha: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Regla de decisión / hipótesis estadístico

$\mu_a$ : Media de los Costos indirectos antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo

$\mu_d$ : Media de los Costos indirectos después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo

$$H_0 : \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a : \mu_a < \mu_d$$

Tabla 28

*Prueba Descriptiva para los Costos indirectos antes y después.*

|                           | Estadísticos Descriptivos |         |                     |       |       |
|---------------------------|---------------------------|---------|---------------------|-------|-------|
|                           | N                         | Media   | Desviación Estándar | Min   | Max   |
| Costos indirectos antes   | 22                        | 0,50855 | 0,225500            | 0,154 | 0,838 |
| Costos indirectos después | 22                        | 0,57695 | 0,102413            | 0,361 | 0,708 |

Se puede verificar de la tabla que el costo indirecto promedio antes es de S/.0.50855 y el costo indirecto promedio después es de S/.0.57695, por lo que se puede comprobar que existe un costo indirecto que aumenta significativamente S/.0.0684. Fuente: Elaboración propia

Determinación del p valor para los Costos indirectos antes y después mediante Wilcoxon.

Tabla 29

*Prueba de Hipótesis Costos indirectos*

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup>                     |                     |
|---|---------------------|
| COSTOS INDIRECTOS COSTOS<br>INDIRECTOS - EFICACIA ANTES |                     |
| Z   | -1,447 <sup>b</sup> |
| Sig. asintótica (bilateral)                             | ,148                |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla adjunta, se puede demostrar que el valor p de significancia encontrado por Wilcoxon es mayor que 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, pero se rechaza la hipótesis alterna. Cabe mencionar que la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14224 no puede reducir significativamente el costo indirecto de los vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Siendo este aumento significativo. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.4 Análisis de tercera Hipótesis Específica

Prueba de normalidad

Para probar la tercera hipótesis específica ("costo general" en este caso), primero determine el comportamiento de la dimensión. Para ello, se verificará si la dimensión proviene de una distribución normal o no, y, debido a que la muestra es pequeña, es decir, menor a 30, continuaremos trabajando en las estadísticas de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

H1: Los datos de los Gastos generales antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, no provienen de una distribución normal.

H2: Los datos de los Gastos generales antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, provienen de una distribución normal.

Tabla 30

*Prueba de normalidad de los Gastos generales antes y después con Shapiro Wilk*

|                          | Estadístico | Shapiro-Wilk<br>gl | Sig.  |
|--------------------------|-------------|--------------------|-------|
| Gastos generales antes   | 0,937       | 22                 | 0,017 |
| Gastos generales después | 0,786       | 22                 | 0,000 |

Siendo la significación de los Gastos generales antes y después, valores menores que 0.05, ambos poseen un comportamiento no paramétrico, en tal sentido, para realizar el contraste con la hipótesis general se usará el estadístico de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia

Prueba de Hipótesis

Ho: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 no reduce de manera significativa los Gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Ha: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los Gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Regla de decisión / hipótesis estadístico

$\mu_a$ : Media de los Gastos generales antes de la aplicación del Plan mantenimiento preventivo

$\mu_d$ : Media de los Gastos generales después de la aplicación del Plan mantenimiento preventivo

$$H_0 : \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a : \mu_a < \mu_d$$

Tabla 31

*Prueba Descriptiva para los Gastos generales antes y después.*

|                          | Estadísticos Descriptivos |        |                     |      |       |
|--------------------------|---------------------------|--------|---------------------|------|-------|
|                          | N                         | Media  | Desviación Estándar | Min  | Max   |
| Gastos generales antes   | 22                        | 39,073 | 13,5828             | 10,1 | 73,5  |
| Gastos generales después | 22                        | 44,705 | 17,5856             | 29,0 | 102,5 |

Se verifica en la tabla que, el promedio de los Gastos generales antes era de S/. 39,073 menor que la media de los Gastos generales después que fue de S/. 44,705, en tal sentido, se confirma un crecimiento significativo de S/. 5,632 en los costos generales. Fuente: Elaboración propia

Determinación del p valor para los Gastos generales antes y después mediante Wilcoxon.

Tabla 32

*Prueba de Hipótesis Gastos generales*

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup>               |                     |
|---|---------------------|
| GASTOS GENERALES DESPUÉS – GASTOS GENERALES ANTES |                     |
| Z   | -4,600 <sup>b</sup> |
| Sig. asintótica (bilateral)                       | ,000                |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Se verifica en la tabla que, la significancia p valor hallado con Wilcoxon es menor que 0.05, en tal sentido, se comprueba el rechazo de la hipótesis nula y aceptación de la hipótesis alterna. Mencionando además, que, la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de significativamente los Gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.5 Análisis de la cuarta hipótesis específica

Prueba de normalidad

Para contrastar la cuarta hipótesis específica, en este caso, se trata de un costo de pérdida de tiempo, por lo que primero se debe determinar el comportamiento del tamaño, independientemente de que provengan de una distribución normal, y se debe utilizar como muestra. Muy pequeño, es decir menos de 30, comenzaremos con el estadístico Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Ho: Los datos de los Costos de tiempos perdidos antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, no provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos de los Costos de tiempos perdidos antes y después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, provienen de una distribución normal.

Tabla 33

*Prueba de normalidad de los Costos de tiempos perdidos antes y después con Shapiro Wilk*

|                                    | Estadístico | Shapiro-Wilk<br>gl | Sig. |
|------------------------------------|-------------|--------------------|------|
| Costos de tiempos perdidos antes   | 0,774       | 22                 | ,000 |
| Costos de tiempos perdidos después | 0,926       | 22                 | ,002 |

Suponiendo que la significancia del costo de tiempo perdido antes y después es menor de 0.05, ambos tienen un comportamiento no paramétrico, por lo tanto, para probar hipótesis específicas, usaremos estadísticos de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia

Prueba de Hipótesis

Ho: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 no reduce de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Ha: La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019.

Regla de decisión / hipótesis estadística:

$\mu_a$ : Media de los Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo

$\mu_d$ : Media de los Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo

$$H_0 : \mu_a \geq \mu_d$$

$$H_a : \mu_a < \mu_d$$

Tabla 34

*Prueba Descriptiva para los Costos de tiempos perdidos antes y después.*

|                                    | Estadísticos Descriptivos |         |                     |       |        |
|------------------------------------|---------------------------|---------|---------------------|-------|--------|
|                                    | N                         | Media   | Desviación Estándar | Min   | Max    |
| Costos de tiempos perdidos antes   | 22                        | 59,8295 | 28,64057            | 33,75 | 135,00 |
| Costos de tiempos perdidos después | 22                        | 48,0682 | 23,33672            | 15,00 | 90,00  |

Se verifica en la tabla, que, el promedio de los Costos de tiempos perdidos antes era de S/.59,8295 y es mayor que la media de los Costos de tiempos perdidos después, el cual fue de S/.48,0682, por consiguiente, se verifica una reducción de S/.11,7613 en los Costos de tiempos perdidos. Fuente: Elaboración propia

Determinación del p valor para los Costos de tiempos perdidos antes y después mediante Wilcoxon.

Tabla 35

*Prueba de Hipótesis Costos de tiempos perdidos*

| Estadísticos de prueba <sup>a</sup>                                   |                     |
|---|---------------------|
| COSTOS DE TIEMPOS PERDIDOS ANTES - COSTOS DE TIEMPOS PERDIDOS DESPUÉS |                     |
| Z   | -1,575 <sup>b</sup> |
| Sig. asintótica (bilateral)   | ,038                |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Se comprueba en la tabla, que, la significancia p valor hallado con Wilcoxon es mayor que 0.05, en tal sentido, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna. Mencionando además, que, la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 disminuye de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Fuente: Elaboración propia

### 3.4.6. Cronograma de actividades de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224

Tabla 36

Actividades diarias de la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224.

| Ítem     | Actividades  | Responsable   | DURACIÓN 22 DÍAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|--|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          |  |   | Mes de Agosto    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          |  |   | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| <b>1</b> | <b>Definición de objetivos</b>   |   | X                |   |   |   | X |   |   |   | X |    |    |    | X  |    |    |    | X  |    |    |    |    | X  |
| 1.1      | Reunión con el personal que labora en la empresa                                     | Gerente y jefe de mantenimiento, supervisor y técnicos de mantenimiento | X                |   |   |   | X |   |   |   | X |    |    |    | X  |    |    |    | X  |    |    |    |    | X  |
| 1.2      | Determinación de objetivos   |   | X                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1.3      | Delegación de funciones  |   | X                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <b>2</b> | <b>Aplicación del Mantenimiento Preventivo basado en la Norma ISO 14224 (Fase 1)</b> |   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2.1      | Capacitación   | Supervisor y técnicos de mantenimiento                                  |                  |   |   |   |   | X |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2.2      | Supervisión de equipos   |   |                  |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| <b>3</b> | <b>Aplicación del Mantenimiento Preventivo basado en la Norma ISO 14224 (Fase 2)</b> |   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3.1      | Especificación de tareas de mantenimiento  | Supervisor  |                  |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 3.2      | Sustituir materiales y repuestos   | Técnicos de mantenimiento   |                  |   |   |   |   |   | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 3.3      | Registrar en formatos todas las observaciones  |   |                  |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 3.4      | Registrar los planes y operaciones inesperadas del equipo de conversión              |   |                  |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| <b>4</b> | <b>Control de la aplicación</b>  |   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4.1      | Verificar cumplimiento de la aplicación  | Supervisor y técnicos de mantenimiento                                  |                  |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 4.2      | Corrección y observación de la aplicación  |   |                  |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  |

### **3.4.7. Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224.**

La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 en la Empresa AutoGas H&D Automotriz, Comas- 2019

#### 1. Definición de objetivos

Asegúrese de que el equipo de modificación del vehículo esté en buenas condiciones de funcionamiento, evite posibles fallas o paradas y garantice operaciones seguras y de alta calidad.

#### Alcance

La totalidad de equipos de conversión de vehículos a GNV que se utilizan en la empresa.

#### Implicaciones y responsabilidades

- Gerentes y personas de mantenimiento: Promoverán y aplicarán el mantenimiento preventivo de acuerdo con la norma ISO 14224 en equipos de conversión según el alcance de funciones.
- Supervisor de mantenimiento: Se desarrollará un plan de mantenimiento para asegurar que el equipo esté en las mejores condiciones y asegurar que se logre el objetivo. Así mismo:
  - Hacer cumplir el plan de mantenimiento.
  - Planificar y asignar los recursos necesarios para realizar trabajos de mantenimiento.
  - Emitirá órdenes de compra de repuestos de material para mantenimiento.
  - Asignar personal para realizar trabajos de mantenimiento preventivo.
  - Verificará los trabajos de mantenimiento.
  - Se comprobarán los registros de mantenimiento.
- Técnicos de mantenimiento: Supervisarán el equipo en el correcto estado y realizarán las actividades de mantenimiento preventivo de acuerdo con la normativa; además, deberán notificar de inmediato a su organización superior todos los defectos y fallas detectados en el equipo de conversión.

Por tanto, deberán:

- Siga la ejecución del plan de mantenimiento.
- Regístrelo todos los días, registre el código de mantenimiento correspondiente a la hora de llegada y ciérrelo en consecuencia cuando se vaya.
- Informe al supervisor de cualquier anomalía encontrada durante el mantenimiento.
- Registre el mantenimiento realizado, con nombre y firma.

## 2. Aplicación del Mantenimiento Preventivo basado en la Norma ISO 14224

(fase 1)

Los empleados deben estar capacitados en la operación y mantenimiento de los equipos de conversión de GNV. Estas capacitaciones se realizarán los sábados por dos horas de capacitación teórica y práctica. El supervisor será responsable de la capacitación gerencial (ver ficha de capacitación en anexos)

En esta etapa es necesario conocer el área destinada a los servicios de mantenimiento preventivo, y realizar un inventario de los equipos a ser sometidos a mantenimiento preventivo según la norma ISO 14224. (ver anexos)

## 3. Aplicación del plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224

(fase 2)

Los supervisores y técnicos de mantenimiento trabajarán con los gerentes y gerentes de mantenimiento para formular tareas o procedimientos de servicio de mantenimiento preventivo de equipos, incluidos los siguientes puntos:

- Actividades diarias antes de aplicar el mantenimiento preventivo.
- Actividades diarias después de la aplicación de mantenimiento preventivo.
- Periodo de sustitución de repuestos.
- Lista de herramientas.
- Complete el formato creado para controlar mejor el dispositivo.

### A) Acciones cotidianas antes de la aplicación del mantenimiento preventivo

- Debe tener un programa de mantenimiento.
- El técnico debe verificar la fecha y hora del mantenimiento.

- Debes tener todas las herramientas y materiales necesarios.
- Debes tener todo el equipo de seguridad necesario.

B) Cambio de repuestos

Tabla 37

*Frecuencia para el cambio de repuestos de los equipos de conversión*

| REPUESTO                             | FRECUENCIA |
|--------------------------------------|------------|
| <b>ACOPLE UNIVERSAL SOLO GLP</b>     |            |
| Acople BRC GLP                       |            |
| Acople universal solo LOVATO GLP     |            |
| Acople universal solo GLP TOMASETTO  |            |
| Acople Atiker solo                   |            |
| <b>TOMA DE CARGA GLP</b>             |            |
| Toma de carga ATIKER GLP COMPLETO    |            |
| Toma de carga TOMASETTO GLP COMPLETO |            |
| Toma de carga LOVATO STANDER GLP     |            |
| Toma de carga BRC INVISIBLE          |            |
| Toma de carga INIVISIBLE ATIKER      |            |
| Toma de carga INVISIBLE TOMASETTO    |            |
| <b>TOMA DE CARGA GNV</b>             |            |
| Toma de carga OMVL GNV               |            |
| Toma de carga ITALY                  |            |
| <b>RIEL INYECTORES DE GAS</b>        |            |
| Riel VALTEX COMPLETOS                |            |
| Riel VALTEX NEGROS                   |            |
| Riel LANDY RENZO                     |            |
| Riel LOVATO COMPLETOS                |            |
| Riel BRC NEGRO ORIGINAL SIN SENSOR   |            |
| Riel BRC CON SENSOR                  |            |
| Riel BRC SEPARADOS                   |            |
| <b>VALVULA DE TANQUE GNV</b>         |            |
| Válvula de Tanque GNV                |            |
| Válvula OMB                          |            |
| Válvula TOMASETTO                    |            |
| Válvula ITALY                        |            |
| <b>FILTRO DE GAS Y GASOLINA</b>      |            |
| Filtro de GAS DE CAJITA              |            |
| Filtro de GASOLINA CHEVROLET         |            |
| Filtro de GASOLINA UNIVERSAL         |            |
| Filtro de GASOLINA RACER             |            |
| Filtro de GASOLINA PLASTICO          |            |
| Filtro ELEMENTO LOVATO               |            |
| <b>ELECTROVALVULAS</b>               |            |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Electroválvula de GASOLINA TOMASETTO |  |
| Electroválvula de GASOLINA LOVATO    |  |
| Electroválvula de GAS 5TA GNV        |  |
| Electroválvula de GAS ATIKER         |  |
| Electroválvula de GAS GLP            |  |
| <b>MAMOMETROS</b>                    |  |
| Manómetros AEB 5° CAJITA BLANCA      |  |
| Manómetros AUGUE 5V°                 |  |
| Manómetros AUGUE 12°                 |  |
| Manómetros T.A                       |  |
| Manómetros T.A 5TA                   |  |

### **Realizar el cambio de repuestos**

Se perfeccionará el uso adecuado de los recursos materiales y/o repuestos



*Figura 50.* Reemplazando piezas de repuesto. Del taller de modificación de automóviles NGV Autogas HyD. Bajo la autorización de los técnicos responsables y personal capacitado, iniciar el trabajo de reemplazo. Fuente: Elaboración propia



*Figura 51.* Aprobar el mantenimiento. Los técnicos experimentados aprobarán las mejoras del vehículo una vez finalizado el mantenimiento. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.



*Figura 52.* El mantenimiento está completo. Una vez finalizado el trabajo de mantenimiento, se pone en marcha el motor para comprobar si existen determinadas averías. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.



Figura 53. El mantenimiento está completo. El último paso del escaneo total del vehículo. Utilice el programa para verificar las partes eléctricas y electrónicas del sistema de gas de acuerdo con el trinquete que se muestra. Fuente: Taller de conversiones a GNV Autogas HyD Automotriz.

#### IV. Discusión

Respecto a la hipótesis general, los resultados que se obtuvieron, sustentan que la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019, con un p valor menor a 0.05 (Sig. asintótica bilateral= 0.00<0.05), así mismo los resultados de los Costos de mantenimiento antes era S/.68776,938 y los Costos de mantenimiento después fue de S/.40009,690, obteniendo un beneficio de S/. 28767,248; dicho resultado es respaldado por Zamora y Zenteno (2015) en su tesis: Propuesta para reducir los costos de mantenimiento preventivo de una empresa de transportes de mercaderías en general, donde manifestó que: la reducción de los costos del mantenimiento se logró con la propuesta de creación de un área de mantenimiento preventivo, dentro de las instalaciones de la empresa. Se realizó la reestructuración del proceso de mantenimiento logrando la optimización del proceso, aprovechando los recursos físicos de la empresa. Concluyendo que, mediante el análisis de los costos generados por la propuesta de solución planteada en la investigación se obtuvo un ahorro en los costos operativos de S/. 67,200.00 al año lo que nos indica que se redujeron los costos operativos del proceso de mantenimiento preventivo con la aplicación de la solución, y, mediante el análisis de la propuesta de solución planteada en la investigación se obtuvo una reducción de los costos de oportunidad generando un ahorro de s/. 198,560.00 soles anuales con lo que se comprobaría la hipótesis N° 2. En ese sentido, Bernal (2012) afirmó que: “Los costos de mantenimiento es el precio pagado por concepto de acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico”.

Así mismo, Mantilla (2019) realizó el estudio: Propuesta de mejora para acrecentar la rentabilidad del taller de vehículos convertidos a GLP de la empresa Motor Gas EIRL. Dicho autor concluye, manifestando que en su propuesta en el área de vehículos convertidos a GLP se logró obtener una rentabilidad positiva. Se observa que en el periodo 2017 se contabilizó una pérdida de S/. 58,131.00 soles y después con la propuesta de mejora y los costos de inversión de S/, 37,135.00 soles, se obtuvo un beneficio S/, 20,996.00 reduciendo las pérdidas por vehículos no atendidos y falta de stock en un 36.12%. Conforme a lo establecido, dicho estudio obtiene resultados similares en cuanto a reducción de costos, pero en menor magnitud.

En cuanto, al análisis de la primera hipótesis específica, se puede verificar que la media de los costos directos antes era de S/. 3022,682, el cual era mayor que la media de los costos directos después que fue de S/.1725,273, por consiguiente, se verifica una reducción media de S/.1297,409 en los Costos directos. Por lo tanto, se pudo contrastar nuestra hipótesis con el estadígrafo de Wilcoxon llegando al resultado de la significancia a 0.000, con este resultado se puede afirmar que la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Nuestro estudio concuerda con lo manifestó por López (2018) en su tesis titulada: Aplicación de un Plan de Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de maquina pesada portuaria en la Empresa APM TERMINAL, Callao 2017, en la cual concluyó, que, la productividad alcanzó un aumento de 17,33%, eficiencia con 11% y eficacia con 11,67%, mediante la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo. Se expresó el análisis con la prueba t student, donde se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1) y una confianza de 0.972; es decir que, al aumentar la productividad en la empresa, en cuanto a máquinas pesadas portuarias, las labores se realizan con eficiencia y eficacia, el cual conlleva a aumentar los costos en el periodo determinado de la aplicación sujeto a capacitaciones, nuevos repuestos, aumento de mantenimiento, etc.

En tal sentido, se dice que el costo directo trata de un tipo de gasto que tiene relación directa a la realización y producción de los productos o servicios que ofrece una empresa. Pero, según Carbajal (2016) que realizó su tesis: Implementación de un Plan de Mantenimiento preventivo para la Flota vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C. Concluyó, en que, la intención era encontrar soluciones y alternativas de mantenimiento de un equipo/máquina, a través de un especialista, con la finalidad de mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los vehículos; en tanto al factor económico, se vio la manera de minimizar costos aumentando el beneficio de contar con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que, dicho autor no concuerda con lo establecido en nuestra investigación.

Respecto a la segunda hipótesis específica, es decir, la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz – 2019; no fue favorable en gran medida. Con un p valor menor a 0.05 (Sig.

asintótica bilateral= $0.000 < 0.05$ ), esta afirmación es defendida por la media de los costos indirectos, pues antes de la aplicación de la variable independiente se contaba con una media de los costos indirectos de S/. 0,50855 y después se contó con una media de los costos indirectos de S/.0,57695. Observándose una variación de aumento significativo de S/. 0,0684, lo cual no afectaría mucho el aumento, puesto que se busca reducir los costos. Nuestra investigación tiene un soporte con lo manifestado por Mantilla (2019), el cual realizó el estudio: Propuesta de mejora para acrecentar la rentabilidad del taller de vehículos convertidos a GLP de la empresa Motor Gas EIRL. Dicho autor concluyó, que, se logró obtener una rentabilidad positiva, obteniendo un beneficio S/, 20,996.00 reduciendo las pérdidas por vehículos no atendidos y falta de stock en un 36.12% al año, un porcentaje bajo, que conlleva a deducir que los costos realizados estuvieron en la misma proporción.

Cabe mencionar que, los costos indirectos son aquellos que no son directamente imputables a la producción de un bien o servicio en particular; además, son aquellos costos en los que la empresa incurre durante el ejercicio de su actividad, cuya asignación es más complicada. Por otro lado, según Guevara (2018) en su tesis: “Propuesta de mejora del sector de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP y su acrecentamiento en la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L”, dicho autor concluyó de manera contraria, el valor actual neto de s/. 74 115,27, TIR de 69,72 % y se pudo determinar el costo promedio de inversión de s/. 56 302,75 soles; esto quiere, que su estudio estaría en contradicción a los expuesto por mi persona.

Por su parte, al analizar la tercera hipótesis específica, se pudo verificar que la media de los gastos generales antes era de S/. 39,073, el cual era menor que la media de los costos generales después que fue de S/. 44,705, por consiguiente, se verifica un incremento medio de S/. 5,632 en los gastos generales. Por lo tanto, se pudo contrastar nuestra hipótesis con el estadígrafo de Wilcoxon llegando al resultado de la significancia a 0.000, y, afirmando que la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 no reduce de manera significativa los gastos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz – 2019; puesto que hubo un incremento significativo en los costos generales. Cabe mencionar al siguiente autor que da soporte a lo concluido en nuestro estudio, por Mantilla (2019), el cual realizó el estudio: Propuesta de mejora para acrecentar la rentabilidad del taller de vehículos convertidos a GLP de la empresa Motor Gas EIRL. Dicho autor concluyó, que, se logró obtener una rentabilidad positiva, obteniendo un

beneficio S/, 20,996.00 reduciendo las pérdidas por vehículos no atendidos y falta de stock en un 36.12% al año, un porcentaje bajo, que conlleva a deducir que los costos realizados estuvieron en la misma proporción.

Así mismo, se sabe que, los gastos generales es un término contable que se refiere a todos los gastos del negocio en curso no incluidos o relacionados con la actividad productiva. Por otro lado, Rey, F. (2014), en su artículo “Determinación de la necesidad de un mantenimiento preventivo en una industria”. Concluyó que, se redujo el número de paradas por causa de averías con un promedio del 50%, optimizando los costes del valor añadido en un 40% y reduciendo los costes de mantenimiento por unidad producida en aproximadamente 30%.

Por último, en la cuarta hipótesis específica, es decir, la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. Con un p valor menor a 0.05 (Sig. asintótica bilateral=0.000<0.05), esta afirmación es defendida por la media de los costos de tiempos perdidos, pues antes de la aplicación de la variable independiente se contaba con una media de los costos de tiempos perdidos de S/. 59,8295 y después se contó con una media de los costos de tiempos perdidos de S/. 48,0682, reduciendo S/. 11.7613, dicho resultado se comparte con lo expuesto por Zamora y Zenteno (2015) en su tesis: Propuesta para reducir los costos de mantenimiento preventivo de una empresa de transportes de mercaderías en general, donde manifestó que: la reducción de los costos del mantenimiento se logró con la propuesta de creación un área de mantenimiento preventivo, dentro de las instalaciones de la empresa, concluyendo que, mediante el análisis de los costos generados por la propuesta de solución planteada en la investigación se obtuvo un ahorro en los costos operativos de S/. 67,200.00 al año lo que nos indica que se redujeron los costos operativos del proceso de mantenimiento preventivo con la aplicación de la solución. Por lo que, se considera a los costos de tiempos perdidos como aquellos que, aunque no están relacionados directamente con mantenimiento si se originan de alguna forma por éste.

Por otro lado, Guevara (2018) en su tesis: “Propuesta de mejora del sector de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP y su acrecentamiento en la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L”, contradice nuestra investigación, concluyendo que económicamente la propuesta es muy rentable obteniéndose resultados positivos como

el valor actual neto de s/. 74 115,27, TIR de 69,72 % y beneficio costo 2,85; cabe decir que por un sol que se invierta se tendrá como ganancia 1,85 soles y de acuerdo a la demanda de mantenimientos se pudo determinar el costo promedio de inversión de s/. 56 302,75 soles del requerimiento de repuestos para el año 2018.

## V. Conclusiones

- La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. La media de los costos de mantenimiento antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224 era de S/. 3126,22445, la media de los Costos de mantenimiento luego de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo fue de S/. 1818,62241. Obteniendo una reducción considerable en los costos de mantenimiento.
- La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. La media de los Costos directos antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224 era de S/. 3022,682, la media de los Costos directos luego de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo fue de S/. 1725,273. Obteniendo una reducción considerable en los costos directos.
- La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. La media de los Costos indirectos antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224 era de S/. 0,50855, y, la media de los Costos indirectos después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo fue de S/. 0,57695. Obteniendo una variación de incremento significativo en los costos indirectos.
- La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. La media de los Costos generales antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224 era de S/. 39,073, la media de los Costos generales después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo fue de S/. 44,705. Obteniendo un incremento significativo en los costos generales.

- La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz - 2019. La media de los Costos de tiempos perdidos antes de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224 era de S/. 59,8295, y, la media de los Costos de tiempos perdidos después de la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo fue de S/. 48,0682. Obteniendo una reducción considerable en los costos de tiempos perdidos.

## VI. Recomendaciones

- El gerente de la empresa AutoGas H&D Automotriz, debe tomar conciencia en continuar con la aplicación del Plan de mantenimiento preventivo basado en la ISO 14224, buscando mejoras constantes en reducir los costos de mantenimiento de equipos de conversión de vehículos a GNV, reconociendo, además, que no sólo reducirá los costos, sino que también, contará con personal capacitado en este tipo de funciones.
- En cuanto a los costos directos, se recomienda establecer una remuneración acorde a sus funciones realizadas, obteniendo así costos de mano de obra establecida, ya que esto llevará a que el personal técnico se sienta motivado en realizar de una manera adecuada sus labores. En tanto, a los costos de materiales y repuestos, buscar nuevos proveedores que tengan productos de calidad y precios accesibles al mercado.
- Respecto a los costos indirectos, que para nuestra investigación fueron los costos de bonificaciones para incentivos del personal, no hubo mucha significancia, puesto que, al notar en los análisis realizados, hubo un incremento ínfimo, y lo que se buscaba en esta investigación era reducir los costos. Pues se recomienda mejorar en adelante estos costos de bonificación hacia el personal, quienes son la clave de la productividad en una empresa.
- Por su parte, los costos generales, los cuales abarca gastos de energía eléctrica, gastos administrativos del taller y gastos de limpieza, se deberían realizar estudios más concretos sobre estos temas, puesto que en nuestra investigación se incrementaron los costos, y, lo que se buscaba era reducir los costos. Se recomienda contar con personal calificado en realizar mediciones sobre estos tipos de gastos, tratando de regular dichos gastos sin perjudicar las funciones que se desean realizar en la empresa sobre el mantenimiento de los equipos de conversión de vehículos a GNV.
- Por último, en cuanto a los costos de tiempos perdidos, determinado por los costos por cantidad de tiempo dedicado a reparaciones, la reducción o incremento en los costos dependerá de las condiciones en las que se encuentra el vehículo, porque se podrá tener un buen sistema de mantenimiento, pero no podemos decidir sobre los dueños de los

vehículos y sobre qué factores influyen en ellos, por los cuales no realizan su mantenimiento de equipos de conversión en las fechas indicadas por los técnicos de la empresa AutoGas H&D Automotriz. En tanto, a los costos por cantidad de tiempo de parada por reparaciones, todo dependerá de las fallas o paradas con las que se encuentre un vehículo al momento de llegar a revisión en el taller.

## Referencias

- ACIEM (2013). 18° Diplomado en Gestión y Control de Mantenimiento. Recuperado el 23 de julio de 2019 y obtenido en: <http://tienda.aciem.org/es/home/351-24-diplomado-en-gestion-y-control-de-mabntenimiento.html>
- Alavedra, C.; Gastelu, Y.; Méndez, G.; Minaya, C.; Pineda, B. Prieto, K.; Ríos, K. y Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, (34), undefined-undefined. [fecha de Consulta 17 de octubre de 2019]. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3374/337450992001>
- Alarcón, J.M. (2004). *Implementación de un sistema de mantenimiento preventivo, auxiliado por un software, para una línea de pintura electroforética*. Tesis para obtener el Título de Licenciado en Ingeniería Mecánica. Departamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería de la Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México. Extraído el 14 de julio de 2019 y recuperado en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/alarcon\\_g\\_jm/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/alarcon_g_jm/capitulo3.pdf)
- Alba, A. (2016). *Mantenimiento Correctivo*. Cordopolis. Extraído el 14 de julio de 2019 y recuperado en: <https://cordopolis.es/2016/07/06/aucorsa-vuelve-a-contratar-mecanicos-para-evitar-una-plaga-de-averias/>
- Álvarez, E. P. (2014). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa MIRASOL S.A.* Tesis de Pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca - Ecuador.
- Ander-Egg, E. (1995). *Técnicas de investigación social*. Buenos Aires, Argentina: Lumen.
- Angel, R. y Olaya, H. (2014). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Agroangel*. Tesis (Ingeniería Mecánica) Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica. 400 p.

- AUTOMUNDO. (2016). *Mantenimiento Predictivo*. Extraído el 14 de julio de 2019 y obtenido en <http://automundo.pe/scania-beneficios-del-mantenimiento-preventivo/>
- Baqueiro, J.F. (2015). *Costos y presupuestos*. San Antonio Cárdenas, México: Dirección de mantenimiento industrial de la Universidad Tecnológica de Campeche.
- Barrionuevo, R. y Redroban, D. (2013). *Reestructuración del taller Automotriz y plan de Mantenimiento para la flota Vehicular de la dirección provincial de transportes y obras públicas de Bolívar*. Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz. Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- Bernal, C.A. (2010). *Metodología de la investigación*. Tercera edición. Colombia: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado el 3 de octubre de 2019 y obtenido en: <https://www.soloejemplos.com/ejemplos-de-justificacion-teorica-practica-y-metodologica/>
- Bernal, A.A. (2012). *Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz*. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- BSI (2016). *Norma ISO 14224 - Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. Octubre de 2016, BSI Standards Limited. The British Standards Institution. Bruselas, Bélgica. ISBN 978-0-580-90387-8.
- Carbajal, P.O. (2016). *Implementación de un Plan de Mantenimiento preventivo para la Flota vehicular de la Empresa de Transporte El Dorado S.A.C*. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Mecánico. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

- Cuatrecasas, Ll. (2010). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación*. España, Barcelona: Ed. PROFIT. 380 pp. ISBN: 9788492956920
- Duffuaa, S. O., Raouf, A. y Campbell, J. D. (2009). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. México: LIMUSA.
- Emprende Hoy (2018). *Costos de mantenimiento*. Extraído el 15 de julio de 2019 y recuperado en: <https://rpp.pe/campanas/branded-content/que-son-los-costos-de-mantenimiento-noticia-1097637>
- Explorable (2019). Muestreo por conveniencia. Recuperado el 23 de julio y obtenido en: <https://explorable.com/es/muestreo-por-conveniencia>
- Gadget-ingo (2019). Diferencia entre estadística descriptiva e inferencial. Recuperado el 23 de julio de 2019 y obtenido en: <https://es.gadget-info.com/difference-between-descriptive>
- Gálvez, L.F. y Morales, J.L. (2018). *Propuesta de Plan de Mantenimiento basado en Confiabilidad para tornos del Taller Metalmecánico*. Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar- José Miguel Carrera. Valparaíso, Chile. Recuperado el 3 de octubre de 2019 y obtenido en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45782/3560901064246UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. España, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 303 pp. ISBN: 9788479785772
- García, G.; Negrete, B.; Trávez, W. e Iza, H. (2014) en el artículo “*Diseño de implementación de una interfaz de monitoreo para el mantenimiento preventivo de los vehículos del sistema público EPMMO-Q*”. Artículo científico. Extensión Latacunga, Carrera de Ingeniería de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

- García, M. (2017). Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. Artículo científico. Revista de Investigaciones Sociales. Vol.3 N°8 1-11. México: Universidad Tecnológica de León. Recuperado el 17 de octubre de 2019 y obtenido en: [https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista\\_de\\_Investigaciones\\_Sociales\\_V3\\_N8\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_1.pdf)
- Gonzales, J. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.* Tesis (Ingeniero Industrial) Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería. 102 p.
- Guevara, S. N. (2018). *Propuesta de mejora del área de mantenimiento de motores de vehículos convertidos a GLP y su incremento en la rentabilidad de la empresa Visa Gas E.I.R.L.* Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú. Recuperado el 3 de octubre de 2019 y obtenido en: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13187/Guevara%20Aguilar%20Santos%20Nelson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C.P. (2019). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- INFOPLC. (2016). *Mantenimiento Predictivo.* Extraído el 14 de julio de 2019 y obtenido en: <http://www.infopl.net/documentacion/234-mantenimiento-industrial/2505-justificar-mantenimiento-predictivo>
- López, R.E. (2018). *Aplicación de un Plan de Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la maquinaria pesada portuaria en la Empresa APM TERMINAL, Callao 2017.* Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Industrial. Escuela profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo. Lima, Perú. Recuperado el 3 de octubre de 2019 y obtenido en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23263/Lopez\\_CRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23263/Lopez_CRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mantilla, J.J. (2019). *Propuesta de mejora para incrementar la rentabilidad del taller de vehículos convertidos a GLP de la empresa Motor Gas EIRL*. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. Recuperado el 3 de octubre de 2019 y obtenido en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12352/Mantilla%20Bustamante%20Jhonatan%20Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mora, L.A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. C.V. México: Ediciones Alfaomega Grupo Editor S.A., 504 pp. ISBN 9789586827690

Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)*. España: Biddles Ltd.

Muñoz, B. (2015). *Mantenimiento Industrial*. Área de Ingeniería Mecánica. Universidad Carlos III de Madrid. España. Extraído el 14 de julio de 2019 y recuperado en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf/view>

Napa, J.O.; Benavides, A.L. y Villamares, E.J. 2018. *Elaboración de proyecto de investigación: Una visión didáctica*. Tomo II. Ica, Perú: Ediciones e impresiones HN&R.

Ñaupas, H.; Mejía, E.; Novoa, E. y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y redacción de tesis*. Bogotá: Ediciones de la Universidad de Bogotá.

Predictiva 21 (2017). Confiabilidad en el talento humano para organizaciones exitosas. Revista científica, Año 3, N°20, marzo 2017. Recuperado el 23 de julio de 2019 y obtenido en: <http://predictiva21.com/wp-content/uploads/2019/03/Predictiva21-A4N20-2017-Feb-Mar-min.pdf>

- Pulido, M. (2015). *Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica*. España: Sistema de Servicios Bibliotecarios y de Información. Extraído el 14 de julio de 2019 y recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
- Ramón, C. (2009) Principios del mantenimiento. Bogotá, Colombia: Ed. Macedo SA.
- Rey, F. (2014). *Determinación de la necesidad de un mantenimiento preventivo en una industria*. Artículo técnico publicado en la Revista Técnica Industrial N° 300. Extraído el 14 de julio y extraído en: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/98/3064/a3064.pdf>
- Romero, J.L. (2014). Justificación: Impacto social, tecnológico, económico y ambiental. Viabilidad de la investigación. Recuperado el 17 de octubre de 2019 y obtenido en: <https://prezi.com/owvgusbxotqj/justificacion-impacto-social-tecnologico-economico-y-ambi/>
- SENATI (2007). *Gestión del Mantenimiento. Módulo 2: Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo*. Lima: Guía del participante. Primera Edición. Extraído el 14 de julio de 2019 y recuperado en: [http://virtual.senati.edu.pe/pub/MCPP/Unidad03/CONTENIDO\\_TEMATICO\\_U3\\_PLATAFORMA\\_M2.pdf](http://virtual.senati.edu.pe/pub/MCPP/Unidad03/CONTENIDO_TEMATICO_U3_PLATAFORMA_M2.pdf)
- Sexto, L.F. (2017). Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad. PlanetRAMS Empowering RAMS to the limits. Recuperado el 23 de julio de 2019 y obtenido en: <http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=1442&lang=es>
- Tuesta, J. (2014). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa*. Tesis (Ingeniería mecánica). Callao: Universidad del callao. 221 p.
- Valderrama, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a. ed. Lima: San Marcos. 495 pp. ISBN: 9786123028787

Uscátegui, P.J. (2014). Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa PetroSantander Colombia (INC.). Monografía de Grado presentada como requisito para optar por el título de Especialista en Alta Gerencia. Escuela de Estudios industriales y empresariales, Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

Villasís, M.A.; Márquez, H.; Zurita, J.N.; Miranda, G. y Escamilla, A. (2018). *Metodología de la investigación: El Protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones*. México: Revista Alergia.

Walton, M. (2004). *El Método Deming en la práctica*. Colombia, Bogotá: Grupo Editorial Norma, 382 pp. ISBN: 9789580413653

Zamora, F. y Zenteno, C.A. (2015). *Propuesta para reducir los costos de mantenimiento preventivo de una empresa de transportes de mercaderías en general*. Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero Industrial. Facultad de Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú. Recuperado el el 23 de julio de 2019 y obtenido en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2060>

## **Anexos**

## Anexo A: Matriz de consistencia

Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 para Reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz 2019

| Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 para Reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz 2019     |   |   |   |  |   |                |                                 |                              |   |       |
|--|---|---|---|--|---|----------------|---------------------------------|------------------------------|---|-------|
| Preguntas de investigación   | Objetivos   | Hipótesis   | Variables   | Definición conceptual  | Definición operacional  | Dimensiones    | Indicadores                     | Escala de los indicadores    | Metodología   |       |
| General  | General   | Principal   | Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224. | “Conjugación del total de actividades técnicas y de gestión con la finalidad paralizar un ítem, reponerlo a una etapa en que logre ejecutar lo solicitado” (ISO 14224, 2016) | Para reducir los costos de mantenimiento de vehículos convertidos a GNV, se realizará un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224, cumpliendo las dimensiones de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad. | Disponibilidad | Tiempo de producción programado | Razón                        | Nivel de investigación: Descriptiva y Explicativa<br><br>Tipo de investigación: Aplicada<br><br>Diseño de investigación: Cuasi experimental<br><br>Universo: Estará conformada por 1658 vehículos convertidos a GNV en el distrito de Comas.<br><br>Población: Estará conformada por 35 vehículos convertidos a GNV mensualmente, en el taller de conversiones AutoGas H&D Automotriz |       |
| Específicas  | Específicos   | Secundarias   |   |  |   |                | Tiempo medio de reparación      | Razón                        |   |       |
| P.1. ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa | O.1. Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa | H.1. La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos directos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa |   |  |   |                | Confiabilidad                   | Tiempo promedio entre fallas |   | Razón |
|  |   |   |   |  |   |                |                                 | Tiempo promedio para reparar |   | Razón |
|  |   |   |   |  |   | Mantenibilidad | Tiempo de reparación ejecutada  | Razón                        |   |       |
|  |   |   |   |  |   |                | Tiempo muerto por falla         | Razón                        |   |       |

|   |  |  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
|---|--|--|---|--|---|--|-----------------|-----------------------|-------|--|----------------------------------|-------|-------------------|--|-------|------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------------|-------|--------------------|-------|----------------------------|--|-------|---|-------|--|
| <p>AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019? P.2. ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019? P.3. ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019? P.4. ¿En qué medida la aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019?</p> | <p>AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019. O.2. Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019. O.3. Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019. O.4. Determinar en qué medida un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reducirá los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019.</p> | <p>AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019. H.2. La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos indirectos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019. H.3. La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos generales en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019. H.4. La aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 reduce de manera significativa los costos de tiempos perdidos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&amp;D Automotriz - 2019.</p> | <p>Costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV</p> | <p>Es el importe que se paga por las actividades ejecutadas para reponer un producto a una etapa determinada. Esta técnica en la compañía logra que algunos gerentes lo tomen como un egreso, otros como una inversión, y en algunos como un seguro de productividad. (Baqueiro, 2015)</p> | <p>Los costos en vehículos convertidos a GNV, se expresa mediante los costos de mantenimiento que requieren los equipos y maquinarias de una empresa.</p> | <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1400 225 1576 472">Costos directos</td> <td data-bbox="1576 225 1794 363">Costo de mano de obra</td> <td data-bbox="1794 225 1928 363">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1400 363 1576 472"></td> <td data-bbox="1576 363 1794 472">Costos de materiales y repuestos</td> <td data-bbox="1794 363 1928 472">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1400 472 1576 735">Costos indirectos</td> <td data-bbox="1576 472 1794 735">Costos de bonificaciones para incentivos del personal de mantenimiento</td> <td data-bbox="1794 472 1928 735">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1400 735 1576 967" rowspan="3">Costos generales</td> <td data-bbox="1576 735 1794 807">Gastos de energía eléctrica</td> <td data-bbox="1794 735 1928 807">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1576 807 1794 911">Gastos administrativos del taller</td> <td data-bbox="1794 807 1928 911">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1576 911 1794 967">Gastos de limpieza</td> <td data-bbox="1794 911 1928 967">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1400 967 1576 1302" rowspan="2">Costos de tiempos perdidos</td> <td data-bbox="1576 967 1794 1062">Costo por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones</td> <td data-bbox="1794 967 1928 1062">Razón</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1576 1062 1794 1302">Costo por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones</td> <td data-bbox="1794 1062 1928 1302">Razón</td> </tr> </table> | Costos directos | Costo de mano de obra | Razón |  | Costos de materiales y repuestos | Razón | Costos indirectos | Costos de bonificaciones para incentivos del personal de mantenimiento | Razón | Costos generales | Gastos de energía eléctrica | Razón | Gastos administrativos del taller | Razón | Gastos de limpieza | Razón | Costos de tiempos perdidos | Costo por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones | Razón | Costo por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones | Razón | <p>Muestra:<br/>Se analizará en 5 vehículos convertidos a GNV.</p> <p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de mantenimiento</li> <li>• Observación directa</li> <li>• Encuestas</li> <li>• Revisión documental</li> </ul> <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento Plan de mantenimiento.</li> <li>• Guía de observación</li> <li>• Cuestionario</li> <li>• Guía de análisis de documento</li> </ul> |
| Costos directos   | Costo de mano de obra  | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
|   | Costos de materiales y repuestos   | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
| Costos indirectos   | Costos de bonificaciones para incentivos del personal de mantenimiento   | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
| Costos generales  | Gastos de energía eléctrica  | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
|   | Gastos administrativos del taller  | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
|   | Gastos de limpieza   | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
| Costos de tiempos perdidos  | Costo por Cantidad de tiempo dedicado a reparaciones   | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |
|   | Costo por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones  | Razón  |   |  |   |  |                 |                       |       |  |                                  |       |                   |  |       |                  |                             |       |                                   |       |                    |       |                            |  |       |   |       |  |

**ANEXO B: Matriz de operacionalización de variables**

**Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 para Reducir costos en vehículos convertidos a GNV, en la Empresa AutoGas H&D Automotriz 2019**

| Variables  | Definición conceptual  | Definición operacional   | Dimensiones     | Indicadores                     | Escala de los indicadores | Técnica     | Instrumento                                   | Unidad de medida | Fórmula   |
|--|--|--|-----------------|---------------------------------|---------------------------|-------------|---|------------------|---|
| Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224 | "Conjugación del total de actividades técnicas y de gestión con la finalidad paralizar un ítem, reponerlo a una etapa en que logre ejecutar lo solicitado" (ISO 14224, 2016) | Para reducir los costos de mantenimiento de vehículos convertidos a GNV, se realizará un Plan de mantenimiento preventivo basado en la Norma ISO 14224, cumpliendo las dimensiones de mantenimiento preventivo y correctivo. | Disponibilidad  | Tiempo de producción programado | Razón                     | Observación | Registro de datos de Mantenimiento preventivo | Porcentaje       | $D = \frac{TPP - TTM}{TPP} * 100$ <p>D = Disponibilidad<br/>                     TPP = Tiempo de producción programado<br/>                     TTM = Tiempo medio de reparación</p>    |
|  |  |  |                 | Tiempo medio de reparación      |                           |             |   |                  |   |
|  |  |  | Confiabilidad   | Tiempo promedio entre fallas    | Razón                     | Observación | Registro de datos de Mantenimiento preventivo | Porcentaje       | $C = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ <p>C = Confiabilidad<br/>                     TMEF = Tiempo promedio entre fallas<br/>                     TMPR = Tiempo promedio para reparar</p> |
|  |  |  |                 | Tiempo promedio para reparar    |                           |             |   |                  |   |
|  |  |  | Mantenibilidad  | Tiempo de reparación ejecutada  | Razón                     | Observación | Registro de datos de Mantenimiento preventivo | Porcentaje       | $M = \frac{TRE}{TMPF} * 100$ <p>M = Mantenibilidad<br/>                     TRE = Tiempo de reparación ejecutada<br/>                     TMPF = Tiempo muerto por falla</p>            |
|  |  |  |                 | Tiempo muerto por falla         |                           |             |   |                  |   |
| Costos de mantenimiento en vehículos convertidos a GNV                         | Es el importe que se paga por las actividades ejecutadas para reponer un producto  | Los costos en vehículos convertidos a GNV, se expresa  | Costos directos | Costo de mano de obra           | Razón                     | Observación | Ficha de datos                                | Número           | $CMO = HT \times \#PM$ <p>CMO = Costo Mano de obra<br/>                     HT = Horas trabajadas<br/>                     #PM = Cantidad personal de mantenimiento</p>                 |

|  |   |   |  |             |                |                |  |   |
|--|---|---|--|-------------|----------------|----------------|--|---|
| <p>a una etapa determinada. Esta técnica en la compañía logra que algunos gerentes lo tomen como un egreso, otros como una inversión, y en algunos como un seguro de productividad. (Baqueiro, 2015)</p> | <p>mediante los costos de mantenimiento que requieren los equipos y maquinarias de una empresa.</p> | <p>Costos de materiales y repuestos</p> | Razón                                    | Observación | Ficha de datos | Número         | $CMR = \sum_{i=1}^n MR_n \times C_n$ <p>CMR = Costo de materiales y repuestos<br/> <math>\sum MR_n</math> = Sumatoria de los materiales o repuestos<br/> Cn = Costo del material o repuesto hasta el enésimo término</p> |   |
|  |   | <p>Costos indirectos</p>                | Razón                                    | Observación | Ficha de datos | Número         | $GB = HT \times \#H$ <p>CB = Costos de bonificaciones<br/> % CMO = Porcentaje de Costo Mano de obra<br/> #PM = Cantidad de personal de mantenimiento</p>   |   |
|  |   | <p>Costos generales</p>                 | <p>Gastos de energía eléctrica</p>       | Razón       | Observación    | Ficha de datos | Número   | $GE = PE \times t$ <p>GE = Gastos de energía eléctrica<br/> PE = Potencia eléctrica<br/> t = Tiempo de utilización</p>  |
|  |   |   | <p>Gastos administrativos del taller</p> | Razón       | Observación    | Ficha de datos | Número   | $GAT = \sum_{i=1}^n GA_n$ <p>GAT = Gastos administrativos del taller<br/> <math>\sum GA_n</math> = Sumatoria de todos los gastos administrativos realizados en un mes</p> |
|  |   |   | <p>Gastos de limpieza</p>                | Razón       | Observación    | Ficha de datos | Número   | $GL = P \times \#d + PL_m$ <p>P = Producto de limpieza<br/> #d = Cantidad de días de consumo de producto de limpieza<br/> PLm = Pago al Personal de limpieza por mes</p>  |
|  |   | <p>Costos de tiempos perdidos</p>       | <p>Costo por Cantidad de tiempo</p>      | Razón       | Observación    | Ficha de datos | Número   | $CTDR = CHT \times TDR \quad ; \quad TDR = \frac{HO}{\#F}$  |

|  |  |  |  |   |       |             |                |        |   |
|--|--|--|--|---|-------|-------------|----------------|--------|---|
|  |  |  |  | dedicado a reparaciones                                 |       |             |                |        | CTDR = Costo por tiempo dedicado a reparaciones<br>CHT = Costo por horas de trabajo<br>TDR = Tiempo dedicado a reparaciones<br>HO = Horas operadas<br>#F = Número de fallas   |
|  |  |  |  | Costo por Cantidad de tiempo de parada por reparaciones | Razón | Observación | Ficha de datos | Número | $CTPR = CHT \times TPR \quad ; \quad TPR = \frac{HF}{\#F}$ CTPR = Costo por tiempo de parada por reparaciones<br>CHT = Costo por horas de trabajo<br>TPR = Tiempo de parada por reparaciones<br>HF = Horas de fallas<br>#F = Número de fallas |