



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Estudio comparativo de los costos de mantenimiento en los sistemas de freno ABS y
Convencionales para semirremolques categoria O4 ,Lima 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Utrilla Fernandez, Jonathan (ORCID: 0000-0003-1052-0301)

ASESOR:

Mg. Dixon, Añazco Escobar (ORCID: 0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mis padres, mis hermanos y en especial a mi esposa por las palabras que me inspiraron a conseguir mis objetivos.

Agradecimiento

Expreso un gran agradecimiento especial al Mg. Dixon Añezco Escobar, por su confianza, paciencia y ánimos en la investigación de nuestro trabajo.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo Jonathan Utrilla Fernandez con DNI N° 43652456, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta 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, junio del 2019.



.....
Jonathan Utrilla Fernandez

DNI: 43652456

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada «Estudio comparativo de los costos de mantenimiento en los sistemas de freno ABS y Convencionales para semirremolques categoría O4, Lima 2019», la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El documento consta de siete capítulos: Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Método, Capítulo III: Resultados, Capítulo IV: Discusión, Capítulo V: Conclusiones, Capítulo VI: Recomendaciones, Referencias bibliográficas y anexos.

Jonathan Utrilla Fernandez

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice	vii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	36
2.1. Tipo y diseño de Investigación	36
2.2. Operacionalización de variables	37
2.3. Población, muestra y muestreo	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	43
2.5. Procedimiento	43
2.6. Métodos de análisis de datos	44
2.7. Aspectos éticos	44
III. RESULTADOS	47
IV. DISCUSIÓN	77
V. CONCLUSIONES	78
VI. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	86

Índice de Tablas

Tabla 1. Población de vehículos a nivel nacional por clase de vehículo.....	2
Tabla 2. Número de semirremolque en el Perú por región.....	2
Tabla 3. <i>Número de semirremolques en el Perú con y sin sistema ABS</i>	3
Tabla 4. Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares	7
Tabla 5. Comparativa del sistema de frenos de semirremolques en diferentes condiciones	18
Tabla 6. <i>Ponderación de la problemática en costos de mantenimiento</i>	32
Tabla 7. Pareto	48
Tabla 8: Pareto de la problemática en los costos de mantenimiento	49
Tabla 9. <i>Análisis de normalidad de la variable independiente</i>	63
Tabla 10. <i>Análisis de normalidad de la variable dependiente</i>	65
Tabla 11. <i>Análisis de normalidad de la dimensión 1 de la variable dependiente</i>	67
Tabla 12. <i>Análisis de normalidad de la dimensión 2 de la variable dependiente</i>	69
Tabla 13. <i>Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis general</i>	71
Tabla 14. <i>Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis general</i>	72
Tabla 15. <i>Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis general</i>	72
Tabla 16. <i>Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1</i>	73
Tabla 17. <i>Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1</i>	73
Tabla 18. <i>Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1</i> ..	73
Tabla 19. <i>Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2</i>	74
Tabla 20. <i>Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica 2</i>	74
Tabla 21. <i>Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2</i> ..	74
Tabla 22. <i>Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2</i>	75
Tabla 23. <i>Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica 2</i>	75
Tabla 24. <i>Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2</i> ..	76

Índice de figuras

Figura 1. Modelos de volquetes.....	8
Figura 2. Modelos de furgón	9
Figura 3. Modelos de Cama baja.....	9
Figura 4: Modelos de Bombona y Cisterna.....	10
Figura 5: Diferencias vehículo con ABS y sin ABS	15

RESUMEN

La presente tesis se titula Estudio comparativo de los costos de mantenimiento en los sistemas de freno ABS y Convencionales para semirremolques categoría O4,Lima 2019 »; La compañía en la que se aplica está dedicada a brindar servicios de transporte de combustible a diferentes destinos del Perú. El objetivo principal de la investigación fue realizar el estudio comparativo aplicando los costos de mantenimiento para demostrar y garantizar la optimización de la disponibilidad de la flota de una empresa especializada en el transporte de combustibles para reducir los tiempos de mantenimiento y mejorar los tiempos de disponibilidad de semirremolques habilitados para la operación. Para el desarrollo del costo de mantenimiento, se utilizaron los indicadores: % Costo total de mantenimiento ($\text{Costo programado de mantenimiento} \times 100 / \text{Costo real de mantenimiento}$) y Disponibilidad ($\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento} / \text{Horas totales}$) lo que nos permite tomar decisiones para las mejoras en los periodos de mantenimiento e implementación de este sistema.

El estudio comparativo de estos sistemas permitirán tener una herramienta favorable en el área de gerencia para el aumento de disponibilidad de unidades y por consiguiente la productividad al cliente final .El costo de mantenimiento con ABS respecto al convencional es al 50%, ya que se redujo el tiempo de cumplimiento del mantenimiento en un 45%, mejorando la eficacia y un aumento de la eficiencia en un 45% en el área de mantenimiento.

Palabras claves: Costo de Mantenimiento, disponibilidad de unidades, mantenimiento.

ABSTRACT

This thesis is entitled Comparative study of maintenance costs in ABS and conventional brake systems for semi-trailers category O4, Lima 2019 »; The company in which it is applied is dedicated to providing fuel transportation services to different destinations in Peru. The main objective of the research was to carry out the comparative study by applying maintenance costs to demonstrate and guarantee the optimization of the fleet availability of a company specialized in the transportation of fuels to reduce maintenance times and improve the availability times of semi-trailers enabled for the operation. For the development of the maintenance cost, the indicators were used: % Total maintenance cost (Scheduled maintenance cost x 100 / Actual maintenance cost) and Availability (Total hours Stop hours for maintenance) / Total hours) which allows us to take decisions for improvements in the maintenance and implementation periods of this system.

The comparative study of these systems will allow having a favorable tool in the area of management for the increase of availability of units and therefore the productivity to the final client. The maintenance cost with ABS with respect to the conventional one is 50%, since it was reduced the maintenance compliance time by 45%, improving efficiency and an increase in efficiency by 45% in the maintenance area.

Keywords: Maintenance cost, availability of unit, maintenance

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

El presente proyecto de investigación se encuentra relacionado al sector del transporte de línea pesada específicamente los proveedores y comercializadores de productos como: petróleo, oxígeno, argón, nitrógeno, gas combustible y minerales.

Como es conocido, dentro del enfoque de procesos, como parte de la cadena de valor, se cuenta con insumos, el proceso propiamente y el producto. Plasmándolo en el ámbito del transporte, tendremos que los insumos del proceso de distribución vendrían a ser las unidades: semirremolque, combustible, líquidos peligrosos, como los principales. Todos estos insumos son utilizados por los procesos que vendrían a ser la administración de pedidos, logística, mantenimientos los mismos que generan valor para satisfacer las necesidades del consumidor. Este resultado está basado en la entrega a tiempo, buenas condiciones y optimización de recursos.

Dentro de esta serie de procesos que se menciona, se encuentra el proceso de mantenimiento; este último será el campo de estudio que estará relacionado con los costos de mantenimiento en la parte rodante del semirremolque que vendría a ser el recurso más utilizado después del combustible.

A la vez, este estudio permitirá conocer al transportista o dueño de flota de semirremolques y si es favorable o no el uso del sistema ABS en los costos de mantenimiento.

Según el INEI (2017) en el Perú existen 63779 semirremolques hasta el año 2017 dedicados a este servicio y dentro de esta población existen 62270 semirremolques con sistemas obsoletos (97.7%), como podemos apreciar solo un 2.3% del total de semirremolques cuentan con esta tecnología y se desconoce por qué la mayoría de los semirremolques no disponen de ellos, a pesar que ya existe una normativa para que dichos vehículos con estas características sean implementados con esta tecnología.

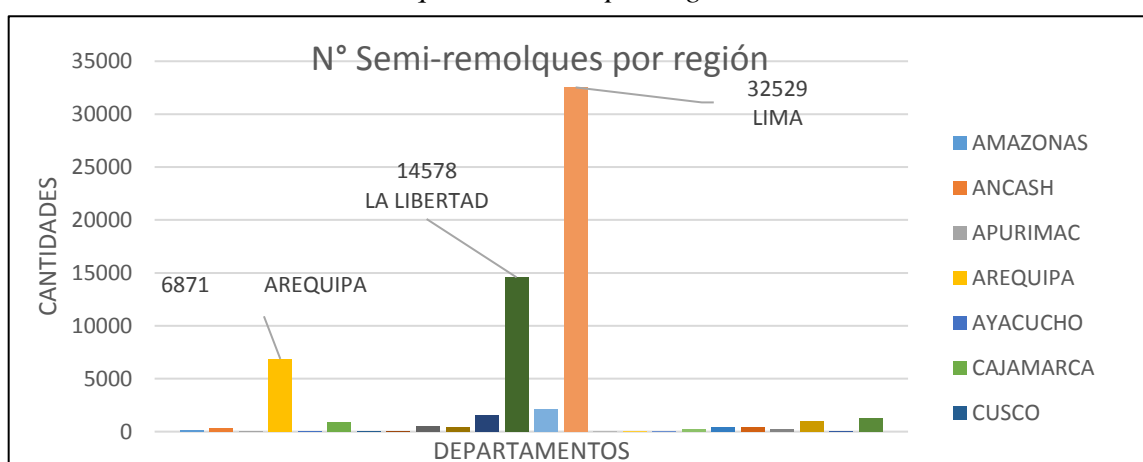
Tabla 1. Población de vehículos a nivel nacional por clase de vehículo

PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL ESTIMADO POR CLASE DE VEHÍCULO, 2001-2017				
(Unidades)				
Año	Clase de vehículo			
	Bus	Camión	Remolcador	Remolque Semi-Remolque
2001	44 752	102 901	14 565	16 415
2002	44 337	102 714	15 312	17 447
2003	46 198	109 862	17 107	22 416
2004	45 851	109 019	17 282	22 888
2005	47 788	115 576	17 602	27 400
2006	47 873	116 485	18 319	28 386
2007	48 542	120 661	20 872	30 728
2008	49 882	129 295	24 890	35 382
2009	51 563	137 407	26 457	38 027
2010	54 389	147 293	28 679	41 001
2011	56 704	158 939	30 779	44 664
2012	59 088	171 407	33 722	48 917
2013	59 987	177 723	35 368	51 658
2014	77 773	203 180	39 482	54 251
2015	103 128	274 305	53 417	57 427
2016	128 483	345 430	67 352	60 603
2017	153 838	416 555	81 287	63 779

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

<https://www.inei.gov.pe/economíacas/econom-tematico/econQomía/>

Tabla 2. Número de semirremolque en el Perú por región

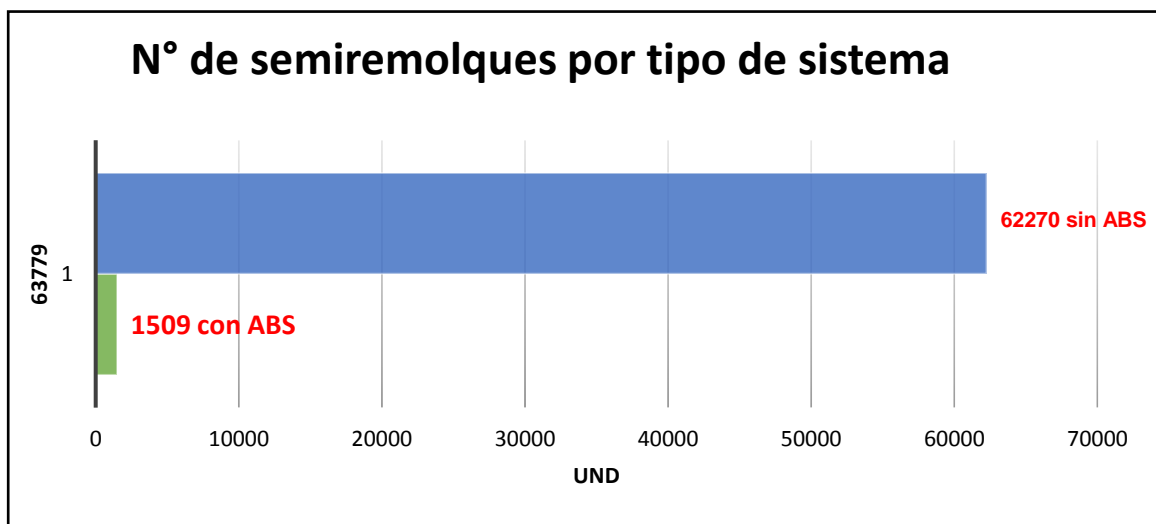


Fuente Instituto Nacional de Estadística e Informática

<https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

Desde el año 2012 se ha incorporado al mercado de semirremolques en el Perú el uso de Frenos Antibloqueo (ABS), por lo cual se pretende investigar el impacto de este sistema de frenos antibloqueo en los costos de mantenimiento de la parte rodante del semirremolque.

Tabla 3. *Número de semirremolques en el Perú con y sin sistema ABS*



Fuente: DATASUR

WABCO (2015), la “utilización de este sistema ha sido normada también, tanto a nivel internacional como en nuestro país. Europa es el primer continente en legislar a favor del ABS para su uso en vehículos comerciales, como sistema de frenos que incrementa las condiciones de seguridad. Esta legislación data del año 1991 Estados Unidos legisla en torno al tema en el año 1998, África en el año 2004, Brasil en el 2014, seguido de Australia en el 2015.

Trabajos previos

Contexto Internacional

Se encuentran los siguientes trabajos previos en relación a este sistema, a nivel internacional: La incorporación del sistema inteligente de frenado en función a la carga, tiene como finalidad una mejor distribución de presión de aire al momento de actuar los frenos en el semirremolque. El sistema identificara si el vehículo está cargado o vacío para que envíe las presiones de aire a las cámaras que hayan sido parametrizadas. (Ortíz & Chele, 2016).

Con la incorporación del sistema de frenos ABS, no solo lograremos conocer los costos de mantenimiento; si no también conoceremos como mejora la disponibilidad de unidades y a la vez si queremos profundizar también podemos realizar otro estudio de índice de accidentes.

La investigación es de tipo descriptiva y consigna precisiones sobre la forma en que se comporta un vehículo con el sistema ABS+RSS. Muestra los riesgos de volcadura que se registraron y que no ocurrieron gracias al sistema instalado en este vehículo y establece su relación con la seguridad del conductor; y los registros de volcadura previos a la instalación de este sistema.

Esta información es relevante porque, además de demostrar la disminución del riesgo de volcadura en vehículos que utilizan el sistema y las posibilidades de gestión de la seguridad que el sistema ofrece, los autores plantean, como recomendación la incorporación del mantenimiento periódico a los vehículos con este sistema, ofreciendo consideraciones para su realización.

Es el que se anticipa a una falla por intermedio de un seguimiento para así poder predecir la interacción de una de las variables de un equipo o maquinaria, su estudio se basa en el control en el mismo momento de funcionamiento para poder disminuir los tiempo de paro de las maquinas (CALLONI , 2011 pág. 20)

El autor citado, líneas atrás nos da a conocer que la planificación del mantenimiento trae como consecuencia menos costos de mantenimientos por paradas de averías y por ende mayor disponibilidad para la operación.

La mayoría de accidentes de tránsito es generado por el hombre, sin embargo podemos minimizar este riesgo con la incorporación de sistema de seguridad, en este caso con el sistema de frenado ABS que ayudara a la prevención de accidentes .Es importante que los conductores se encuentren capacitados a fin de aprovechar el máximo beneficio del sistema mencionado.(Gaona Muñoz, 2014)

Referente a lo mencionado, el autor manifiesta la relación del ABS con la prevención de accidentes, consideramos esta situación se encuentre dentro de los límites máximos permisibles para que sea beneficioso el uso del mismo.

El manteniendo preventivo se precisa a modo de una cadena de planes para neutralizar las anomalías ocasionadas por las máquinas, teniendo un plan y un programa con base en el tiempo, nivel de uso y condición de funcionamiento (DUFFUSAA, y otros, 2008 pág. 77)

Según lo indicado por el autor el estudio comparativo de los sistemas de frenos serán analizados por cada mantenimiento preventivo en casos de 30000km en frenos convencionales y 50000km frenos ABS.

Para definir las hipótesis, Cruz, José Manuel; Cruz, Félix sostiene al respecto:

[...]Si bien es cierto que todos los mantenimientos son importantes, si desearíamos darle prioridad a uno de ellos, sería el mantenimiento preventivo ya que llevando un correcto control se lograría en lo posible evitar muchas averías, con lo cual se lograría mejorar los estándares de instalación y seguridad (CRUZ , y otros, 2009 pág. 176)

Según el autor este proceso también es conocido “mantenimiento preventivo (planificado)”, se involucra anticipadamente ante cualquier desperfecto que pueda tener la máquina . bajo circunstancias de control sin la presencia de algún fallo en el mecanismo del semirremolque.

Por otro lado, Duffusaa, Salih; Raouf, A; Dixon , Johnel definen lo siguiente:

[...]El uso de este tipo de mantenimiento es cuando ya el equipo se encuentra inoperativo, en este tipo de factor no se puede predecir y por lo tanto el costo ocasionado por la reparación no se puede justificar, a este tipo de acción se le conoce como, operación hasta que falle y su ejecución es principalmente en el ámbito electrónico (DUFFUSAA, y otros, 2008 pág. 33)

De acuerdo al autor este tipo de mantenimiento también es designado “Mantto reactivo”, lo cual es un mantenimiento que no se ha proyectado ,asume lugar en seguida a la anomalía es decir, que subsana o coloca en optima condiciones de trabajo y nuevamente será requerido cuando se produzca otra eventualidad en el semirremolque.

El concepto de mantenimiento desde sus inicios hasta la actualidad ha ido evolucionando, cabe mencionar que actualmente se cuenta con cuatro tipos de mantenimiento más conocidos los cuales son mencionados en el artículo publicado por el autor Gomes de León , si bien es cierto que hay innumerables clasificaciones de mantenimiento, esto va a depender mucho del uso que se vaya a dar , así como al estilo de desarrollarlas, generalmente se suele presentar con una clasificación basado en lo metodológico y llevado a un ámbito filosófico en la planeación, que por lo general tiene una relación de peculiaridades similares, que dependen de una variedad ilimitada de factores. Desde esta perspectiva, se presentan estos tipos de mantenimientos, los cuales son: Correctivo, Preventivo, Predictivo y Productivo Total". (Gomes de Leon, 1998 pág. 45) .

Contexto Nacional

A nivel nacional no se ha realizado un estudio, pero si tenemos una ley que establece el uso del sistema ABS en Semirremolques, este fue promulgado en el gobierno del Sr. Alejandro Toledo.

En nuestro país, en octubre del 2003, se aprueba el Reglamento Nacional de Vehículos con el DS N° 058-2003-MTC. Ley N° 271818, General de Transporte y Tránsito Terrestre. (MTC, 2003) En el citado reglamento, el Artículo 19° exige que los vehículos de la categoría N3, O2, O3 y O4 lleven el sistema de frenos antibloqueo ABS. Estas categorías corresponden a los vehículos denominados remolque y semirremolque.

Sin embargo las empresas nacional comercializadoras de estas unidades no se rigen todavía a esta ley por la informalidad todavía que vivimos. Del mismo modo la homologación para este tipo de vehículos no se realiza en su mayoría.

Los semirremolques que se estudiaran se encuentran en la categoría O4, con peso bruto mayor a 10 toneladas.

Tabla 4. *Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares*

Categoría	Clase o combinación especial	Descripción
Semirremolques		
O1		Semirremolques con peso bruto de 0.75 toneladas o menos
O2		Semirremolques con peso mayor a 0.75 toneladas y menor que 3.5 toneladas
O3		Semirremolques con peso mayor a 3.5 toneladas y menor que 10 toneladas
O4	2-3 ejes	Semirremolques con peso bruto mayor a 10 toneladas

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones

El principal objetivo del mantenimiento es la de brindar un apoyo a los distintos procesos productivos con niveles apropiados de confiabilidad, disponibilidad y con índices altos de productividad a un bajo costo (TECSUP, 2006 pp. 227)

Según Pérez el diseño del plan de mantenimiento trata de incorporar nuevas actividades dirigidas a la confiabilidad lo cual influirá en extender la calidad de servicio. Las mejoras continuas en los procesos de mantenimiento amerita una reestructuración de lo planificando prolongando la durabilidad del componente. (PEREZ, 2013. pp. 179)

De acuerdo a Huancaya menciona que con la incorporación de métodos mejora la disponibilidad de flota para la operación, clasificando los análisis y modos de averías, estos tienen acción en los mismos. Recopila la data para realizar un extracto en tiempos y paradas, cambiando positivamente la disponibilidad mecánica y garantizar el buen funcionamiento del vehículo. (HUANCAYA, 2016. pp.103)

Teorías relacionadas al tema

Semiremolque categoría o4 (Peso bruto vehicular mas 10 toneladas)

La característica de este vehículo se refiere a que cuenta con in King Pin lo cual descansar o reposara el peso en el tracto para que sea transportado. El semirremolque tiene diferente diseño estructural en función al requerimiento del cliente final y sus operaciones.

Así también esta categoría tiene como ley que si los semirremolques sobrepasan los 10000kg, deben llevar como mínimo los sistemas de frenado ABS, cámaras de freno doble y un dispositivo de autofrenaje ante cualquier ruptura o desenganche improvisado



Figura 1. Modelos de volquetes



Figura 2. Modelos de furgón



Figura 3. Modelos de Cama baja



Figura 4: Modelos de Bombona y Cisterna

Yoc.O. (2014) “Implementación del plan de mantenimiento integral para vehículos” la finalidad es mejorar tres programas de mantenimiento con las cuales ya cuenta la empresa, y son el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. El objetivo principal de este trabajo en este caso es reducir en lo más mínimo las reparaciones correctivas y a su vez poder realizar una correcta implementación del programa de mantenimiento. El trabajo de investigación concluyo con la reducción de costos por mantenimiento correctivo por conceptos de reparaciones de emergencia, además con la implementación se logró mantener nuestros vehículos en condiciones óptimas, mejorando el rendimiento, la presentación y sobre todo seguridad.

Los autores Mónica López y Salvatore Cannella ,en su artículo “Panorama de los sistemas de información para la gestión del mantenimiento”, tienen como propósito que el lector adquiera conocimientos basados en lo descrito ,de esta manera se lograra desarrollar un sistema de información del mantenimiento (SIM) son: la fase de la introducción, la fase de la coordinación y la fase de la integración, también nos presenta dos herramientas tecnológicas para poder llevar con más eficiencia los datos y son: los sistemas (GMAO) que constituye a un conjunto de software y de archivos capaces de manipular una gran cantidad de datos de mantenimiento y en forma estandarizada , y los Sistemas de gestión de activos empresariales conocidos como (EAM) realizan casi las mismas labores que el sistema anterior, pero que además se le añade otras funciones como gestión de la materia, recursos humanos y otras aplicaciones de planificación,

estas poderosas herramientas si no son bien implementadas podría perjudicar a la empresa quien tendría que pagar un gasto innecesario por dicho programa, finalmente nos da a conocer que el SIN y su adecuada implementación y control de sus datos favorece en gran medida para la recolección de data en tiempo real aumentando el tiempo de reacción ante un problema. (Panorama de los sistemas de información para la gestión de mantenimiento, 2014) .

1. Sistema de frenos Convencional

Los autores Larrea, Nuela y otros, se proponen identificar y clasificar todos los conceptos relacionados al mantenimiento y a los procesos que esto involucra dentro de su artículo, y de esta manera poder proporcionar conceptos a futuras investigaciones debido a que no se realizaron estudios durante los tres últimos años, para este estudio se utilizó la metodología de los autores Guirao y Silamani, y al finalizar la investigación y fundamentar todos los conceptos se proporcionó una propuesta conceptual (Aproximación a un análisis conceptual del proceso de mantenimiento en el entorno Industrial,(62) 2018 págs. 1-17)

En vehículos sin ABS al frenar al máximo, se bloquean las ruedas (se frena en seco) y mientras esto acontece, el conductor no tiene control alguno sobre la dirección por más que gire el volante; entonces, el accidente es inevitable. Por eso es imperativo, para la seguridad, adquirir vehículos con frenos ABS. Con o sin ABS, la forma de operar de los frenos es la misma.

Clases frenos:

En un vehículo motriz se encuentra dos clases de frenos:

- Servicio

Regularmente aplicado para reducir la velocidad, actuado principalmente por el conductor y este a la válvula pedalera. Puede ser compuesto por tipo tambor o discos, que van ser accionados hidráulica o neumáticamente.

- Estacionamiento

Destacado como freno de mano y su principal función es inmovilizar la unidad cuando se encuentre fuera de conducción.

Funcionamiento del sistema de frenado

El mantenimiento fiable es esencial; los autores Unzueta Aranguren y otros, en su artículo Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado donde se observa el resultado en la confiabilidad, y se tienen a tres empresas de diferentes sectores donde se pudo ejecutar este programa para cada caso, pero guiados por los siguientes procedimientos los cuales son: Como primer proceso el control de la documentación, como segundo el análisis de fallos y sus causas, como tercero desarrollar el plan mantenimiento preventivo, como cuarto proceso el desarrollo de sistema de gestión de mantenimiento, como quinto paso panel de mando retroalimentación y resultados, finalmente se implementara las ordenes de trabajo, se concluye que con esta implementación se reducen los trabajos de mantenimiento sin interferir con la disponibilidad de los equipos e instalaciones. (Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado., 2014).

Contar con un buen mantenimiento es esencial, en el presente artículo donde los autor Herrera y Duany presentan el mismo proceso anteriormente mencionado en una computadora a través de un programa, basándose en el método de Kant implementando sus dos primeros niveles, con esta implementación se busca dar soluciones a la deficiencia de la planificación, control y a la evaluación de la GM gestión de mantenimiento, con esto se desea demostrar que con la ayuda de un proceso automatizado y un buen programa se logra mejorar tanto la calidad como los servicios de mantenimiento. Concluyendo finalmente que este trabajo se desarrolle se tiene que poner cuidado en los componentes claves como son: el compromiso de toda la gente de administración para iniciar el proceso de ejecución, la detección de las amenazas y debilidades, y el compromiso total de los colaboradores del área de mantenimiento. (Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento, 2016)

Sistema de frenos

Básicamente a componentes constitutivos y la actuación de accesorios sobre las partes móviles, es clasificado por los siguientes:

- Tambor

Al momento que el conductor acciona por medio del pedal, activa ciertos mecanismos como las zapatas, ejes excéntricos, levas, poniendo en contacto la banda de la zapata con la tambora, originando rozamiento y fricción para que el vehículo se detenga. Este tambor es de hierro fundido y su periodo de vida útil se basa en el manejo.

Debido al esfuerzo ante las frenadas propias del trabajo del vehículo, este componente empieza a calentarse a una temperatura aceptable. Si tenemos frenadas en exceso o continua, la temperatura será excesiva lo cual perderemos eficiencia de frenado debido a la disminución de la adherencia del material y cristalización al cambio brusco de temperatura.

El genera calor, si éste no es disipado correctamente puede ocurrir una pérdida de eficacia de los frenos (fading), ya que el sobrecalentamiento provoca la disminución de adherencia del material utilizado en los revestimientos de las zapatas. A pesar de esto, frenos de tambor es muy efectivo, su coste es reducido y tiene una larga duración. Su estructura cerrada ofrece una excelente protección frente a la suciedad y la humedad.

- Disco

Tiene las mismas características de funcionamiento de lo descrito líneas arriba, sin embargo físicamente son distintos y los componentes que trabajan en ello también, está compuesto por un disco giratorio y la acción de frenado en esta ocasión lo harán las pastillas, generando de este modo rozamiento y fricción deteniendo el vehículo. La composición del disco es básicamente de hierro fundido o en algunos casos fibra de carbono.

Respecto a la disipación del calor entre ambos componentes, la del disco se disipa mejor con referencia al tambor debido a su diseño y forma estructural ya que las piezas están expuestas al aire.

Sin embargo, su coste no es tan reducido y en desventaja podemos mencionar está expuesta a la suciedad o humedad de la carretera

Sistema de freno neumático

Este sistema se caracteriza por el uso de aire comprimido para la operatividad de todos los accesorios o periféricos del semirremolque generado por el propio motor del tracto. El principal generador de aire es el compresor controlado a través de válvulas y es enviado esta presión a los actuadores para realizar el frenado o trabamiento de las ruedas.

Su aplicación se acentúa en su mayoría línea pesada como camiones, autobuses, semirremolques, por su seguridad, eficiencia y confiabilidad:

- Me permite acoplar múltiples semirremolques obteniendo en todos ellos capacidad de frenado por medio de un mecanismo de válvulas de freno que podrán ser controladas desde la cabina.
- Además, consta de un frenado de emergencia ante cualquier eventualidad que pueda sufrir la unidad, esta acción permitirá garantizar la inmovilización del vehículo ante algún desperfecto.

2. Sistema de frenos Antibloqueo “ABS”

Según SA, p (www.automecanico.com), SF, el frenado con sistema ABS, mejora las condiciones de conducción, seguridad y frenado. Esto debido a que garantiza que las ruedas no se bloqueen al entrar en acción en situaciones de frenadas bruscas. Además, mejora la maniobrabilidad, reduce las distancias de frenado y ahorra en neumáticos debido a que no minimizara el trabamiento de las ruedas, los cuales trae como consecuencia reducción en costos de los mantenimientos y prolonga la vida útil de estos. Referente a la seguridad el sistema también puede controlar la estabilidad de acuerdo a maniobras bruscas sin la intervención del conductor.

- Estabilidad en el manejo: Las situaciones de conducción ameritan disponer en todos los sistemas como la dirección, frenado y suspensión se encuentren en buenas condiciones para garantizar la estabilidad en situaciones bajas, medias u altas de exigencia
- Dirigibilidad: El semirremolque que es enganchado por un tracto con sistemas electrónicos pueden manejarse sin problema alguno y con total facilidad; debido a los sensores y actuadores que entran en funcionamiento.

□ **Distancia de parada:** Reduce de manera gradual la velocidad y disminuye el recorrido de detención.

El funcionamiento del sistema ABS se inicia en el reconocimiento de las revoluciones del vehículo por medio de sensores y aros dentado que se encuentran instalados en las bocanasa del eje, estos sensores envían información al módulo ABS que interpreta esta señal inductiva eléctrica en salidas de señal neumática a las cámaras de freno. La presión de salida de aire no son iguales, el módulo se encuentra modulando las presiones en función al trabamiento en fases de presurizar, mantener y despresurizar. El ABS cuenta con una alimentación de energía proveniente de la parte delantera del semirremolque que es la fuente principal de operación del sistema. Esta toma estará conectada por medio de un cable espiral al tracto ya sea vehículo americano o europeo.

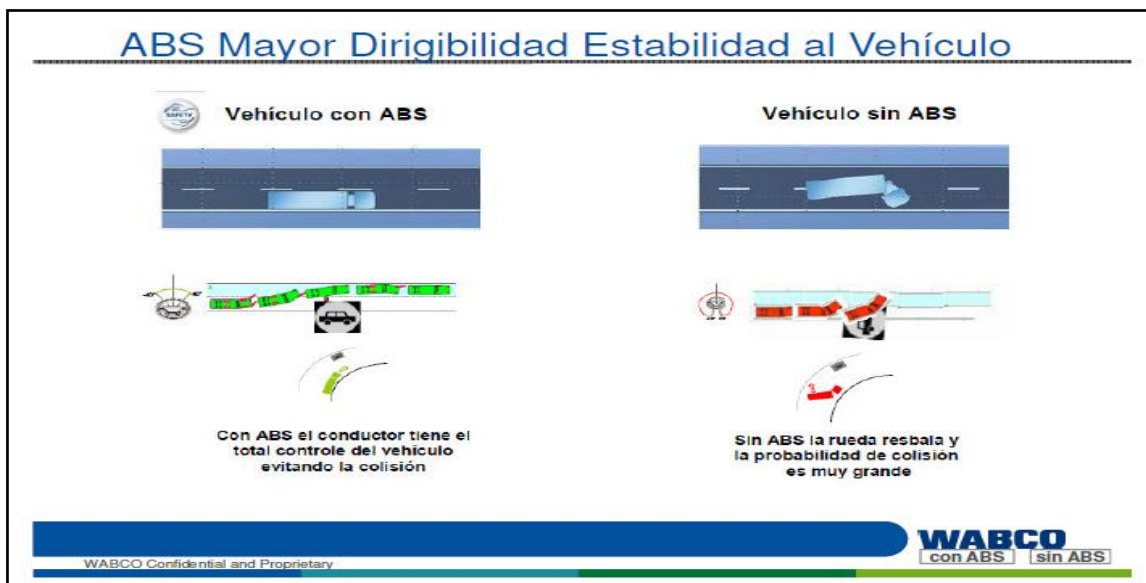


Figura 5: Diferencias vehículo con ABS y sin ABS

Entre los beneficios del uso del sistema ABS, tenemos que:

- Incrementa el grado de seguridad ante una situación crítica que se presenta (curva, mala maniobra o maniobra brusca, cambio rápido de carril para superar un obstáculo). En estos casos la aceleración transversal del vehículo adquiere un valor (crítico) tal, que origina la pérdida de control del vehículo y posible vuelco del mismo, situación que es prevista y controlada por el sistema, ayudando a prevenir o minimizar las posibles inclinaciones o volcaduras que puedan ocurrir dentro de un marco físicamente factible.

- Mantiene la dirigibilidad del vehículo en condiciones de frenaje críticas, dado que cuando se utiliza un sistema de frenos convencional en este tipo de situaciones de frenaje, las llantas son bloqueadas, con lo cual aun cuando se frene el vehículo, no es posible virar el mismo, produciéndose choques, si es que lo que se pretendía era evadir algún obstáculo, o evitar dirigirse a un lugar de la carretera que fuera peligroso. Con este sistema, las llantas no se bloquean y es posible seguir dirigiendo el vehículo y a la vez, frenar.
- Mantiene la eficiencia y se acorta la distancia del frenado en condiciones de bajo coeficiente de fricción
- Ahorra desgaste de los neumáticos.

El segundo recurso más utilizado en las operaciones de trabajo del vehículo es el neumático, para ello este sistema va a extender los periodos de cambio debido a la mejor distribución de la fuerza de frenado a la hora de entrar en funcionamiento. Con esto se consigue ampliar los periodos de cambio del neumático debido a que se minimizan las posibilidades de arrastre en las ruedas.

Implementar de un programa de mantenimiento requiere de una constante auditoria sus sistemas. En el siguiente artículo los autores Herrera y Martínez presentan una investigación dirigido a controlar las operaciones del área de mantenimiento, por medio de las auditorías a la gestión será puesto en práctica el presente estudio en 5 hospitales, el objetivo es la evaluación del desempeño del mantenimiento y de esta manera demostrar que el punto crítico de una auditoria de gestión generalmente son los recursos humanos, por ello se realizaron encuesta trabajadores y directivos, utilizando herramientas como Tormenta de ideas y el diagrama de Ishikawa. Se obtuvo como resultado que el punto crítico está orientado a los escasos de los recursos, sin embargo la causa fundamentan de una baja disponibilidad es la mala gestión del departamento de mantenimiento que se viene realizando. La conclusión final es que el punto crítico de una mala gestión, es el personal humano encargado (Management audit applied to the maintenance department in hospital facilities., 2017 págs. 152-159)

3. Mantenimiento

De acuerdo a lo mencionado por el autor Gomes el mantenimiento se divide en cuatro tipos, y el más recomendable es el mantenimiento preventivo, ya que busca que el equipo o maquinaria se mantenga en funcionamiento el mayor tiempo posible y evite imprevistas, por ello se hacen programaciones para anticiparse a las posibles fallas y así incrementar la disponibilidad de los equipo, como lo podemos constatar con los autores Colmenares y Villalobos donde en su artículo titulado “Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo”, el objetivo será aplicar a un solo equipo un programa de mantenimiento preventivo, con esta metodología se buscara dividir el equipo en sub conjuntos a los cuales se le puede aplicar el mantenimiento, para ello dividen el equipo y sus funciones utilizando el ciclo Deming con el cual se puede visualizar toda la estructura durante su funcionamiento operativa, después de esta acción se concluirá que realizar un mantenimiento preventivo por sub conjuntos agiliza el mantenimiento, reduce los tiempos entre fallas, se amplía la duración de los repuestos y el desgaste será más uniforme, estos resultados inciden positivamente en la productividad y confiabilidad de la máquina. (Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo, 2014) .

En este estudio, entenderemos por mantenimiento a esta serie de actividades que tienen por objeto dejar en óptimas condiciones de funcionamiento a un vehículo, para garantizar los flujos o procesos a los que estará sometido este y a la vez, para reducir las paradas no planificadas que significan pérdida para el empresario.

Las funciones de mantenimiento forman parte del concepto amplio de ingeniería. Son asumidas también como parte de un sistema, y se constituyen, a su vez, como un factor técnico organizativo que afecta la productividad, con lo cual, requieren ser planificadas y administradas de la mejor manera, para el logro de sus objetivos, con mayor rentabilidad.

Las actividades de mantenimiento permiten prevenir averías, efectuar revisiones, aplicar medidas de conservación y desarrollar reparaciones, dependiendo del tipo de mantenimiento que se aplique, el cual se define en relación a los procesos que engloban las actividades mencionadas. A partir de estos procesos es posible clasificar el mantenimiento en cuatro tipos: proactivo, predictivo, preventivo y correctivo.

Tabla 5. Comparativa del sistema de frenos de semirremolques en diferentes condiciones

CONDICIÓN DE FRENADO CON SUPERFICIE	SIN ABS (DERRAPE O ARRASTRE)	CON ABS
Arenosa	20%	10%
Mojada asfalto	40%	20%
Extremas	Perdida de estabilidad	Estabilidad
Ruedas delanteras	1000 N	1350 N

Fuente: Wabco University

Como mencionamos anteriormente, dentro de la gestión de mantenimiento tenemos cuatro procesos que se plantean a la buena operación de toda máquina con la única finalidad de evitar o incurrir en costos mayores de lo planificado y minimizar unidades paradas por fallos mecánicos u semejantes.

Tipos de mantenimientos:

- Proactivo

Regida primordialmente a la localización y ajuste de las causas que crean el desgaste y que llevan al desperfecto a un equipo. Ya localizadas tomar los apunte y ajustes para que no vuelva a suceder, caso contrario la vida útil y desempeño de estos equipos se acortaran, la durabilidad de estos productos es en función a la buena aplicación del eso correcto que tuvo, utilizando una habilidad de “localización y ajuste” de las alertas que presente el programa proactivo.

Límites máximo permisibles, nos refiere a que los parámetros o medidas de desgaste se encuentran dentro de lo óptimo de operación, lo cual no tendrán ningún desperfecto funcionalmente.

Dentro de la protección de los sistemas mecánicos, neumáticos u electro neumáticos existen cinco fallas comunes que se realizan básicamente por un mal control de los periféricos del vehículo o una mala manipulación del componente al momento de instalar, estos factores fáciles de identificar suelen ser partículas como el agua con aceite enviados del compresor, elevada temperatura por obstrucción de los panales, aire contaminado por no tener buen filtrado o hermeticidad y el combustible

En este sentido, la existencia de sistemas que aportan información sobre el estado de los equipos, como por ejemplo, el estado de la parte rodante de un vehículo, identificando sus condiciones de operación, se encontraría en esta clasificación, en la medida en que aportan a la realización de un monitoreo permanente de los equipos. El mantenimiento proactivo se realizará en la medida en que se identifiquen causas que puedan generar problemas de funcionamiento posterior.

La planificación del mantenimiento se realiza a través del área de operación para adaptar sus necesidades al desempeño que suelen tener las máquinas y la vez están deben ser medibles para buscar las mejoras y seguir optimizando los recursos del mantenimiento proactivo.

Es imprescindible realizar el seguimiento de los programas y periodos de mantenimientos para determinar el avance y tomar los ajustes correspondientes si en caso fuese necesario.

○ Mantenimiento Predictivo

El predictivo es considerado como un mantenimiento por pronostico que busca prevenir anticiparse a las fallas en el momento en el cual no se busca remplazar paisas si no de corregir las fallas antes que se produzca (GONZÁLES , y otros, 2007 pág. 13)

Según lo mencionado por el autor, este tipo de mantenimiento ayuda en prevenir las fallas antes que presente alguna eventualidad a fin minimizar los riesgos de que el vehículo se quede varado .Con esto garantizamos que las unidades se encuentren operativas y cumplan con las exigencias de los clientes finales.

Para seguir mejorando el siguiente paso sería implementar un programa de mantenimiento preventivo, en el siguiente artículo donde los autores He, Yihai, Gu, Changchao y otros toman como estrategia para poder integrar el mantenimiento predictivo lo vinculan con la calidad, la producción y la confiabilidad y con ello presentar el contexto de una fabricación

inteligente, para poder lograr este objetivo se relacionó la evaluación de la tasa de falla enfocada en el co-efecto de la confiabilidad de los elementos del sistema de los productos en la cadena, y se concluyó que el método usado vinculando al mantenimiento predictivo con los otros dos factores mejoran el desempeño en lo económico (Integrated predictive maintenance strategy for manufacturing systems by combining quality control and mission reliability analysis., 2017).

Radica en determinar a cada momento el estado de operación actual del semirremolque, este seguimiento se realiza vía remota (Tiempo real) bajo programas de control que informen al área de operaciones los periodos próximos de mantenimiento y las comprobaciones de los parámetros más relevantes de la unidad.

La forma de obtener estos resultados tecnológicos se ejecuta con los estudios de cifras matemáticas involucrados en las operaciones, logrando brindar información exacta y precisa del estado actual del vehículo.

Asimismo, este mantenimiento tiene la finalidad de reducir las paradas por preventivo ayudando a maximizar la operación reduciendo los costos de mantenimiento. La incorporación o mejora de estos procesos de control requiere disponer de personal calificado para cumplir con las exigencias requeridas.

Con el mantenimiento preventivo y predictivo implementado en una planta es posible acceder a un mantenimiento autónomo, el cual busca que el personal técnico, operario y demás trabajen coordinadamente, formando al personal hacia la metodología del TPM, al respecto los autores Guariente, P, Antonioli y otros, mencionan en su artículo que su objetivo principal tener la disponibilidad de equipos y maquinas realizando la implementación del mantenimiento autónomo, dicho trabajo se realizó en una empresa que suministra tubos de aire acondicionado para los vehículos, con la implantación de un mantenimiento autónomo tuvieron que realizar todos los procesos, capacitaciones, mejoras en los procedimientos y sobre todo los trabajadores entendieron que cada trabajador puede adoptar por la autonomía en su lugar de trabajo y así fortalecer en TPM, con esta metodología logramos ampliar la disponibilidad en la empresa en 10% y 8% de eficiencia general del equipo respectivamente. (Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer, 2017)

○ Mantenimiento Preventivo

Según DUFFUSAA, SALIH; RAOUF, A; DIXON , JOHN,

El mantenimiento preventivo involucra una relación de secuencias mediante el cual lograremos el correcto trabajo de las máquinas y equipos durante el tiempo de funcionamiento que es requerido, estas máquinas como todo tipo de equipos y aun los seres humanos requieren de una inspección, control y reparación de los desgastes ocasionados por el tiempo, según el libro de Duffusaa nos define el mantenimiento como una secuencia de actividades que se interrelacionan unas a otras logrando mantener un equipo o equipos en óptimas condiciones, esto conllevará a un funcionamiento continuo (DUFFUSAA, y otros, 2008 pág. 419)

Para la elaboración de la planificación de trabajos programados es importante conocer el manual de mantenimiento que tiene el ensamblador, en este caso será el concesionario. Este es el paso a seguir para adaptar este manual de instrucciones a la operación que realiza el vehículo. En ese sentido la información proporcionada por el fabricante es el camino a seguir para tener un consideración óptimo y eficiente conservación de las piezas motrices.

Para el autor Sánchez Gonzales , y otros, mencionan que este proceso es un conjunto de actividades, los cuales son primordiales para poder incrementar el tiempo de vida de los equipos e instalaciones además de prevenir o evitar que los equipos queden inoperativos por fallas imprevistas las cuales no fueron planificadas, además tiene como misión realizar un plan de mantenimiento periódico para realizar las revisiones y posteriormente realizar el mantenimiento del equipo, con este tipo de mantenimiento se evitan paros de emergencia de los equipos además de las horas perdidas por el paro de las máquinas. (Sánchez González , y otros, 2015)

Este mantenimiento muestra las siguientes repercusiones:

- Considera todos los recursos a utilizar en función al procedimiento estructurado a seguir y los mecanismos a ejecutar, con la finalidad en ser eficiente del tiempo de respuesta que la unidad esta parada.
- Este proceso dispone los parámetros establecido para que el vehículo ingrese a la hora y fecha planificada, en este mantenimiento también podemos determinar el tiempo de parada según las actividades a realizar.

- El preventivo se encuentra designado a cierta pieza exclusivamente que son también controladas por kilometraje de vida útil. De igual manera se pueden llevar un mantenimiento extendido.
- Se dispone de una hoja de vida de los mantenimientos realizados.

○ Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento contiene las mismas características que el tipo de mantenimiento por fallo y que involucra no solo solucionar las falla si no busca determinar las causas exactas del problema (GONZÁLES , y otros, 2007 pág. 12)

Otra característica de este mantenimiento se trata en desconocer cuanto es el rendimiento total de la piezas, ya que no se puede determinar cuánto más hubiera durado y si su cambio es por desgaste de fabricación u mala aplicación de montaje.

En este escenario si no existiera la avería, la actividad será nula, ya que tendremos que estar a la expectativa del desperfecto para subsanar las anomalías y en muchos casos los vehículos llegan a quedarse varado.

Este mantenimiento muestra las siguientes repercusiones:

- Aborde de la operación de trabajo por problemas inesperados de funcionamiento en el vehículo
- Inmóviles vehículos por falta de atención al correctivo.
- Traerá pérdidas económica tanto en repuestos como servicio que no hayan sido contemplados en las cotizaciones, y en la mayoría de casos se mencionara que no se cumplió con los mantenimientos anteriores por temas de presupuestos.
- El tiempo que la unidad estar varada, no se encuentra dentro de lo planificado y será predecible calcular ello.

Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una nueva filosofía que busca la integración total la empresa desde el último personal de la empresa hasta el gerente general, esta filosofía se enfoca en el mantenimiento basado en inspecciones que anteriormente no se tomaban en cuenta, como la revisión inter diario del engrasado de un rodamiento, la capacitación del personal en temas de mantenimiento y seguridad, estos puntos son factores determinantes para la eficiencia de una planta , en

general el mantenimiento productivo total busca aumentar la productividad logrando integrar a todo el personal en las tareas de mantenimiento y calidad.

Según Jorge Acuña, menciona que el mantenimiento Productivo total no representa una técnica, si no mas bien es una filosofía la cual busca enseñar a todos los trabajadores de una organización, cuando se habla de mantenimiento no solo va a involucrar al personal de mantenimiento si no a todo los trabajadores en general que tienen participación o contacto directo con las maquinas, por que son ellos quienes trabajan a diario con las maquinas , lo que el TPM busca en general es que los trabajos de poca trascendencia los realicen los propios operario y no solo se recurra el personal de amantenimiento. (ACUÑA Acuña, 2003 pág. 284)

Los autores Méndez y Rodriguez en su artículo, tienen como misión principal proporcionar un ejemplo práctico de la aplicación de esta filosofía del TPM y disminuir las perdidas e maximizar la produccion del proceso de fabricacion de autopartes, se comenzará con la implementación de los pilares del TPM y luego se realizará el análisis de ishikawa en toda la organización, y con esto el mantenimiento preventivo y el equipo de operaciones se convierten en los pilares de esta nueva implementación. Se realizára agregando a toda la organización y area gerencial, ya que garantizaron esta implementación. (Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line, 2017)

Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo son factores esenciales en cualquier mantenimiento, sin embargo los autores Enriques, Muñoz y otros menciona que en la producción que se está realizando se está produciendo rechazos, y posponen las medidas para el control de estos productos, para ello decidió analizar las ordenes de trabajo y proponer a un grupo de especialistas los cuales con un análisis proponer soluciones, después de realizar los análisis se logró una avance en los proceso de envasado y mantenimiento disminuyendo los productos de rechazo (Acciones de mantenimiento en apoyo a la producción de una empresa biotecnológica, 2019 págs. 1-6)

Una orden de trabajo es un documento en el cual se hace mención del tipo de mantenimiento que requiere, el área, el solicitante, fecha, hora y entre otros factores, esto se realiza para

tener como archivo y de esta manera poder controlar los tiempos de respuesta por parte del área mantenimiento y de esta manera mejorar la eficiencia en los tiempos.

4. Costos De Mantenimiento

De acuerdo a este punto estos costos son proporcionales en función a como se encuentran estructurados en su diseño y de igual manera en las fabricación u otro material que se requiera

Lo cual se debe tener en cuenta:

- Los incremento de mano de obra, material e indirecto.
- Falta materiales u repuesto para el servicio.
- Costos de Mantenimiento Preventivo

El costo de este programa es de Vidal importancia ya que se tendrá que realizar un análisis de cual es más conviene si invertir en sus preventivos o estar en los gastos inopinado cuando el vehículo se queda varado. Esto se le sumaria la penalidad del cliente final por no llegar a tiempo, la congestión u contaminación que pueda generar de acuerdo al material transportado y por último la imagen de la empresa que en costos es la más representativa.

Por consiguiente estas paradas se constituyen por tres partes, de los cuales depende mucho de tipo de vehículo y el material transportado.

- Costo directo de la refacción
- Costo de cambio (desvalorización del semirremolque)
- Bajas posibilidades de trabajo.
- Debido al mantenimiento en mención se puede reducir los costos del 20% hasta un 50% para obtener como resultado una eficiente disponibilidad de unidades.
- Como estrategia del preventivo se debe añadir un colchón en el presupuesto, que nos ayude a contrarrestar este gasto.

Están clasificados de la siguiente manera:

- Costos directos
- Costos materiales
- Costos indirectos

Podemos mencionar los siguientes costos directos:

Costos de MOD, involucra al colaborador con el cálculo de horas hombres a las actividades encomendadas

Costos de materiales, involucra todo los insumos que se necesita para obtener el producto como son grasa de rodamientos, retenes, seguros.

Costos indirectos, involucra todo aquel recurso que ingresa en el proceso de manera paliativa

Como gastos generales podemos incluir:

- Recibo de servicios luz, administrativos, limpieza entre otros.

- Costos De Mantenimiento Correctivo:

Este presupuesto pueden ser más bajos siempre y cuando los preventivos sean más altos, esto se cumple a cierto nivel ya que hay refacciones inevitables. En un mantenimiento no planificado estos costos se incrementan de manera sustancial.

- Los periodos de tiempo dado a la refacción.
- Los periodos de tiempo de parada por refacción
- El valor de los repuestos que serán reemplazados

A. Coeficiente de Tasa de Mantenimiento Preventivo

Este método se torna tanto en el mantenimiento preventivo y correctivo, tomando en consideración los porcentajes de costos de mano de obra, materiales e indirectos .Esta bastante relacionado con las políticas u procesos de mantenimientos y tendrán a la vez costos en diferentes magnitudes de trabajo.

Programa

Según el autor López y Orozco “la programación del mantenimiento preventivo se coordina a nivel de conjunto y debe tener un periodo determinado de repetición” (LÓPEZ, y otros, 2013 pág. 63)El programa de mantenimiento preventivo es un procedimiento que involucra los tiempos de mantenimientos, las revisiones y los controles necesarios para así poder incrementar el tiempo de funcionamiento de las maquinarias.

5. Índices de mantenimiento

Como lo menciona José Carrillo, es un dato en el cual podemos observar el avance en el desarrollo de los objetivos y logros, el cual nos proporciona un método sencillo de calcularlo, muestra las modificaciones que se vinculan a un estudio de los resultados obtenidos en el desarrollo. El cual es un indicador (CARRILLO Peñuela, 2012)

El indicador de mantenimiento es un parámetro que se obtiene mediante el análisis de datos, el cual nos proporciona información para determinar el cumplimiento del mantenimiento y disponibilidad para ejecutar lo establecido.

Disponibilidad

Definimos a la disponibilidad como la probabilidad de que una maquina o equipo esté optimo y se mantenga operativo durante el tiempo requerido, una de las fórmulas de cálculo más utilizado en la industria para hallar la disponibilidad es la división del Tiempo medio entre fallas (MTBF) entre la suma de (MTBF) con el Tiempo medio de reparación (MTTR), como se muestra en la formula siguiente:

$$DISP = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} X 100$$

Huancaya. C. (2016). En su tesis “Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una Flota de Cosechadoras de Caña de Azúcar de 40 t/h de capacidad”. Es desarrollar una mejora tanto en la disponibilidad como en la confiabilidad de una flota de cosechadoras, para lo cual se realizara inicialmente con un análisis modal de fallas y efectos, una vez analizados estos valores se detectará los equipos más críticos y eventualmente una vez analizados estos equipos los datos obtenidos se usan como base de fallas para las demás unidas. Se usó un Software de mantenimiento especializado que nos proporcionó parámetros de confiabilidad con lo cual pudieron obtener posteriormente el MTTR, MTBF y OEE permitiéndonos conocer la situación real de la flota. Finalmente se realizó una evaluación donde se justifica la realización del trabajo en base a los gastos realizados tanto en consumo de combustible.

Según el autor Tavares la disponibilidad se deduce de la relación entre la diferencia del tiempo de trabajo en el calendario con las horas que intervienen en el área de mantenimiento y el número total del tiempo laborado (TAVARES, 1999 pág. 50)

$$DIS = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

Fonseca, Holanda y otros autores mencionan lo siguiente en su artículo, con referencia a la implementación de TPM con herramientas predictivas, las cuales ayudan aportar al progreso eficiente de energía, las cuales se centran básicamente en una planta termoeléctrica. La finalidad es proporcionar nuevos procesos de mantenimiento los cuales resulten más fiables y de esta manera poder reducir los paros imprevistos y programadas con lo cual básicamente se busca reducir los costos que estos generan, además es importante resaltar que con ello se busca incrementar el MTBF y disminuir el MTTR sin dejar de lado la seguridad de la empresa.. (Programa de gestión demantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas, 2015 págs. 139-149)

Si queremos contar con información del mantenimiento de un sistema de forma verídica y en tiempo real acerca de los equipos o maquinas, es fundamental tener un eficiente y riguroso control con referencia de las prioridades y los puntos crítico, excluyendo las labores redundantes y contar con buen mecanismo de gestión.

- MTBS: Mean Time Between Shutdowns (Tiempo Medio Entre Paradas)

Esta proporciona información del periodo de la maquina tiene antes de detenerse por fallo o motivo mecánico, lo cual es importante esta cifra para la gestión del mantenimiento involucrando posteriormente a la gestión de planeamiento para generar un perfecto MTBS.

El MTBS para el cálculo se tiene dividir el número de horas trabajadas y la cantidad de detenciones por fallos del aparato.

$$MTBS = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Número de paradas}}$$

El tiempo trabajado son las horas de hodómetro (SMU o Service Meter Unit) y el número no considera las paradas operativas.

Un alto MTBS nos indica que el semirremolque se encuentra demasiado tiempo en el centro de servicio restando producción para las actividades encomendadas.

Como ejemplo, las operaciones mineras recomiendan que los rangos del MTBS oscilen entre 60 y 80 horas por parada promedio. Los valores del semirremolques estarán estipulados por el tipo de operación, conducción y territorio de trabajo.

- Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)

Nos da a conocer las frecuencia de fallas que se presenta, estableciendo por medio de un promedio entre horas totales recorrido y el número de fallas (PISTARELLI, 2010 pág. 27)

$$MTBF = \frac{\text{Horas totales de recorrido}}{\text{Número de fallas}}$$

Como podemos ver el MTBF representa a la confiabilidad yal tiempo medio entre cada parada de maquina a causa de falla o mala manipulación, este índice también tiene uso en el ámbito de la electrónica como se menciona en el artículo titulado “Calculating method of MTBF for integrated circuit” donde el autor Ying Zhang, Jianye Wan y entre otros, el MTBF es un índice que refleja que tan estable esta un determinado sistema , en este informe proporciona un método que nos ayudara a calcular el MTBF del circuito integrado, y se relacionara por primera vez la falla con la curva de la bañera, verificando que el MTBF del circuito integrado cumpla con la distribución de Poisson. También se presenta un algoritmo que servirá para el cálculo del MTBF del componente electrónico, por lo, mencionado líneas arriba esta investigación proporciona un método para el cálculo del tiempo medio entre fallos y con ellos guerrear las bases para el análisis de la confiabilidad del circuito integrado (Calculating method of MTBF for integrated circuit, 2018)

- Tiempo Promedio Para Reparar (MTTR)

Se refiere a los problemas que se suscitan en la interacción entre horas totales de remanufactura y cantidad de desperfecto (PISTARELLI, 2010 pág. 29)

$$MTTR = \frac{\text{Horas totales de reparación}}{\text{Número de fallas}}$$

En el siguiente artículo también se observar la influencia del MTBF y El MTTR, en esta investigación los autores presenta un caso de la empresa eléctrica que presenta fallas y los repuestos son escasos y muy difíciles de conseguir, y realizan un modelo de simulación de análisis sobre el mantenimiento y lo aplican en una planta de energía térmica y los resultados favorables con el reemplazo del repuesto al momento adecuado, por lo tanto se incrementa la confiabilidad y se reduce la mantenibilidad MTTR. (Maintenance optimization: Application of remanufacturing and repair strategies, 2017 págs. 899-904)

RONCA, J (2017). En su tesis “Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Tranvía Lima S. A. C. 2017”. El objetivo que trazó Jhoseph en esta tesis es la de establecer que al realizar un buen preventivo logramos disponer mayor disposición de vehículos para la operación, para ello tuvo que usar las dimensiones muy interesantes las cuales son: Tiempo medio entre fallas y el Tiempo medio entre reparaciones. Como se puede apreciar estos dos factores son determinantes dado que al lograr obtener datos exactos se podrá mejorar en tiempo de disponibilidad, para ello se tomó como muestra treinta días de trabajo de un vehículo. Concluyendo que al tener un buen plan de mantenimiento llevando un control de todos los factores determinantes se logró disminuir las fallas más frecuentes y las paradas no programadas.

Los índices MTBF y MTTR son los índices que deben mejorar para incrementar la disponibilidad y el objetivo que plantean los autores fue la de mejorar los indicadores de rendimiento, como la confiabilidad MTBF y reducir la mantenibilidad MTTR y para lograr el objetivo tuvieron que optimizar los procesos, identificar los puntos críticos, mejorar las listas de mantenimiento y así poder incrementar la disponibilidad. (Reliability Improvement for TSR Machine of Banburry Mixer using Plant Optimization Process, 2018 págs. 440-445)

6. Formulación del problema

Como mencionamos líneas anteriores, las empresas comercializadoras de líquidos peligrosos podía verse limitada por diferentes factores asociados a la distribución. Estas condiciones, a su vez, generan costos en el proceso de habilitación de los vehículos, para que obtengan adecuadas condiciones en la distribución.

Entre los principales rubros de costo se encuentran los costos de mantenimiento en remolques y semirremolques, que pueden verse incrementados por la falta de incorporación de tecnologías eficaces en su parte rodante. De allí el interés por conocer el impacto de la incorporación de tecnología, a través de determinados sistemas, en la disminución de coste de mantenimiento de la parte rodante de los vehículos mencionados.

Al analizar la información en torno a los costos directos utilizados en la realización de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, tenemos costo por mano de obra, material y repuesto, es posible observar que se realiza una inversión significativa, la cual, si pudiera ser reducida, elevaría los niveles de productividad de cualquier empresa. Por otro lado, aun cuando el desarrollo de acciones de mantenimiento preventivo puede generar una disminución considerable en los costos de mantenimiento correctivo; estas actividades generan, por sí mismas, su coste respectivo.

Esto, al parecer, no ofrece una salida mayor, puesto que la aplicación del mantenimiento preventivo es la alternativa al mantenimiento correctivo; sin embargo, ¿cuál es la alternativa en torno a disminución de costos para el mantenimiento preventivo? Parte de dar respuesta a esta pregunta requiere de analizar cómo se relacionan diversos factores, afectando positiva o negativamente la tasa de mantenimiento.

En primer lugar, es inevitable considerar que la incidencia de un vehículo en el requerimiento de mantenimiento correctivo está en relación con la periodicidad en la que se aplica mantenimiento preventivo al mismo. Esto significa que, un vehículo que no recibe mantenimiento preventivo está más propenso a necesitar mantenimiento correctivo.

Por otro lado, un vehículo que no recibe mantenimiento preventivo, puede tener periodos más cortos de tiempo entre un fallo y otro, con lo cual, requerirá mayor inversión en costos directos como mano de obra, materiales y repuestos. Este acortamiento del tiempo medio entre fallos genera, en consecuencia, mayores costos de mantenimiento y por ende, elevación en la tasa de mantenimiento de una determinada empresa.

Ahora bien, un vehículo que sí recibe mantenimiento preventivo, tendrá ocasionales fallos, sin embargo, menores que aquel que no lo recibe. Mas, aun cuando no tuviera estos fallos e ingresara a desarrollar procesos de mantenimiento preventivo programado, ¿de qué dependerá que el mantenimiento realizado al vehículo implique mayores o menores costos?

Así también, el tiempo en el que un vehículo se encuentre en inactividad por estarse realizando el mantenimiento preventivo o correctivo representa también un valor negativo, en términos financieros, dado que ese tiempo en el que recibe mantenimiento, el vehículo no está produciendo, por lo tanto, no está generando beneficios económicos. Entonces, ¿qué es lo que determinará que este vehículo permanezca mayor o menor tiempo en el taller recibiendo mantenimiento

Tabla 6. Ponderación de la problemática en costos de mantenimiento

CAUSA	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
		FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN DIRECTA	SOLUCIÓN FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
MANO DE OBRA								
Factor humano inadecuado	Evaluación del personal	2	1	1	1	3	3	11
Servicio no especializado	Curso en sistema ABS	2	2	3	3	2	3	15
Tiempo invertido innecesariamente en busca de herramientas	Aplicar orden y pieza	2	2	2	2	2	2	12
MÉTODO DE TRABAJO								
Escaso uso de mantenimiento preventivo	Crear un plan de mantenimiento	2	3	3	3	3	3	17
Falta de instructivos	Crear instructivos	2	1	2	3	3	3	14
Poco control de procedimientos	Elaborar procedimientos	2	1	2	1	2	2	10
MATERIALES								
Infraestructura inadecuada	Tener repuestos de alta rotación y de stock de seguridad	3	2	2	3	2	3	15
Repuestos de baja calidad	Realizar evaluación de los equipos y programar cambios necesarios	2	1	1	2	1	2	9
Semirremolques carecen de sistemas de monitoreo en tiempo real	Implementación de telemática-GPS	2	1	2	2	1	1	9
MAQUINARIA								
Camiones y respectivos semirremolques con sistemas de freno no compatibles	Implementación de tecnología ABS en los semirremolque	3	3	3	3	3	3	18
Desgaste de neumáticos irregular por bloqueo de ruedas ante freno intempestivo del vehículo	Uso del sistema ABS para evitar los neumáticos cuadrados	2	3	3	3	3	3	17
Herramientas obsoletas	Software de diagnóstico para la detección rápida de fallos	2	1	2	1	2	1	9
MEDIO AMBIENTE								
Derrame y desperdicio de grasa	Dispositivos neumáticos para la aplicación de grasa	3	2	2	2	2		11
Excesivo uso de equipos de protección nasal contra el asbesto	Incorporación de filtros con mascarilla protectora	2	3	2	2	2		11
Poca cultura en seguir los procedimientos	Realizar plan de capacitaciones para conocimiento de los procedimientos	2	2	3	2	3		12
MEDICIÓN								
Costo por hora de mantenimiento no estipulado	Crear método de medición para costo por hora de mantenimiento	3	3	3	3	3	2	17
Frecuencia de mantenimiento por kilometraje no estipulado	Crear método de medición para frecuencia de mantenimiento por kilometraje	3	3	3	3	3	2	17
Incorrecto ingreso de datos al sistema	Actualización de datos para el registro	2	2	1	1	3	2	11

7. Problema General

PG 1: ¿Cuál es la diferencia de la disponibilidad de semirremolques con sistemas de frenos ABS y Convencionales categoría O4, Lima ,2019?

8. Problema Específico

PE 1: ¿Cuál es la diferencia del costo de mano de obra en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019?

PE 2: ¿Cuál es la diferencia del costo de materiales en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019?

PE 3: ¿Cuál es la diferencia del costo indirecto en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019?

Justificación del estudio

El producto ha sido testeado en diferentes condiciones, demostrándose su efectividad en cuanto a condiciones de seguridad en el transporte, sin embargo no se ha realizado un estudio del impacto en relación con los costos de mantenimiento de las organizaciones dedicadas a la distribución de bienes. De manera directa, no se conoce cómo influye la utilización de esta tecnología en la disminución de costos y tiempos de mantenimiento preventivo y con ello, en la mayor o menor disponibilidad de vehículos habilitados para la distribución de líquidos peligrosos.

Asimismo, tendremos la posibilidad de demostrar que la incorporación de la tecnología muy bien encaminada será un valor fundamental para toda organización, debido a que el sistema ABS partiendo de un buen mantenimiento mejora el rendimiento de las partes móviles que involucran este sistema.

Justificación Teórica

En la investigación se desarrolla el tema de justificación en lo teórico, cuando está destinado el estudio a generar debate obteniendo una reflexión sobre los conocimientos que existen, se enfrentan ideas, conocimientos y se realiza epistemología del tema. (BERNAL, 2010 pág. 122)

En la actual labor de investigación permitirá poner en práctica los principios teóricos de medición de los costos de mantenimiento y a partir de ello como repercute en la frecuencia de mantenimiento del sistema de frenos.

Justificación Práctica

Una justificación práctica se llega a considera en un trabajo o estudio cuando este proporciona soluciones a problemas, o trate de dar estrategias que ayuden a contribuir a la solución (BERNAL, 2010 pág. 122).

En la actual labor de investigación, permitirá poner en práctica las herramientas del mantenimiento para reducir los costos de mano de obra, materiales e indirectos así como la optimización del costo total de mantenimiento al reducir también la frecuencia del mantenimiento del sistema de frenos.

Justificación metodológica

Se realiza cuando el proyecto de investigación va proponer un método por primera vez o una nueva herramienta estratégica, generara un resultado valido (BERNAL, 2010 pág. 122).

El desarrollo de la investigación permitirá desarrollar e implementar un nuevo método en el mantenimiento del sistema de frenos ABS que reducirá la frecuencia del mantenimiento y a la vez los costos totales de mantenimiento.

Justificación Económica

En la actual labor de investigación permitirá asumir la inversión a realizar del estudio, que nos ayudara a optimizar los recursos del transportista con sus semirremolques y a la vez mejorar la rentabilidad de la organización generando óptimos niveles de satisfacción y resultados económicos favorables a la empresa.

9. Hipótesis General

HG1: Existe diferencia entre la disponibilidad de semirremolques con sistema de frenos ABS y Convencionales categoría O4, Lima 2019.

10. Hipótesis Específicas

HE1: Existe diferencia entre el costo de mano de obra en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019.

HE2: Existe diferencia entre el costo de materiales en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019.

HE3: Existe diferencia entre el costo indirecto en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019.

11. Objetivo General

OG1: Determinar cuál es la diferencia de la disponibilidad de semirremolques con sistema de frenos ABS y Convencionales categoría O4, Lima 2019.

12. Objetivos específicos

OE1: Determinar cuál es la diferencia del costo de mano de obra en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019.

OE2: Determinar cuál es la diferencia del costo de materiales en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019.

OE3: Determinar cuál es la diferencia del costo indirecto en los sistemas de frenos ABS y Convencionales en Semirremolques categoría O4, Lima 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de Investigación

2.1.1. Tipo

Es aplicada y se utiliza el conocimiento existente para plantear posibles soluciones al problema planteado; se compara dos tecnologías diferentes del sistema de frenos para analizar los costos y frecuencias durante el mantenimiento preventivo.

2.1.2. Nivel

(Carrasco, 2007). Menciona que es descriptiva sobre las diferencias, condiciones internas y externas, propiedades y rasgos principales de los hechos y anómalos de la entorno, en un período y tiempo auténtico preciso y determinado.

Sánchez (2006), De acuerdo al autor la investigación descriptiva comparativa parte de dos o más investigaciones descriptivas simples, esto es, recoger información que enfatice en varias ejemplares con correlación a un mismo beneficio para luego comprobar este fenómeno en base a la comparación de los fichas recogidos (p. 103). Es por ello que esta investigación busca recoger la situación actual de los costos de mantenimiento en los semirremolques con frenos ABS y convencional, para ello se recoge información de interés, para luego ser comparada cada una de ellas.

2.1.3. Diseño

Es Cuasi-experimental ya que se selecciona grupos integrados a elementos de estudios y no es seleccionado al azar .La falta de no aseverar la equivalencia inicial de estos grupos mplica la presencia de posibles problemas de valides en la parte interna como externa

2.1.3.1.Experimental

Según el estudio que decidimos optar el diseño es experimental y cuasi experimental, según el autor Mario tamaño nos menciona que el diseño experimental es cualquier experimento que pretende demostrar y llegar a la causa de un fenómeno, su misión es la de poner al objeto de estudio a las influencia de ciertas variables sometiéndole a situaciones controladas y que serán conocidas por el que realice la investigación (TAMAYO, 2004 pág. 111)

2.1.3.2. Cuasi experimental

Maneja a la variable independiente con lo cual se puede analizar su efecto y su intervención en alguna o muchas variables independientes, se diferencia por experimentos puros donde se obtiene la seguridad como confiabilidad. (HERNÁNDEZ SAMPIERI, y otros, 2010 pág. 148)

Este plan de estudio será analizar el comportamiento de dos semirremolque con sistemas de frenos distintos: ABS y Convencionales. Este último muy común y utilizado en nuestro medio. Para ello consideraré unidades que transportan el mismo producto, un mismo trayecto, una misma carga, un mismo peso, la misma cantidades de ejes, el mismo fabricante del semirremolque y una misma marca de tracto con características similares para la conducción. De los experimentos nuevos se diferencian porque aparece como una opción de mejora en costos y seguridad del sistema ABS.

2.2. Operacionalización de variables

Nos muestra los temas que vamos a basarnos en esta investigación tanto las variables, los dimensiones y los índices con lo cual tendremos una visión más amplia de los temas tratados.

Variable independiente

Gestión de mantenimiento

- Sistema de frenos Convencionales
- Sistema de frenos ABS

Variable dependiente

- Costos de mantenimiento sistema de freno ABS y Convencional (Hora)

Se determinará el costo por hora de mantenimiento, a partir del cálculo comprendido entre el costo mano de obra y materiales.

-Registro de costos por concepto de materiales y mano de obra para semirremolques con o sin ABS.

-Registro de horas utilizadas para realizar mantenimiento para semirremolques con o sin ABS.

- Frecuencia de mantenimiento sistema de freno ABS y Convencional (Km)

A partir del cálculo líneas arriba, se determinará la frecuencia y duración de estas reparaciones en cada caso, multiplicando estos valores, para obtener el número de horas total que los vehículos reciben mantenimiento en un periodo de tiempo determinado y sobre ello, se calculará el costo de mantenimiento para este periodo de tiempo

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
V1 Gestión de mantenimiento	Es el conglomerado de actividades con el fin de garantizar la prolongación de las operaciones, minimizando demoras en los procesos por fallos de las maquinas.	Se medirá a través de la disponibilidad de los semirremolque por implementación de frenos ABS	Disponibilidad	Es el porcentaje del tiempo analizado, en el cual el equipo está disponible para producir	$\% \text{ Tiempo de funcionamiento (\% tiempo que el equipo está útil)} = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas de parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} * 100$		
V2 Costo de mantenimiento	Es la inversión realizada en diferentes escenarios para mantener los equipos en óptimas condiciones y estén disponibles para el usuario final.	Se medirá a través de la estructura de costos del mantenimiento de los semirremolque por la implementación de frenos ABS: costos de mano de obra directa, materiales e indirectos.	Costo de mano de obra directa	Mano de obra consumida por áreas operativas o que tienen una relación directa con la producción o la prestación del servicio.	$\% \text{ Costo de mano de obra directa} = \frac{\text{Costo de MOD del mantenimiento de frenos ABS}}{\text{Costo de MOD del mantenimiento de frenos convencional}} * 100$	Observación	Registros en Formatos de Recolección de datos
			Costo de materiales	Se asocia fácilmente al producto y que representa un costo importante del producto terminado	$\% \text{ Costo de materiales} = \frac{\text{Costo de materiales del mantenimiento de frenos ABS}}{\text{Costo de materiales del mantenimiento de frenos convencional}} * 100$		
			Costo indirecto	Este costo no puede relacionarse a un trabajo específico	$\% \text{ Costo indirecto} = \frac{\text{Costo indirecto del mantenimiento de frenos ABS}}{\text{Csto indirecto del mantenimiento de frenos convencional}} * 100$		

Operacionalización de variables -Elaboración propia

2.3.Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

En esta parte procederemos a detallar la población y la muestra con los cual tendremos lo necesario para proceder a realizar de los análisis de los datos.

La población es el grupo de individuos u objetos los cuales cumplen ciertas propiedades a las cuales realizaremos algunos estudios de sus datos. Se entiende por la palabra población que engloba a todo el conjunto de los universos de los cuales se recolectara información, esta población tendrá que ser definida tomando en cuenta las características que lo delimiten e identifiquen y que más adelante se pueda extraer una porción más repetitiva que represente la población (SÁBADO, 2009 pág. 21)

Hernández, Fernández y Baptista (2010, p.174), refiere que es el “conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

También se declara como el grupo de elementos que están relacionados por una característica en particular a las cuales se busca realizar un estudio, la población puede ser de diferentes familias, especies, objetos la cuales en su mayoría están vinculadas unas a otras (HERNÁNDEZ FLÁZQUEZ, 2001 pág. 127)

De acuerdo a los datos estadísticos del INEI, a nivel nacional contamos con 63779 semirremolques, de los cuales 62270 disponen sistemas de freno convencionales y 1509 semirremolques sistemas de freno ABS.

En la investigación tomaremos como población vehículos semirremolques de PRAXAIR que será monitoreada y transportada por la empresa Diésel Autopartes del Perú, unidades que tienen la misma ruta de operación y el mismo producto a transportar, de igual manera las características del vehículo de estudio serán similares.

Por tal motivo debido a las cifras de semirremolques con sistemas obsoletos, nuestro interés por conocer el impacto de la incorporación de tecnología, a través de determinados sistemas, con la reducción de costos de los vehículos mencionados.

2.3.2. Muestra

Viene ser el conjunto de compendios pertenecientes a la población. Sin embargo se conoce formas muy distintas de seleccionar las muestras y que en lo general depende de las características que se van a estudiar de la población (VARGAS SABADIAS, 1996 pág. 297)

Hernández et al. (2014, p.173), define:

Es un subconjunto de la población de utilidad enfocada a la recolección de datos, y debe demarcarse con exactitud, asimismo tiene que ser representativo de la población. N: 1509; Z: 1.96; p:0.5;q:0.5;e:0.06

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N - 1)E^2 + (Z^2 * p * q)} \quad n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 1509}{(1509 - 1)0.06^2 + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)}$$
$$n = \frac{1449.24}{6.38} \quad n = 228$$

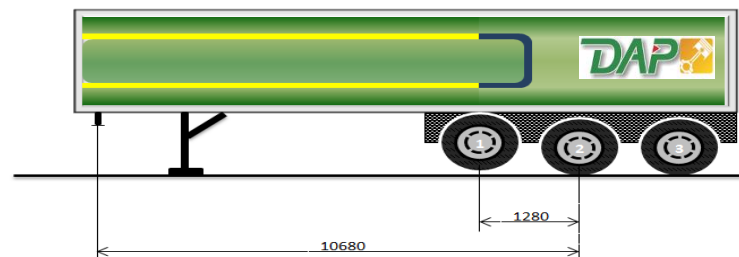
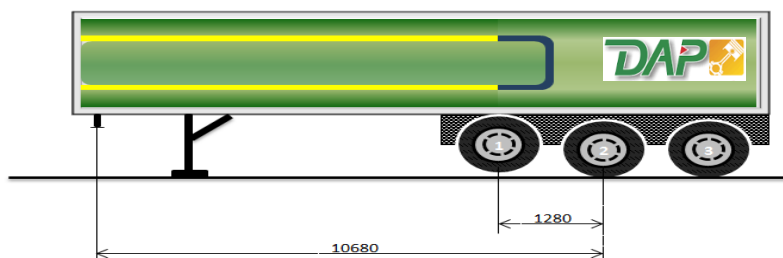
De acuerdo a la formula líneas arriba se considera una muestra de 228 unidades con sistema ABS, sin embargo como es un estudio comparativo se realizara lo siguiente.

2.3.3. Confiabilidad

(Hernández Sampieri et. Al. 2013; Kellstert y Whitten, 2013; y Ward y Street, 2009).

Esta herramienta de comprobación, se representa al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto origina resultados iguales .Serán sustentadas por los documentos o fichas de la organización. .

Tendremos 02 semirremolques para realizar el comparativo, estas unidades serán cisternas con suspensión neumática para el abastecimiento combustible diésel a las refinerías, campos mineros u grifos,



DATOS DEL SEMIRREMOLQUE I	
Peso Neto	7 300 Kg
Carga útil	33 200 kg
Peso bruto	40 500 kg
Ruta	LIMA
Numero de ejes	3
Sistema de freno	CONVENCIONAL
Datos del eje	AMPRO 77.5" -30000 LBS
Marca:	IBIMCO
Modelo:	VOLQUETE ENCAPSULADO
Datos de la suspensión	NEUMÁTICA
Marca	WATSON & CHALIN

DATOS DEL SEMIRREMOLQUE II	
Peso Neto	7 300 Kg
Carga útil	33 200 kg
Peso bruto	40 500 kg
Ruta	LIMA
Numero de ejes	3
Sistema de freno	ABS
Datos del eje	AMPRO 77.5" -30000 LBS
Marca:	IBIMCO
Modelo:	VOLQUETE ENCAPSULADO
Datos de la suspensión	NEUMÁTICA
Marca	WATSON & CHALIN

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

2.4.1. Técnica

Del proyecto "estudio comparativo de los costos de mantenimiento en los sistemas de freno abs y convencionales para semiremolques categoria o4,lima -2018" se aplicara como técnica la observación de campo.

2.4.2. Instrumento

En este proceso se realizaran bajo la recaudación de datos que serán las fichas de observación según el plan de mantenimiento, en esta se registrara el estudio de costos y frecuencias de los mantenimientos.

Costo por hora de mantenimiento:

A partir del cálculo comprendido entre el costo por hora de mano de obra y la de materiales.

Frecuencia de mantenimiento:

Duración de estas reparaciones en cada caso, multiplicando estos valores, para obtener el número de horas total que los vehículos que reciben mantenimiento en un periodo de tiempo determinado y sobre ello, se calculará el costo de mantenimiento para este periodo de tiempo.

2.4.3. Validez

Se representa al nivel donde un instrumento muestra una superioridad específico de contenido medible (Hernández, Fernando y Baptista, 2014, p 201).

Esta acción será analizada y realizada por juicio de ingenieros expertos, especialistas del tema de investigación de la escuela de ingeniería industrial de la universidad Cesar Vallejo.

2.5. Procedimiento

Se realizará a través del formato de recolección, de acuerdo a Hernández et al. (2014, p. 199), "es el medio que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables bajo estudio".

2.6.Métodos de análisis de datos

Será la Cuantitativa, experimental y se conseguirá estadísticas que aporten a demostrar si la hipótesis es verídica. Según Hernández (2006, p.408), ejecuta un análisis cuantitativo, debido a las variables se pueden expresar en valores numéricos. Se aplicaran métodos comparativos para verificar y probar las hipótesis propuestas

El actual proyecto realizara una comparación de los indicadores de Diciembre del 2017 a mayo 2018 vs los resultados obtenidos en agosto 2018 a enero 2019 con la aplicación de la metodología del Tiempo medio hasta puesta en marcha (TMPM) y Costo por hora de mantenimiento C/HM.

Para poder validar la hipótesis utilizaremos el método estadístico Distribución Normal, cuyo fin es reforzar la toma de decisión de la hipótesis en término de "aceptarlas" o "rechazarlas".

2.7.Aspectos éticos

Referente al estudio comparativo de costos y frecuencia de mantenimiento con referencia a los tipos de frenos en este caso ABS y Convencional, el investigador propone dejar un aporte valioso para la toma de decisiones de los transportistas.

Mejorando los periodos de mantenimiento y por ende optimizar los recursos dando oportunidad a realizar otras actividades que no estaban contempladas.

Recursos:

Se necesitó la disponibilidad de los semirremolques con diferentes sistemas de frenado, así como apoyo material y económico.

El encargado de administrar y poner en marcha la presente propuesta serán el alumno Jonathan Utrilla Fernández con el respaldo del departamento de mantenimiento del Centro de Servicio WABCO, tomando en consideración la optimización de recursos, el trabajo en equipo y la flexibilidad al cambio de sistema productivo que esperan implementar, teniendo en cuenta los trabajos que se encuentran ejecutando actualmente y los grupos de trabajo necesarios para su ejecución.

Presupuesto:

A continuación se detallan los gastos que han intervenido en la investigación, así como el costo del diseño de una reingeniería de procesos:

Financiamiento

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Precio (USD)
Costo de investigación	2	500	1000
Costo de implementación ABS	1	1500	1500
Costo de recursos	2	200	2900
SUBTOTAL			2900
IMPUESTOS (18%)			522
TOTAL			3422

Cronograma de Ejecución

El plazo de estudio es de 48 semanas, en el cual se planteara y observara los costos de cada mantenimiento de acuerdo al tipo de sistema de freno. El mantenimiento regular se da en 30 000km aproximadamente 3 meses y la mejora planteada se ejecutara cada 50 000km o 5 meses.

Cronograma de mantenimiento convencional

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA FRENO CONVENCIONAL (PARTE RODANTE X EJE)																			
Ubic.	REPUESTOS DE MANT. PREVENTIVO	CANT.	Frecuencia en Km	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240
2	Seguros de rodillo	4	30 000		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗
16	Reten de eje Propar	2	30 000		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗
38	Seguro de tuerca castillo o pasador	2	30 000		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗
39	O ring de tapa de bocamasa	2	30 000		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗
Ser.01	Engrase rodamientos – bocamasa de rueda	1	30 000		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗		⊗
3	Rodillo chico de patin	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
4	Seguro labio de zapata (pasador de patin)	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
5	Resortes grande de zapata de freno	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
7	Resortes chico de zapata de freno	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
18	Rodillo grande de patin	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
19	Casquillo de bulón (bocina metálica)	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
25	Resorte de ratchet	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
30	Arandela metálico de ratchet pequeño	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
32	Arandela metálico grande(parte ratchet)	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
33	Casquillo o bocina de baquelita eje excéntrico (parte ratchet)	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
34	Reten pequeño de eje excéntrico (parte calavera)	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
35	Casquillo o bocina de baquelita eje excéntrico (parte calavera)	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
37	Rodaje con pista de eje Propar N° 5 B445	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
42	Grasera de casquillo o bocina de eje excéntrico (parte calavera)	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
43	Perno de base excéntrica	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
44	Tuerca de base excéntrica	8	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
45	Arandela plana para perno y tuerca de base excéntrica	8	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
46	Perno de pequeño de base excéntrica	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
47	Seguro de ratchet	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
48	Montaje de lubricante (grasera)	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
49	Oring de bocina de eje excéntrico	4	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
50	Reten pequeño de eje excéntrico (parte ratchet)	2	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
55-6	Juegos de bloques de zapata St.	1	60 000				⊗				⊗				⊗				⊗
1	Eje de leva	2	120 000								⊗								⊗
6	Patin con zapata	4	120 000								⊗								⊗
9	Tuerca de rueda de bocamasa	20	120 000								⊗								⊗
10	Perno de rueda de bocamasa	20	120 000								⊗								⊗
11	Arandela guía plana de bocamasa (separador tuerca y rodillo)	2	120 000								⊗								⊗
14	Tapa de bocamasa	2	120 000								⊗								⊗
17	Tambor de freno	2	120 000								⊗								⊗
28	Soporte de leva izquierdo	2	120 000								⊗								⊗
29	Soporte de leva Derecho	2	120 000								⊗								⊗
31	Ratchet mecánico de 10 dientes	2	120 000								⊗								⊗
36	Soporte de eje de leva	2	120 000								⊗								⊗

NOMENCLATURA

D	MANTTO 30 000 KM
A	MANTTO 60 000 KM
T	MANTTO 120 000 KM
O	MANTTO 120 000 KM

III. RESULTADOS

Implementación de la mejora

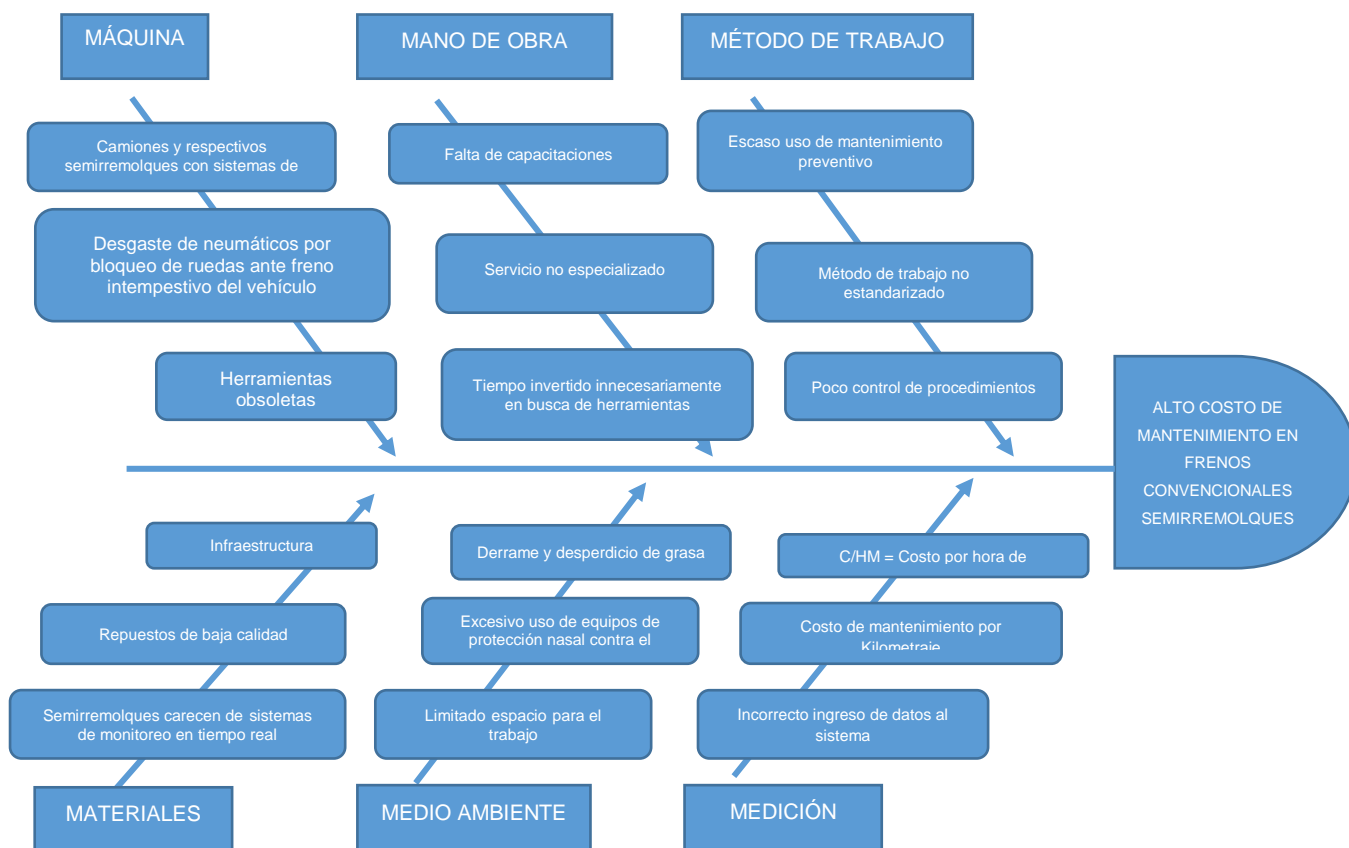
Fase I Preveer

Paso I: Priorizar y elegir el problema

“El diagrama de Ishikawa es un método gráfico donde se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas” (Gutiérrez, 2014, p. 206).

Método de estratificación o enumeración de causas, la construcción del diagrama de Ishikawa bajo este método va directo a las principales causas potenciales sin agrupar de acuerdo a las 6m, a través de una lluvia de ideas (Gutiérrez, 2014).

Figura 4. Diagrama de Ishikawa

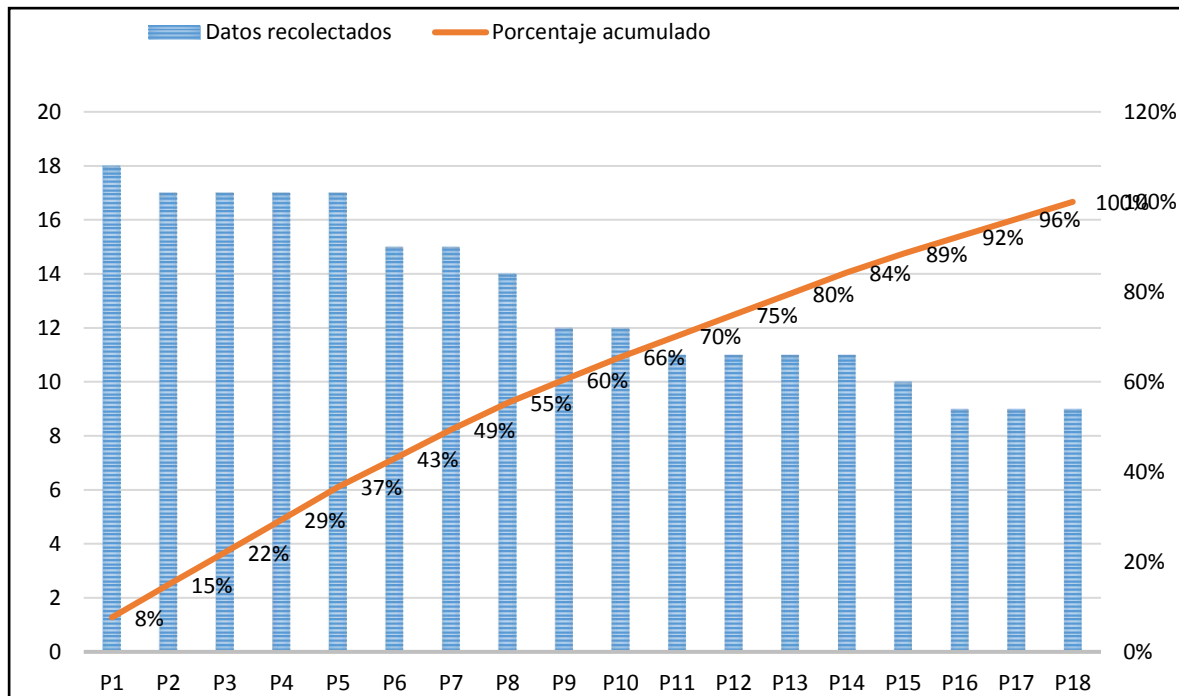


Fuente: Elaboración propia

“Una vez que hemos establecido en un diagrama de Ishikawa todas las posibles causas del efecto a controlar o mejorar, el diagrama de Pareto nos sirve para determinar las pocas causas o efectos vitales, [...] en él se establece que la solución de unas cuantas causas (aproximadamente el 20%), nos dará la mayoría de los beneficios potenciales (aproximadamente el 80%)” (Guajardo, 2011, p. 165)

El diagrama de Pareto se realizó tomando los datos de frecuencias en base a una encuesta realizada a 50 semirremolques con frenos convencionales.

Tabla 7. Pareto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Pareto de la problemática en los costos de mantenimiento

ID en gráfico		Causas	Ponderado	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P1	1	Camiones y respectivos semirremolques con sistemas de freno no compatibles	18	18	8%	8%
P2	2	Escaso uso de mantenimiento preventivo	17	35	7%	15%
P3	3	Desgaste de neumáticos irregular por bloqueo de ruedas ante freno intempestivo del vehículo	17	52	7%	22%
P4	4	Costo por hora de mantenimiento no estipulado	17	69	7%	29%
P5	5	Frecuencia de mantenimiento por Kilometraje no estipulado	17	86	7%	37%
P6	6	Servicio no especializado	15	101	6%	43%
P7	7	Infraestructura inadecuada	15	116	6%	49%
P8	8	Falta de instructivos	14	130	6%	55%
P9	9	Tiempo invertido innecesariamente en busca de herramientas	12	142	5%	60%
P10	10	Poca cultura en seguir los procedimientos	12	154	5%	66%
P11	11	Factor humano inadecuado	11	165	5%	70%
P12	12	Derrame y desperdicio de grasa	11	176	5%	75%
P13	13	Excesivo uso de equipos de protección nasal contra el asbesto	11	187	5%	80%
P14	14	Incorrecto ingreso de datos al sistema	11	198	5%	84%
P15	15	Poco control de procedimientos	10	208	4%	89%
P16	16	Repuestos de baja calidad	9	217	4%	92%
P17	17	Semirremolques carecen de sistemas de monitoreo en tiempo real	9	226	4%	96%
P18	18	Herramientas obsoletas	9	235	4%	100%

Fuente: elaboración propia

Paso II: Observación y descripción de la situación del contexto

El Ishikawa nos muestra las causas de los altos costos de mantenimiento entre ellas el tipo de freno convencional que trae como consecuencia mayor periodos de mantenimiento y como consecuencia menos disponibilidad para la producción. Al realizar el diagrama de Pareto se evidencia que el problema alto es costo de mantenimiento, lo cual dentro de las causas más resaltantes es el sistema de freno convencional obsoleto.

Paso III: Análisis de actividad y entradas al proceso

Proceso: Estudio de los costos de mantenimiento 200 semirremolques. Incorporación del sistema de frenos ABS.

Entradas: Programa de mantenimiento, ficha de especificaciones para el personal, materiales para la ejecución de las actividades, recopilar información de kilometraje recorrido.

Paso IV: Descripción de oportunidades de mejora y propuestas de acción

Realizar un análisis de métodos y tiempos para evaluar e cuantificar su potencial de

mejora, ello se identifica el tiempo total que se está empleando en los diferentes periodos de mantenimiento tanto en MOD, Materiales e indirectos, cantidad de despilfarro o pérdidas de tiempo y sus causas, mediante la teoría de la medición del despilfarro (indicadores), que nos va a permitir eliminar o reducir actividades que no añaden valor a costo de mantenimiento. Se utilizará los datos de mayo de 2018 a octubre de 2018 para el pre test y de noviembre del 2018 a abril de 2019 para el post test.

Alto costo por sistemas de freno obsoleto (Convencionales- Actual)

Analizar el alto costo en el proceso del mantenimiento de trabajo actual, determinando el tiempo estándar de las tareas de no valor añadido y el tiempo estándar de las tareas de valor añadido, realizar un método de trabajo mejorado y eliminando el desperdicio de tiempo en tareas de no valor añadido y un nuevo tiempo estándar en el proceso de incorporación del sistema de freno ABS.

Parte rodante de frenos -Periodos

Determinar los tiempos de trabajo por periodos de mantenimiento 30000km,60000km,90000km y 120000 km, por cada periodo se contempla cada 3 meses de mantenimiento .Los tiempos de trabajo por bajo desempeño en el proceso de desmontaje, cambio y montaje de la parte rodante es medido por las horas de mantenimiento menos horas de funcionamiento. evento en base al tiempo de trabajo efectivo es decir el tiempo que el trabajador ha podido ser productivo sin tener en cuenta incidencias, sobre tiempo estándar.

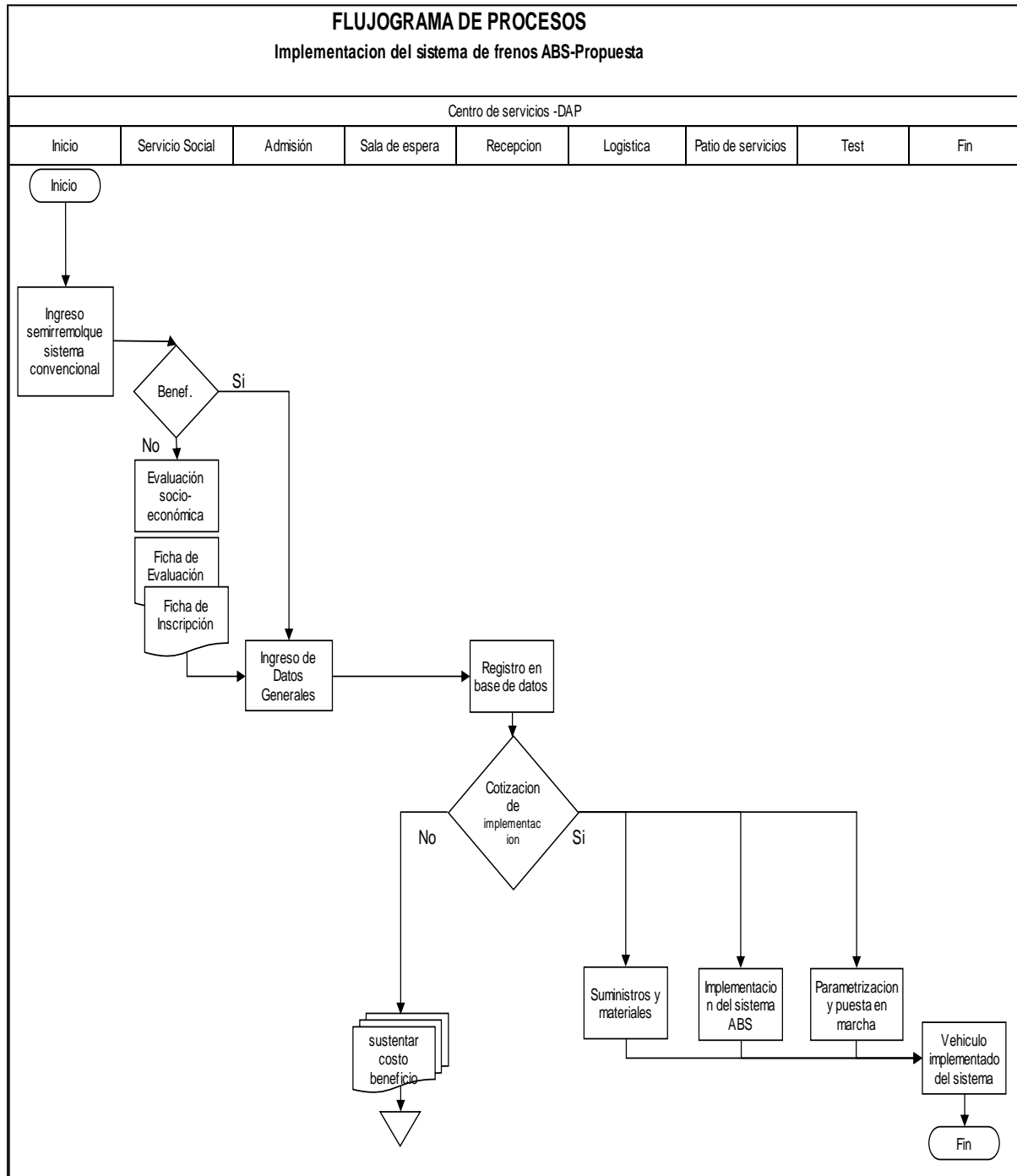
Para mejorar los costos de mantenimiento del freno convencional se incorporara el sistema de freno ABS, la implementación se realizara de 02 unidades diarias y se tendrá en cuenta que con esta acción se mejorar el desempeño del semirremolque en cuestión de disponibilidad de operación y prolongar los mantenimientos planificados.

Determinar los costos en la gestión de mantenimiento en base a los periodos estipulados de tipo de freno correspondiente. Para mejorar esa gestión se implementara equipos ABS al semirremolque retirando el sistema convencional.

Fase II Hacer

Paso V: Implantar y ejecutar las actividades propuestas del estudio de métodos y tiempos para la incorporación del sistema de frenos ABS

Diagrama de flujo de implementación



❖ **Kit de la instalación**



INFORME EOLT EBS/ABS HALDEX

Configuración ECU	4S : 2M ECU a la izquierda
Número de identificación del vehículo	8T9342NVNHJC07030
Cálculo de freno	64154
Fabricante	JR GROUP SAC
Número de serie ECU	061040_04
Software	E732
Odómetro (km)	0
Fecha (DD/MM/AA)	13/09/17
Tiempo	18:40

Escala de rueda	Rdyn (mm)	Nº de dientes
S1A/S1B	541	100
S2A/S2B	541	100

Pruebas de sensor				Pasado
S1A	S1B	S2A	S2B	
Pasado	Pasado	Pasado	Pasado	

Pruebas de sensor-modulador				Pasado
S1A	S1B	S2A	S2B	
Pasado	Pasado	Pasado	Pasado	

Pruebas de presión de frenos.			Pasado
P21	P22	P23	
6.3	6.3		

Prueba de presión EBS					Pasado		
	ENTRADAS		SALIDAS		Resultados		
	PRINCIPAL	REMOTO	PRINCIPAL	REMOTO	P21	P22	P23
Suspensión en vacío	0.8						
Suspensión en carga.	7.0						
P0	0.2						
PD	0.7		0.3		0.3	0.4	
PP1 [U]					-	-	
PP1 [L]	-		-		-	-	
PP2 [U]					-	-	
PP2 [L]	-		-		-	-	
PP3 [U]	6.5		1.5		1.6	1.7	
PP3 [L]	6.5		5.2		5.1	5.2	
Límite P			8.0				

Opciones			
		Sin VRU	Suma peso ejes
			180°

Prueba Auxiliares			Pasado
Lámpara		SI/NO	Pasado
Aux 1	Sin Aux		-
Aux 2 Rojo	Sin Aux		-
Aux 2 Amarillo	Sin Aux		-
Aux 3 Rojo	Sin Aux		-
Aux 3 Amarillo	Sin Aux		-
Aux 4	Sin Aux		-
Aux 5	Sin Aux		-
Lat Acc Interno.	Instalado		Pasado
24N			-

Prueba de fuga de aire		No Aplicable	
Caída de presión	-	Periodo de tiempo	-

Soft Docking EB+			No Aplicable
Canales	Sensores	Desviación (0 ... 60)	
Canal amarillo	-	-	No Aplicable
Canal verde	-	-	No Aplicable
Avisador acústico	No Aplicable	Luces	No Aplicable

Notas	

Nombre del operador.	JONATHAN UTRILLA
Firma	

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS








Código 001-2019










































































































Página 1/1

Elaborado Dr. JONATHAN UTRILLA

Fecha 15.11.18

Proceso : Implementación del sistema ABS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TOTAL PARCIAL	TOTAL GENERAL	COMENTARIOS
	INICIO/FIN	1	1	
	ACTIVIDAD	9	9	
	DOCUMENTO	1	1	
	TRASLADO	3	3	
	ESPERA	0	0	
	ARCHIVO	0	0	TIEMPO TOTAL (min)
	CONECTOR PÁGINA	1	2	705

Pasos	DESCRIPCIÓN								Tiempo	OBSERVACIONES
		Inicio/Fin	Actividad	Documento	Traslado	Espera	Archivo	Conector		
	... VIENE DE LA PAGINA 1								min	
1	Desmontaje y montaje de ruedas/tambores y bocamasa								120	
	Llevar las bocamasa al técnico mecánico de producción								30	
2	Montaje de coronas dentadas (cuatro coronas en 2º y 3º eje)								60	
3	Desmontaje e instalación de mangueras neumáticas (servicio y breake)								30	
	Solicitud del kit de instalación								15	
4	Montaje de válvulas de bloqueo /TrCM/modulo								60	
5	Instalación de extensión de sensores, cable 24 N,7638 y diagnóstico lateral .								180	
6	Montaje de sensores .								30	
7	Regulación de frenos								10	
8	Programación del módulo con los parámetros correspondientes								20	
9	Fabricación de soporte para modulo.								30	
10	Ubicación y soldadura del soporte de modulo ABS								20	
11	Fabricación de tapa sujeción de válvula TrCM en la caja de mandos								40	
12	Perforación para la sujeción del cable de poder 7638/Tomada diagnóstico y lámpara								60	
TOTALES		1	9	1	3	0	0	0	705	

Fase III Controlar

Paso VI: Realizar una comprobación y verificación si las tareas se han ejecutado correctamente y si los resultados adquiridos se ajustan a los objetivos

Se realizó un análisis post implementación del sistema de frenos ABS y se comprueba que los componentes de la parte rodante del semirremolque, teniendo ya un recorrido de implementación de 30000 km no requiere mantenimiento ya que se encuentran en óptimas condiciones. El semirremolque ya con 50000 km visualizamos una mejora ya que sus partes internas. En ese sentido los costos del mantenimiento se reducen. El control del semirremolque con ABS ahora se realizara cada 50000 km aproximadamente 5 meses de recorrido esta evaluación rige de noviembre de 2018 a abril de 2019, mediante un formato de recolección de datos para determinar si cumple la reducción del costo de mantenimiento mejorado, comparando el pre y post test.

Análisis estadístico

a. Gestión del mantenimiento - Variable independiente

Se procedió a considerar la información en horas totales de funcionamiento y horas de funcionamiento - horas de parada por mantenimiento de los semirremolques en un rango de 12 meses, tiempo que implicó, tanto el seguimiento e implementación de la mejora planteada en el estudio comparativo de costos de mantenimiento en los sistemas de frenos analizados.

Tabla 21. Nivel de gestión de mantenimiento (may, 2018 a abr, 2019)

Escenario	Mes	Horas totales de funcionamiento - Horas de parada por mantenimiento	Horas totales de funcionamiento	% Tiempo de funcionamiento	Disponibilidad
Frenos convencionales (Pre - test)	May-18	25,613	32,448	78.9	80.3
	Jun-18	24,481	30,000	81.6	
	Jul-18	23,851	30,000	79.5	
	Ago-18	25,426	32,448	78.4	
	Set-18	25,090	30,000	83.6	
	Oct-18	25,979	32,448	80.1	
Frenos ABS (Pos - test)	Nov-18	27,339	30,000	91.1	90.1
	Dic-18	25,037	27,648	90.6	
	Ene-19	28,940	32,448	89.2	
	Feb-19	25,219	27,648	91.2	
	Mar-19	28,425	32,448	87.6	
	Abr-19	25,081	27,648	90.7	

Mejora 12.1%

Fuente. Elaboración propia.

En las Tabla 21, se compara el % Tiempo de funcionamiento antes y después de la mejora, lográndose visualizar una mejora de 12.1% en el promedio del nivel de disponibilidad de los semirremolques.

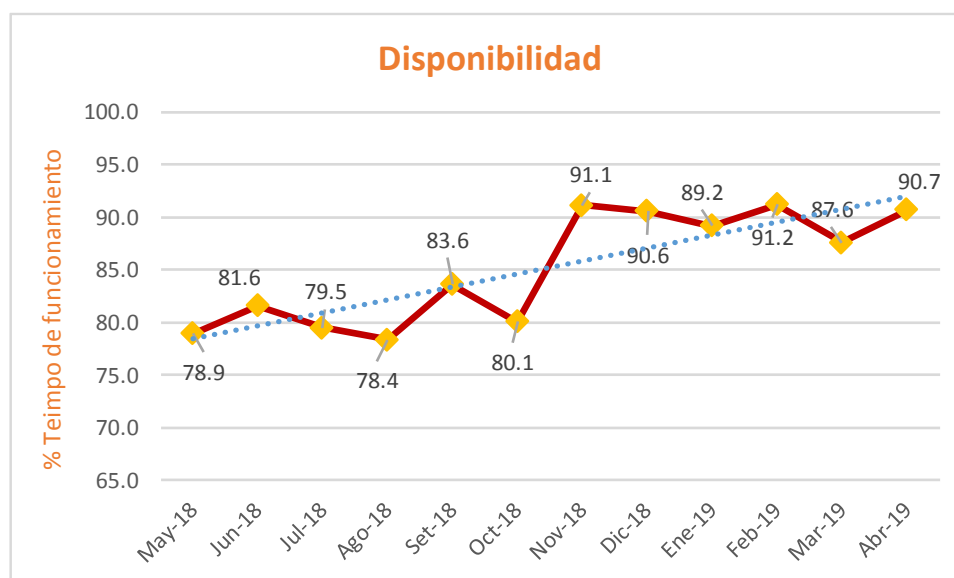


Figura 13. Nivel de gestión de mantenimiento (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 22. Estadísticos descriptivos de la variable independiente

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
% Tiempo de funcionamiento pretest	Media		80.350	0.7919
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	78.314	
		Límite superior	82.386	
	Media recortada al 5%		80.278	
	Mediana		79.800	
	Varianza		3.763	
	Desviación estándar		1.9398	
	Mínimo		78.4	
	Máximo		83.6	
	Rango		5.2	
% Tiempo de funcionamiento postest	Media		90.067	0.5737
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	88.592	
		Límite superior	91.541	
	Media recortada al 5%		90.141	
	Mediana		90.650	
	Varianza		1.975	
	Desviación estándar		1.4052	
	Mínimo		87.6	
	Máximo		91.2	
	Rango		3.6	

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

b. Costo MOD / mantenimiento programado - Dimensión N°1 de la variable dependiente

Para medir esta variable se ha de tener en cuenta el Costo MOD del mantenimiento (en USD) y el kilometraje de mantenimiento programado, para ello se deberán mostrar información relevante y confiable del escenario antes y después de aplicar la implementación, para luego realizar un análisis descriptivo de los valores obtenidos.

Tabla 23. Costo de MOD / mantenimiento programado (may, 2018 a abr, 2019)

Escenario	Mes	Costo MOD del mantenimiento	Mantenimiento programado (kilometraje)	Costo MOD/mantenimiento programado	Costo MOD/mantenimiento programado
Frenos convencionales (Pre - test)	May-18	346.67	30,000	0.0116	0.0084
	Jun-18	500.00	60,000	0.0083	
	Jul-18	333.33	90,000	0.0037	
	Ago-18	866.67	120,000	0.0072	
	Set-18	333.33	30,000	0.0111	
	Oct-18	520.00	60,000	0.0087	
Frenos ABS (Pos - test)	Nov-18	333.33	50,000	0.0067	0.0049
	Dic-18	480.00	100,000	0.0048	
	Ene-19	346.67	150,000	0.0023	
	Feb-19	800.00	200,000	0.0040	
	Mar-19	346.67	50,000	0.0069	
	Abr-19	480.00	100,000	0.0048	

Mejora -41.7%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 23, se compara el Costo MOD/mantenimiento programado antes y después de la mejora, lográndose visualizar una reducción de 41.7% en el promedio del Costo MOD/mantenimiento programado (kilometraje).

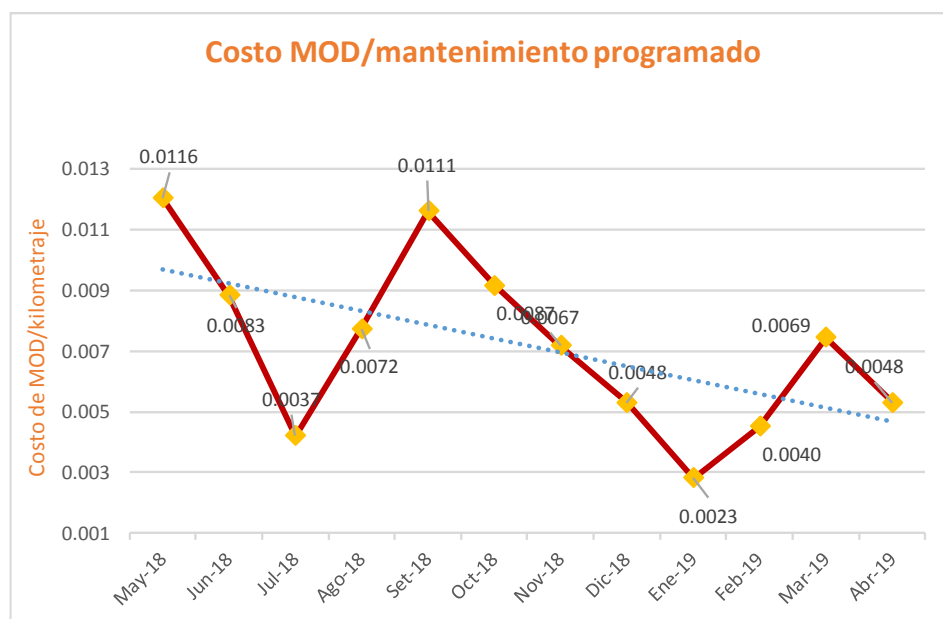


Figura 14. Costo de MOD / mantenimiento programado (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 24. Estadísticos descriptivos de la variable dependiente

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
% Tiempo de funcionamiento pretest	Media		80.350	0.7919
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	78.314	
		Límite superior	82.386	
	Media recortada al 5%		80.278	
	Mediana		79.800	
	Varianza		3.763	
	Desviación estándar		1.9398	
	Mínimo		78.4	
	Máximo		83.6	
Rango		5.2		
% Tiempo de funcionamiento postest	Media		90.067	0.5737
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	88.592	
		Límite superior	91.541	
	Media recortada al 5%		90.141	
	Mediana		90.650	
	Varianza		1.975	
	Desviación estándar		1.4052	
	Mínimo		87.6	
	Máximo		91.2	
Rango		3.6		

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

c. Costo materiales / mantenimiento programado - Dimensión N°1 de la variable dependiente

Los resultados líneas abajo representa el Costo materiales del mantenimiento (en USD) / el kilometraje de mantenimiento programado a través del cual se ha medido el Costo materiales / mantenimiento programado. Esta data ha sido ejecutada en 2 escenarios: antes y después de la implementación de la mejora planteada en el estudio comparativo del coste de mantenimiento en los sistemas de freno convencionales y frenos ABS.

Tabla 25. Costo de materiales / mantenimiento programado (may, 2018 a abr, 2019)

Escenario	Mes	Costo materiales del mantenimiento	Mantenimiento programado (kilometraje)	Costo materiales/mantenimiento programado	Costo de materiales/mantenimiento programado
Frenos convencionales (Pre - test)	May-18	204.1	30,000	0.0068	0.0202
	Jun-18	1,838.4	60,000	0.0306	
	Jul-18	196.3	90,000	0.0022	
	Ago-18	5,171.0	120,000	0.0431	
	Set-18	196.3	30,000	0.0065	
	Oct-18	1,912.0	60,000	0.0319	
Frenos ABS (Pos - test)	Nov-18	196.3	50,000	0.0039	0.0114
	Dic-18	1,764.9	100,000	0.0176	
	Ene-19	204.1	150,000	0.0014	
	Feb-19	4,773.3	200,000	0.0239	
	Mar-19	204.1	50,000	0.0041	
	Abr-19	1,764.9	100,000	0.0176	

Mejora -43.4%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 25, Se compara el Costo materiales/mantenimiento programado antes y después de la mejora, lográndose visualizar una reducción del 43.4% en el promedio del Costo materiales/mantenimiento programado (kilometraje).

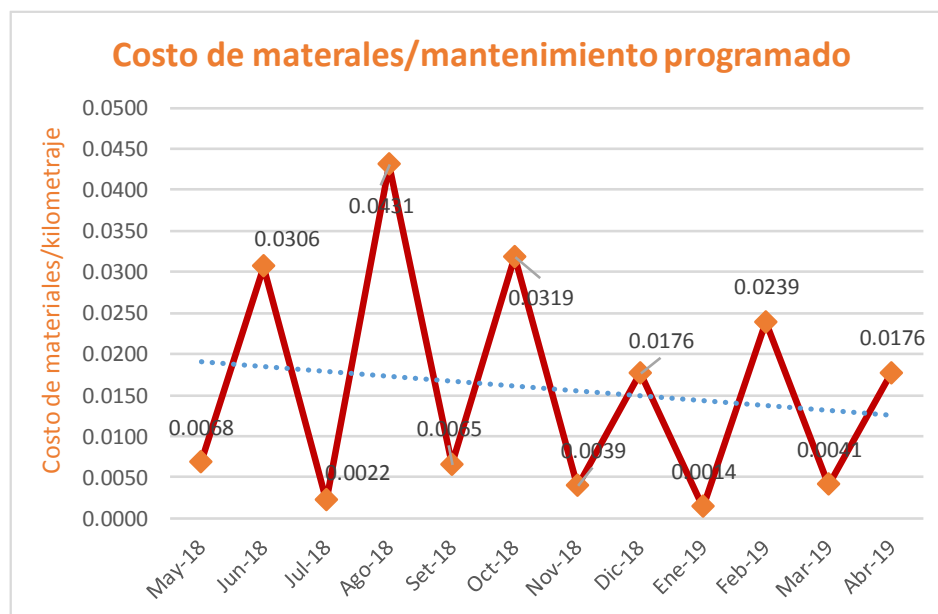


Figura 15. Costo materiales / mantenimiento programado (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 26. Estadísticos descriptivos de la dimensión 2 de la variable dependiente

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Costo Materiales / kilometraje pretest	Media		0.020183	0.0069778
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.002246	
		Límite superior	0.038120	
	Media recortada al 5%		0.019909	
	Mediana		0.018700	
	Varianza		0.000	
	Desviación estándar		0.0170922	
	Mínimo		0.0022	
	Máximo		0.0431	
	Rango		0.0409	
Costo Materiales / kilometraje postest	Media		0.011417	0.0038413
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.001542	
		Límite superior	0.021291	
	Media recortada al 5%		0.011280	
	Mediana		0.010850	
	Varianza		0.000	
	Desviación estándar		0.0094092	
	Mínimo		0.0014	
	Máximo		0.0239	
	Rango		0.0225	

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

d. Costo indirecto / mantenimiento programado - Dimensión N°3 de la variable dependiente

El Costo indirecto / mantenimiento programado ha sido medido en base al costo indirecto (en USD) respecto del mantenimiento programado (kilometraje), al igual que en los anteriores análisis descriptivos, también fueron medidos en 2 escenarios distintos: antes y después de la implementación de la mejora planteada en el estudio comparativo del coste de mantenimiento en los sistemas de freno convencionales y frenos ABS..

Tabla 27. Costo indirecto / mantenimiento programado (may, 2018 a abr, 2019)

Escenario	Mes	Costo indirecto del mantenimiento	Mantenimiento programado (kilometraje)	Costo indirecto/mantenimiento programado	Costo indirecto/mantenimiento programado
Frenos convencionales (Pre - test)	May-18	48.97	30,000	0.1632	0.0956
	Jun-18	47.08	60,000	0.0785	
	Jul-18	47.08	90,000	0.0523	
	Ago-18	48.97	120,000	0.0408	
	Set-18	47.08	30,000	0.1569	
	Oct-18	48.97	60,000	0.0816	
Frenos ABS (Pos - test)	Nov-18	47.08	50,000	0.0942	0.0563
	Dic-18	45.20	100,000	0.0452	
	Ene-19	48.97	150,000	0.0326	
	Feb-19	45.20	200,000	0.0226	
	Mar-19	48.97	50,000	0.0979	
	Abr-19	45.20	100,000	0.0452	

Mejora -41.1%

Fuente. Elaboración propia.

En la Tabla 27, Se compara el Costo indirecto/mantenimiento programado antes y después de la mejora, lográndose visualizar una reducción del 41.1% en el promedio del Costo indirecto/mantenimiento programado (kilometraje).

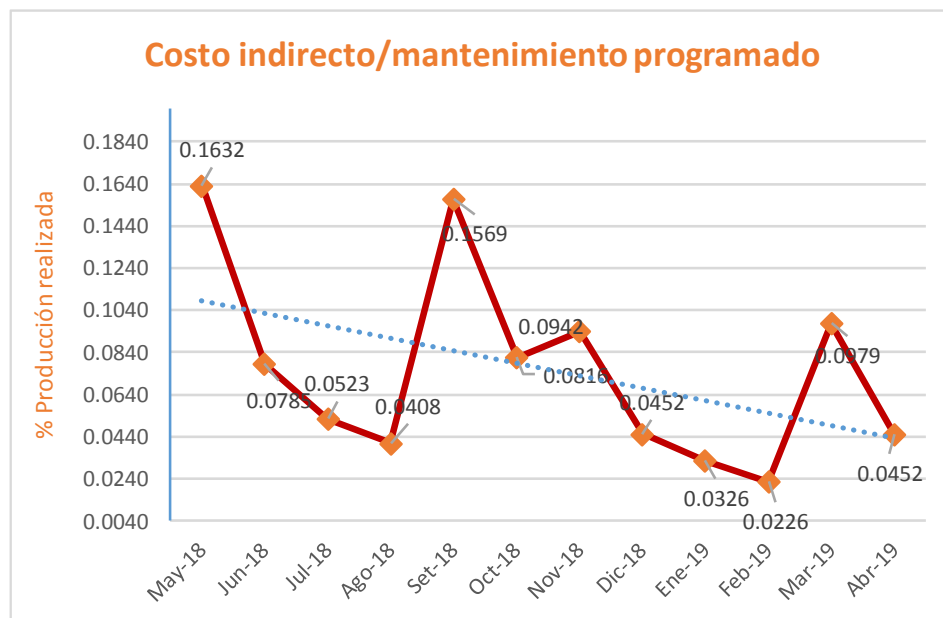


Figura 16. Costo indirecto / mantenimiento programado (may, 2018 a abr, 2019)

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 28. Estadísticos descriptivos de la dimensión 2 de la variable dependiente

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Costo Indirectos / kilometraje pretest	Media		0.095550	0.0213649
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.040630	
		Límite superior	0.150470	
	Media recortada al 5%		0.094833	
	Mediana		0.080050	
	Varianza		0.003	
	Desviación estándar		0.0523331	
	Mínimo		0.0408	
	Máximo		0.1632	
	Rango		0.1224	
Costo Indirectos / kilometraje postest	Media		0.056283	0.0130522
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.022732	
		Límite superior	0.089835	
	Media recortada al 5%		0.055843	
	Mediana		0.045200	
	Varianza		0.001	
	Desviación estándar		0.0319711	
	Mínimo		0.0226	
	Máximo		0.0979	
	Rango		0.0753	

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Análisis inferencial

Prueba de normalidad

a. Gestión del mantenimiento - Variable independiente

Tabla 9. *Análisis de normalidad de la variable independiente*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Tiempo de funcionamiento pretest	0.218	6	,200 [*]	0.917	6	0.486
% Tiempo de funcionamiento postest	0.315	6	0.064	0.827	6	0.101

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales de la gestión del mantenimiento provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales de la gestión del mantenimiento no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la sig < 0.05, Rechaza H₀ y Aceptar H₁

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la sig (pretest) = 0.486 > 0.05 sig (postest) = 0.101 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura 7, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la gestión del mantenimiento (pretest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales de la gestión del mantenimiento tienen distribución normal.

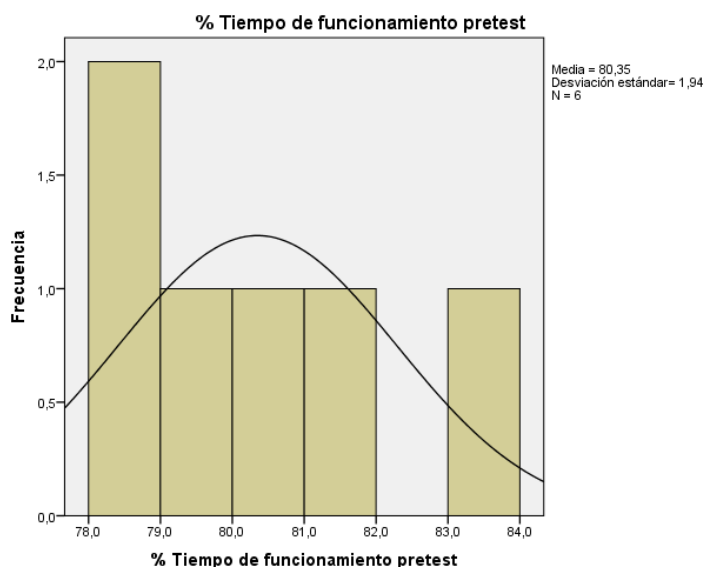


Figura 1. Histograma de los datos muestrales del nivel de la gestión de mantenimiento (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura 8, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma de la gestión del mantenimiento (postest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales de la gestión del mantenimiento tienen distribución normal.

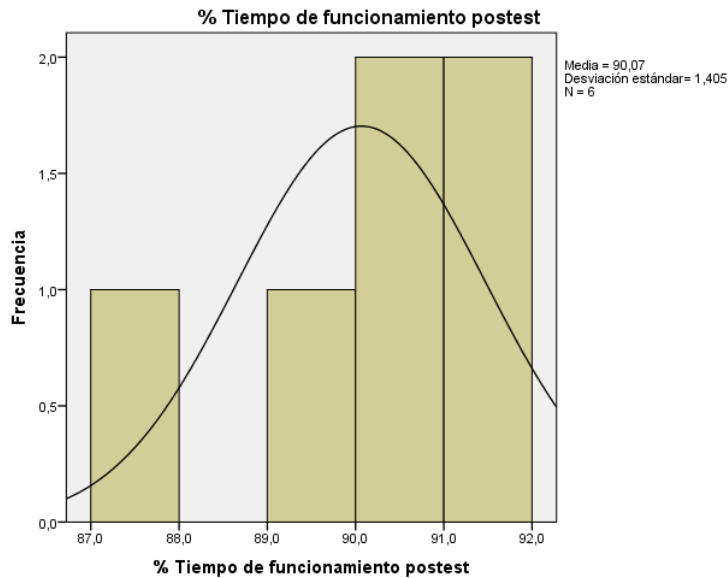


Figura 2. Histograma de los datos muestrales del nivel de la gestión de mantenimiento (postest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

b. Costo MOD / mantenimiento programado - Dimensión N°1 de la variable dependiente

Tabla 10. Análisis de normalidad de la variable dependiente

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo MOD / kilometraje pretest	0.167	6	,200 [*]	0.937	6	0.635
Costo MOD / kilometraje postest	0.194	6	,200 [*]	0.931	6	0.588

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales del Costo MOD / mantenimiento programado provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales del Costo MOD / mantenimiento programado no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la $\text{sig} < 0.05$, Rechaza H_0 y Aceptar H_1

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la $\text{sig} (\text{pretest}) = 0.635 > 0.05$ $\text{sig} (\text{postest}) = 0.588 > 0.05$, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura 9, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma del Costo MOD / mantenimiento programado (pretest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales del Costo MOD / mantenimiento programado tienen distribución normal.

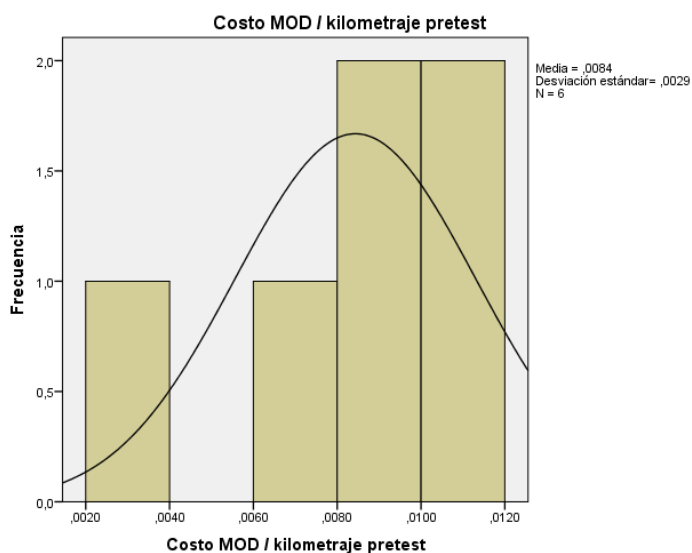


Figura 3. Histograma de los datos muestrales del Costo MOD / mantenimiento programado (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura 10, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma del Costo MOD / mantenimiento programado (postest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales del Costo MOD / mantenimiento programado tienen distribución normal.

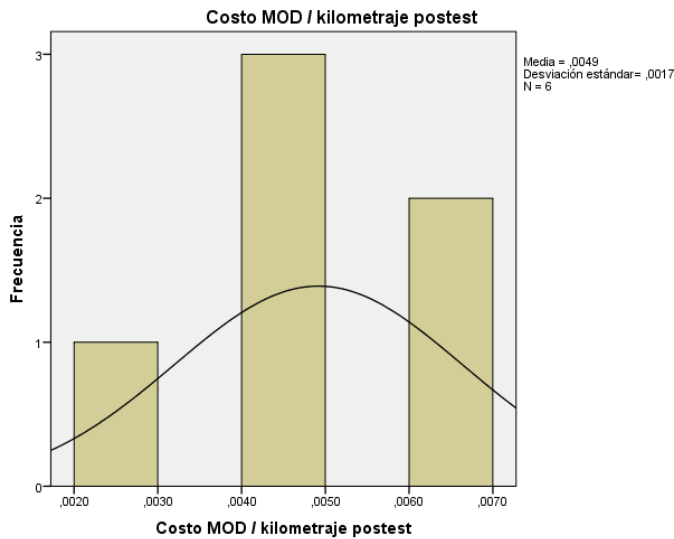


Figura 4. Histograma de los datos muestrales del Costo MOD / mantenimiento programado (postest)
Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

c. Costo materiales / mantenimiento programado - Dimensión N°2 de la variable dependiente

Tabla 11. Análisis de normalidad de la dimensión 1 de la variable dependiente

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo Materiales / kilometraje pretest	0.283	6	0.144	0.864	6	0.204
Costo Materiales / kilometraje postest	0.282	6	0.148	0.859	6	0.187

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales del Costo materiales / mantenimiento programado provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales del Costo materiales / mantenimiento programado no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la sig < 0.05, Rechaza H₀ y Aceptar H₁

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la sig (pretest) = 0.204 > 0.05 sig (postest) = 0.187 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura 11, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma del Costo materiales / mantenimiento programado (pretest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales del Costo materiales / mantenimiento programado tienen distribución normal.

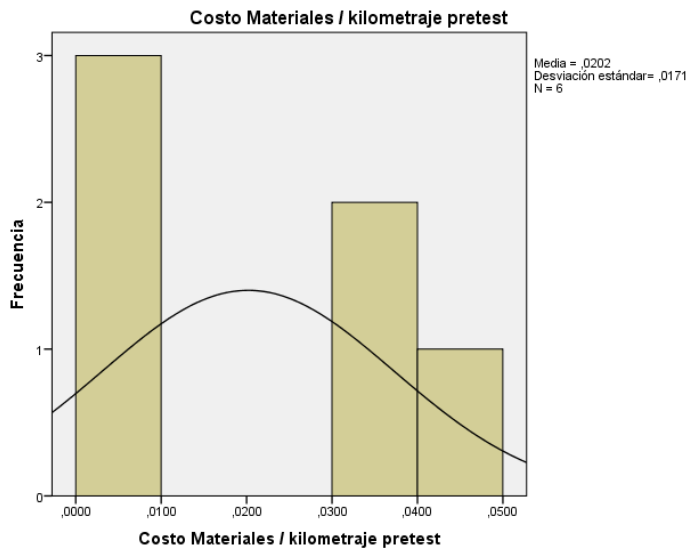


Figura 5. Histograma de los datos muestrales del Costo materiales / mantenimiento programado (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura 12, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma del Costo materiales / mantenimiento programado (postest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales del Costo materiales / mantenimiento programado tienen distribución normal.

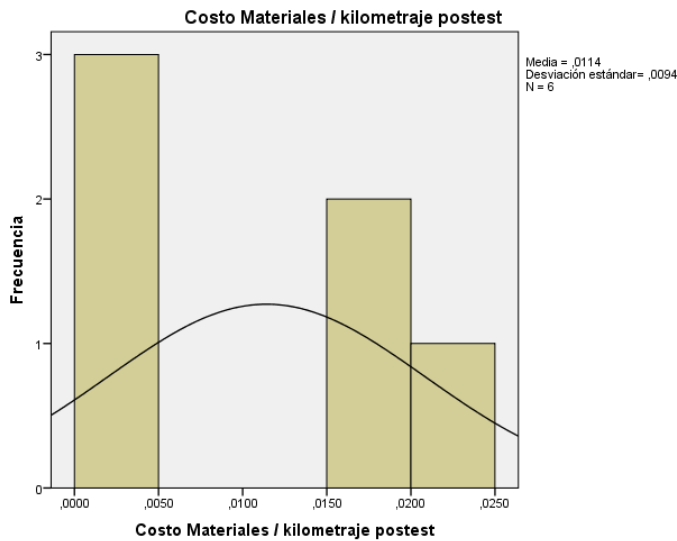


Figura 6. Histograma de los datos muestrales del Costo materiales / mantenimiento programado (postest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

d. Costo indirecto / mantenimiento programado - Dimensión N°3 de la variable dependiente

Tabla 12. Análisis de normalidad de la dimensión 2 de la variable dependiente

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo Indirectos / kilometraje pretest	0.272	6	0.188	0.857	6	0.179
Costo Indirectos / kilometraje postest	0.302	6	0.092	0.845	6	0.143

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

H₀: Los datos muestrales del Costo indirecto / mantenimiento programado provienen de población con distribución normal.

H₁: Los datos muestrales del Costo indirecto / mantenimiento programado no provienen de población con distribución normal.

Decisión.

Si la $\text{sig} < 0.05$, Rechaza H_0 y Aceptar H_1

Debido a que los datos muestrales pretest y postest están conformada por 6 datos cada una será conveniente utilizar la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.

Se observa que la $\text{sig} (\text{pretest}) = 0.179 > 0.05$ $\text{sig} (\text{postest}) = 0.143 > 0.05$, entonces no se rechaza la hipótesis nula; por lo tanto, los datos muestrales tienen distribución normal.

En la Figura 13, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma del Costo indirecto / mantenimiento programado (pretest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales del Costo indirecto / mantenimiento programado tienen distribución normal.

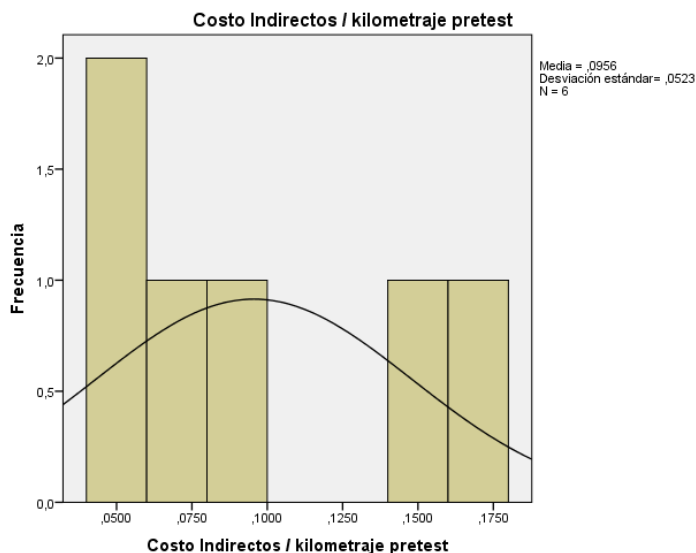


Figura 7. Histograma de los datos muestrales del Costo indirecto / mantenimiento programado (pretest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

En la Figura 14, se observa que la dispersión de los datos muestrales del histograma del Costo indirecto / mantenimiento programado (postest) se encuentran centrados.

Es decir, los datos muestrales del Costo indirecto / mantenimiento programado tienen distribución normal.

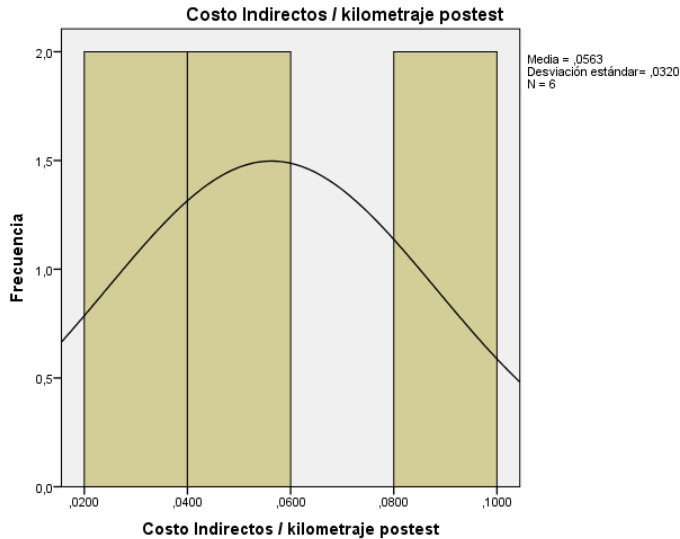


Figura 8. Histograma de los datos muestrales del Costo indirecto / mantenimiento programado (postest)

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Contrastación de la hipótesis

Hipótesis general

Ho: La implementación del sistema de frenos ABS no mejora la disponibilidad de los semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Ha: La implementación del sistema de frenos ABS mejora la disponibilidad de los semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Tabla 13. Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis general

Estadísticas de muestras emparejadas					
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar	
Par 1	% Tiempo de funcionamiento pretest	80.350	6	1.9398	0.7919
	% Tiempo de funcionamiento postest	90.067	6	1.4052	0.5737

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 14. *Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis general*

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 % Tiempo de funcionamiento pretest & % Tiempo de funcionamiento posttest	6	0.901	0.000

Tabla 15. *Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis general*

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Par 1 % Tiempo de funcionamiento pretest - % Tiempo de funcionamiento posttest	-9.7167	3.1511	1.2864	-13.0236 -6.4098	-7.553	5	0.001

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ disponibilidad antes \geq μ disponibilidad después

Ha: μ disponibilidad antes $<$ μ disponibilidad después

De la tabla 13, queda demostrado estadísticamente que la media del nivel de disponibilidad antes = 80.350 es menor que la media del nivel de disponibilidad después = 90.067.

Por consiguiente, no se cumple Ho: μ disponibilidad antes \geq μ disponibilidad después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación del sistema de frenos ABS no mejora la disponibilidad de los semiremolques categoría O4, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la implementación del sistema de frenos ABS mejora la disponibilidad de los semiremolques categoría O4.

Hipótesis específica N°1

Ho: La implementación del sistema de frenos ABS no reduce el costo de mano de obra directa del mantenimiento de semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Ha: La implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo de mano de obra directa del mantenimiento de semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Tabla 16. *Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Costo MOD / kilometraje pretest	0.008433	6	0.0028689	0.0011712
Costo MOD / kilometraje posttest	0.004917	6	0.0017221	0.0007030

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 17. *Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Costo MOD / kilometraje pretest & Costo MOD / kilometraje posttest	6	0.900	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 18. *Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°1*

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Par 1 Costo MOD / kilometraje pretest - Costo MOD / kilometraje posttest	0.0035167	0.0011923	0.0004868	0.0022654	0.0047679	7.225	5	0.001

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ costo MOD/kilometraje antes \geq μ costo MOD/kilometraje después

Ha: μ costo MOD/kilometraje antes $<$ μ costo MOD/kilometraje después

De la tabla 16, queda demostrado estadísticamente que la media del costo MOD/kilometraje antes = 0.008433 es menor que la media del costo MOD/kilometraje después = .004917.

Por consiguiente, no se cumple Ho: μ costo MOD/kilometraje antes \geq μ costo MOD/kilometraje después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación del sistema de frenos ABS no reduce el costo de mano de obra directa del mantenimiento de semiremolques categoría

O4, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo de mano de obra directa del mantenimiento de semiremolques categoría O4.

Hipótesis específica N°2

Ho: La implementación del sistema de frenos ABS no reduce el costo de materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Ha: La implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo de materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Tabla 19. *Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2*

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Costo Materiales / kilometraje pretest	6	0.0170922	0.0069778
	Costo Materiales / kilometraje postest	6	0.0094092	0.0038413

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 20. *Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica 2*

Correlaciones de muestras emparejadas			
	N	Correlación	Sig.
Par 1	6	0.902	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 21. *Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2*

Prueba de muestras emparejadas									
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Costo Materiales / kilometraje pretest - Costo Materiales / kilometraje postest	0.0087667	0.0076917	0.0031401	0.0006947	0.0168386	2.792	5	0.038

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ costo materiales/kilometraje antes \geq μ costo materiales/kilometraje después

Ha: μ costo materiales/kilometraje antes $<$ μ costo materiales/kilometraje después

De la tabla 19, queda demostrado estadísticamente que la media del costo materiales/kilometraje antes = 0.020183 es menor que la media del costo materiales/kilometraje después = 0.011417.

Por consiguiente, no se cumple Ho: μ costo materiales/kilometraje antes \geq μ costo materiales/kilometraje después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación del sistema de frenos ABS no reduce el costo de materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo de materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4.

Hipótesis específica N°3

Ho: La implementación del sistema de frenos ABS no reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Ha: La implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4, Lima, 2019.

Tabla 22. Estadísticas de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2

Estadísticas de muestras emparejadas

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Costo Indirectos / kilometraje pretest	0.095550	6	0.0523331	0.0213649
Par 1 Costo Indirectos / kilometraje postest	0.056283	6	0.0319711	0.0130522

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 23. Correlaciones de muestras relacionadas de la hipótesis específica 2

Correlaciones de muestras emparejadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Costo Indirectos / kilometraje pretest & Costo Indirectos / kilometraje postest	6	0.905	0.000

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Tabla 24. Análisis estadísticos de muestras relacionadas de la hipótesis específica N°2

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Costo Indirectos / kilometraje pretest - Costo Indirectos / kilometraje posttest	0.0392667	0.0207073	0.0084537	0.0175357	0.0609976	4.645	5	0.006

Fuente. Elaboración propia con SPSS 24.

Regla de decisión:

Ho: μ costo indirecto/kilometraje antes \geq μ costo indirecto/kilometraje después

Ha: μ costo indirecto/kilometraje antes $<$ μ costo indirecto/kilometraje después

De la tabla 22, queda demostrado estadísticamente que la media del costo indirecto/kilometraje antes = 0.095550 es menor que la media del costo indirecto/kilometraje después = 0.056283.

Por consiguiente, no se cumple Ho: μ costo indirecto/kilometraje antes \geq μ costo indirecto/kilometraje después, en tal razón se rechaza la hipótesis nula que indica que la implementación del sistema de frenos ABS no reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por lo cual la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4.

IV. DISCUSIÓN

1. Con el estudio realizado se ha determinado que la implementación del ABS mejora la disponibilidad del semiremolques categoría O4, en 12.1%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,901. Este resultado corrobora las conclusiones de la tesis de Calloni (2011), quien indica que un modo de disminuir los tiempos de paro de los semirremolques se basa en el eficiente control de mantenimiento, en ese sentido se propone con este estudio la incorporación del ABS para mejorar la disponibilidad de los semirremolques.
2. Por otro lado, con la investigación se comprobado que la incorporación del ABS reduce el costo MOD del mantenimiento de semiremolques categoría O4, en 41.7%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,900. Los resultados se corroboran con las conclusiones de la tesis de Calloni (2011), quien refiere que un modo de disminuir los tiempos de paro de los semirremolques se basa en el buen control de mantenimiento, en por lo cual se propone con este estudio la incorporación del ABS para la reducción de los costos de mantenimiento, es decir el costo de MOD, costo de materiales y costo indirecto.
3. Por otro lado, con el estudio se comprobó que la implementación del ABS reduce el costo materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4, en 43.4%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,902. Los resultados se corroboran con las conclusiones de la tesis de Gaona (2014), quien refiere que efectivamente existe relación directa del sistema ABS con la prevención de accidentes, así como con la reducción de los costos de materiales de mantenimiento y aumento de la productividad es catalogado como primer sistema de seguridad, mejorando también la maniobrabilidad en situaciones de emergencia de frenado.
4. Por último, se ha justificado que la implementación del ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4, en 41.1%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,902. Este resultado corrobora las conclusiones de la tesis de Duffusaa (2015), quien indica que los periodos del mantenimiento en un sistema de frenos convencional es mayor a comparación de un ABS, en ese sentido el periodo de mantenimiento se prolonga de 30000 km a 50000 con la incorporación del ABS, reduciendo el costo MOD, el costo materiales y el costo indirecto por mantenimiento programado (kilometraje).

V. CONCLUSIONES

1. Según los resultados del estudio, se observa que la implementación del sistema de frenos ABS mejora la disponibilidad de semiremolques categoría O4, en 12.1%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,901.

Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba t student para muestras relacionadas en el pretest y posttest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis general, demostrando así que la incorporación del ABS mejora la disponibilidad de semirremolques en 12.1% en el 2019.

Por lo tanto, se aprueba la hipótesis general: la implementación del sistema de frenos ABS mejora la disponibilidad de semiremolques categoría O4.

2. De acuerdo a los resultados del estudio ,se observa que la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo MOD del mantenimiento de semiremolques categoría O4, en 41.7%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,900.

Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba t student para muestras relacionadas en el pretest y posttest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis específica 1, demostrando así que la implementación del ABS reduce el costo MOD del mantenimiento de semiremolques categoría O4 en 41.7% en el 2019.

Por lo tanto, se aprueba la hipótesis específica 1: la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo MOD del mantenimiento de semiremolques categoría O4.

3. Según a los resultados del estudio, se observa que la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4, en 43.4%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,902.

Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba t student para muestras relacionadas en el pretest y posttest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis específica 2, demostrando así que la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4 en 43.4% en el 2019.

Por lo tanto, se aprueba la hipótesis específica 2: la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo materiales del mantenimiento de semiremolques categoría O4.

4. De acuerdo a los resultados del estudio, se observa que la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4, en 41.1%, hallándose un valor calculado para $p = 0,000$ a un nivel de significancia de 0,05 y un nivel de correlación 0,902.

Los resultados estadísticos de la comparación de medias que se realizaron con la prueba t student para muestras relacionadas en el pretest y posttest, evaluadas en un promedio de tiempo de 12 meses ratificaron la aceptación de la hipótesis específica 3, demostrando así que la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4 en 41.1% en el 2019.

Por lo tanto, se aprueba la hipótesis específica 2: la implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiremolques categoría O4.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se deberá continuar con la incorporación del sistema de frenos ABS, ya que se ha demostrado estadísticamente que mejora la disponibilidad de los semirremolques categoría O4 al realizar mantenimientos más espaciados en el tiempo. Para lo cual se requiere seguir mejorando las competencias y destrezas de los colaboradores de mantenimiento, ya que como se observa en las mediciones realizadas hay un potencial para seguir incrementando resultados positivos respecto al número total de unidades en los que se requiere la implementación del sistema ABS.

2. Es fundamental que los colaboradores tengan mayor alcance sobre el sistema de frenos ABS no solo en semirremolques O4, a fin de que se pueda incrementar el número de unidades/día que requieren la implementación. Al tener una mayor cantidad de semirremolques para la implementación del sistema de frenos ABS, los colaboradores deben buscar optimizar los tiempos del mantenimiento a fin de seguir reduciendo el costo MOD del mantenimiento y tener un mejor indicador costo MOD/mantenimiento programado (kilometraje).

Por lo tanto, se deberá estar enfocados en la optimización del uso del recurso MOD buscando oportunidades de mejora a fin incrementar permanentemente el indicador.

3. Al igual que en los casos anteriores será relevante, incrementar en forma sostenida el número de semirremolques en la implementación de sistemas de frenos ABS a fin de seguir reduciendo el costo materiales/mantenimiento programado (kilometraje) y a la vez incrementar la disponibilidad de los semirremolques al realizar mantenimientos más espaciados.

Por lo tanto, se deberá estar mayor enfocados con maximizar el cumplimiento de los semirremolques en los que se implementará el sistema de frenos ABS, centrados a nuevas mejoras a fin reducir permanentemente el costo materiales/mantenimiento programado (kilometraje) redefiniendo las unidades por lote a comprar buscando ahorros por el tamaño de lote.

4. Incrementar en forma sostenida el número de semirremolques en la implementación de sistemas de frenos ABS permitirá seguir reduciendo el costo indirecto/mantenimiento programado (kilometraje) y a la vez incrementar la disponibilidad de los semirremolques al realizar mantenimientos más espaciados.

Por lo tanto, se deberá estar enfocados en la maximización del cumplimiento de los semirremolques en los que se implementará el sistema de frenos ABS enfocándose en nuevas oportunidades de mejora a fin reducir permanentemente el costo indirecto/mantenimiento programado (kilometraje) al maximizar la utilización de los recursos indirectos.

REFERENCIAS

ACUÑA Acuña, Jorge. Ingeniería de conatabilidad. Costa Rica : Tecbológia de costa rica, 2003.
ISBN: 9977661413

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. 3.^a ed. Colombia: Editorial World color ,2010.122 pp.
ISBN 9789586991292

CALLONI , Juan Carlos. Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequenas y medianas empresas pymes. Argentina: Editorial Nobuko, 2011.20 pp.
ISBN 9789871135271

COLMENARES, O.G y Villalobos. Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo. México : Iberoamericana de Mèxico. Artículo Igenium, (15): 23-27, 2014.
ISSN: 1165-95971

CRUZ,Jose Manuel y CRUZ,Felix.Guia de mantenimiento en instalaciones fotovoltaicas. España:Editorial Experiencia Ediciones, S.L., 2009. 176 pp.
ISBN 9788415179528

DUFFUSSA, salih, RAOUF, A. y DIXON, John. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Ed. Limusa. México: 2009. 419 pp.
ISBN: 9789681859183

DUFFUSAA, Salih, RAOUF, A y DIXON, John. Sistema de mantenimiento planeación y control. Mexico:Editorial Limusa, 2008. 33 pp.
ISBN 9681859183.

DUFFUSAA,Salih,RAOUF,A y DIXON,John. Sistema de mantenimiento planeación y control. Mexico: Editorial Limusa, 2008. 77 pp.
ISBN 9681859189

DUFFUSAA,Salih,RAOUF,A y DIXON,John. Sistema de mantenimiento planeación y control. Mexico:Editorial Limusa, 2008. 419 pp.

ISBN 9681859183

FERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: McGraw - Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. 634 pp.

ISBN 9781456223960

FERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5.ª ed. México: McGraw - Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2010. 613 pp.

ISBN 9786071502919

FONSECA, Milton , y otros. Programa de gestión demantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas.. 2015. 139, Medellín : licensee Universidad Nacional de Colombia., 2015, Vol. 82.

ISSN: 2346-2183.

GALLARÁ, Iván y PONTELLI, Daniel. Mantenimiento Industrial. Editorial Científica Universitaria. Argentina, 2005. 255pp.

ISBN: 9875720585

GARCIA, Santiago. Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. Editorial Díaz Santos. España, 2014. 297 pp.

ISBN: 8479785489

GARCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. ed. De la U. Colombia, 2012. 119pp.

ISBN: 97895876205

GONZALES, Francisco. Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. 2. ° ed. Madrid: Fundación confemetal España, 2010. 275pp.

ISBN: 9788492735334

GONZALES, Francisco . Reducción de Costes y Mejora de Resultados en Mantenimiento. Madrid: Fundación Confemetal España. 2010. 331 pp.
ISBN-13: 9788492735341

GÓMES ,de León.Félix Cesáreo.. Tecnología del mantenimiento industrial . Murcia : Servicio de publicaciones 1998.
84-8371-008-0.

GUTIERREZ, Humberto. Calidad total y productividad. Mexico, Editorial D.F: McGraw-Hill, 2010, 736 pp.
ISBN: 9786071503152

HEYZER, Jay, RENDER, Barry. Dirección de producción y de operaciones: decisiones estratégicas. 8ª Ed. Madrid. Pearson educación, 2007, 616 pp.
ISBN: 9788483225332

HERRERA ,Galán . Michael y Duany Alfonso , yoenia. Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Cuba : Ingeniería Industrial, 2016.
ISSN: 0258-5960

HERRERA Galá, Michael y Martínez Delgado, Edith .Management audit applied to the maintenance department in hospital facilities. Habana Cuba : Ingeniería Mecánica, (20), 2017
ISSN: 1815-5944 .

HUANCAYA Mena, Christian Guillermo. Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad. Tesis (Ingeniero Mecánico) Pontificia Universidad Católica Del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2016.
Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7037>

Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. España. 2017.
ISSN: 2351-9789

LARREA, Moreano, Angel Daniel, y otros. Aproximación a un análisis conceptual del proceso de mantenimiento en el entorno Industrial. 1, México : Revista Dilemas Contemporáneo, (62) 2018
ISSN:20077890

LEBEAU, Kenneth. LEBEAU, Philippe, MACHARIS, Cathy y VAN MIERLO, Joeri. How expensive are electric vehicles? A total cost of ownership analysis. [en línea]. 2013, Vol. 6 [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2019]. Disponible en <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85010060524&origin=inward&txGid=fcb0ceb0fbd31ec67f93c9b952e0cf7>
ISSN 2032-6653

LOMTE, R. U., y otros. Reliability Improvement for TSR Machine of Banburry Mixer using Plant Optimization Process. Elsevier B.V. Aurangabad- India, 2018.
ISSN: 2351-9789.

LÓPEZ campos', Monica A. y Salvatore-Cannella. Panorama de los sistemas de información para la gestión de mantenimiento, 2014. Valparaíso- Chile : Universidad de Sevilla.
ISSN: 0012-7361

LÓPEZ, Cristóbal y OROZCO, Francisco. 2013. Mecanizado. Madrid : Paraninfo, 2013. ISBN: 9788497324410

Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de paltas de tratamiento de agua y palntas depuradoras por Juan José [et al.] España : Editorial Elearning, S.L., 2015 . UF1669:.
ISBN: 9788416360130

PÉREZ ,Miguel. Erick Marloon. Diseño de plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad del tractor CAT-D8T de ICCGSA en Toromocho. Tesis (Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Facultad de Ingeniería Mecánica, 2013.179pp.
Disponible en:
http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/182/FIM13_372.pdf?sequence=1&isAllowed=

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4ª.ed. Mexico: Limusa, 2008. 440 pp.
ISBN-13: 9789681858728

URIBE, Mario. Gerencia del Servicio. ed. de la U. Colombia: 2011. 143 pp.

ISBN: 9789588675251

UNZUETA, Aranguren, Gorka, y otros. Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado.. España : Tecnología industrial, 2014.

ISSN: 0012-7361

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 2ª. Ed.

Lima: Editorial San Marcos, 2013, 495 pp.

ISBN: 9786123028787

VÁSQUEZ Zárate, Félix. Optimizar la gestión de mantenimiento para mejorar la productividad en la empresa Fima industrial S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Lima: Universidad César Vallejo, 2015. 125pp.

VOLLMAN, Thomas, BERRY, William, Clay, d. y Robert f. Planeación y control de la producción: administración de la cadena de suministros. 5ª ed. México: MCGRAW-HILL, 2005, 736 pp.

ISBN: 0072299908

WAKIRU, J., y otros. Maintenance optimization: Application of remanufacturing and repair strategies. Elsevier B.V. Nyeri, Kenia , 2017.

ISSN: 2212-8271.

YIHAI, He, y otros. 2017. Integrated predictive maintenance strategy for manufacturing systems by combining quality control and mission reliability analysis.. Beijing, China : International Journal of Production Research, 2017. ISBN00207543.

YING Zhang, y otros. Calculating method of MTBF for integrated circuit. Conference Series (I), 2018.

ISSN: 1742-6588.

ZEITHAML, Valarie, PARASURAMAN, A. y BERRY, Leonard. Calidad total en la gestión de servicios. Ed. The Free Press. USA: Macmillan, 1990. 255pp.

ISBN: 0029357012

ANEXOS

Matriz de consistencia

TÍTULO	PREGUNTA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN		
Estudio comparativo de los costos de mantenimiento en los sistemas de frenos ABS y Convencional para semiromolques categoría O4, Lima, 2019	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Gestión del mantenimiento	Gestión de Mantenimiento es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable gestión del mantenimiento que será medida a través de la disponibilidad de los semiromolques por la implementación de frenos ABS.	Disponibilidad	$\% \text{ Tiempo de funcionamiento o } (\% \text{ tiempo que el equipo está útil}) = \frac{\text{Horas totales de funcionamiento} - \text{Horas de parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales de funcionamiento}} * 100$	Razón	Registros en Formatos de Recoleccion de datos		
	¿La disponibilidad por la utilización del sistema de frenos ABS es mayor que la disponibilidad por la utilización del sistema de frenos convencional en semiromolques categoría O4, Lima, 2019?	La disponibilidad por la utilización del sistema de frenos ABS es mayor que la disponibilidad por la utilización del sistema de frenos convencional en semiromolques categoría O4, Lima, 2019.	La implementación del sistema de frenos ABS mejora la disponibilidad de los semiromolques categoría O4, Lima, 2019.									
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS									
	¿El costo de mano de obra directa del mantenimiento de frenos convencional es mayor que el costo de mano de obra directa del mantenimiento de frenos ABS en semiromolques categoría O4, Lima, 2019?	El costo de mano de obra directa del mantenimiento de frenos convencional es mayor que el costo de mano de obra directa del mantenimiento de frenos ABS en semiromolques categoría O4, Lima, 2019.	La implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo de mano de obra directa del mantenimiento de semiromolques categoría O4, Lima, 2019.	Costo de mantenimiento	Son los gastos causados por las acciones ejecutadas para conservar los equipos o máquinas en buen estado y funcionamiento, o restáurarlos a un estado específico de funcionalidad.	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable costo de mantenimiento que será medida a través de la estructura de costos del mantenimiento de los semiromolques por la implementación de frenos ABS: costo de mano de obra directa, costo de materiales y costos indirectos.	Costo de mano obra directa	$\% \text{ Costo de mano de obra directa} = \frac{\text{Costo de MOD del mantenimiento de frenos ABS}}{\text{Costo de MOD del mantenimiento de frenos convencional}} * 100$				
	¿El costo de materiales del mantenimiento de frenos convencional es mayor que el costo de materiales del mantenimiento de frenos ABS en semiromolques categoría O4, Lima, 2019?	El costo de materiales del mantenimiento de frenos convencional es mayor que el costo de materiales del mantenimiento de frenos ABS en semiromolques categoría O4, Lima, 2019.	La implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo de materiales del mantenimiento de semiromolques categoría O4, Lima, 2019.								Costo de materiales	$\% \text{ Costo de materiales} = \frac{\text{Costo de materiales del mantenimiento de frenos ABS}}{\text{Costo de materiales del mantenimiento de frenos convencional}} * 100$
	¿El costo indirecto del mantenimiento de frenos convencional es mayor que el costo indirecto del mantenimiento de frenos ABS en semiromolques categoría O4, Lima, 2019?	El costo indirecto del mantenimiento de frenos convencional es mayor que el costo indirecto del mantenimiento de frenos ABS en semiromolques categoría O4, Lima, 2019.	La implementación del sistema de frenos ABS reduce el costo indirecto del mantenimiento de semiromolques categoría O4, Lima, 2019.									

Elaboración propia

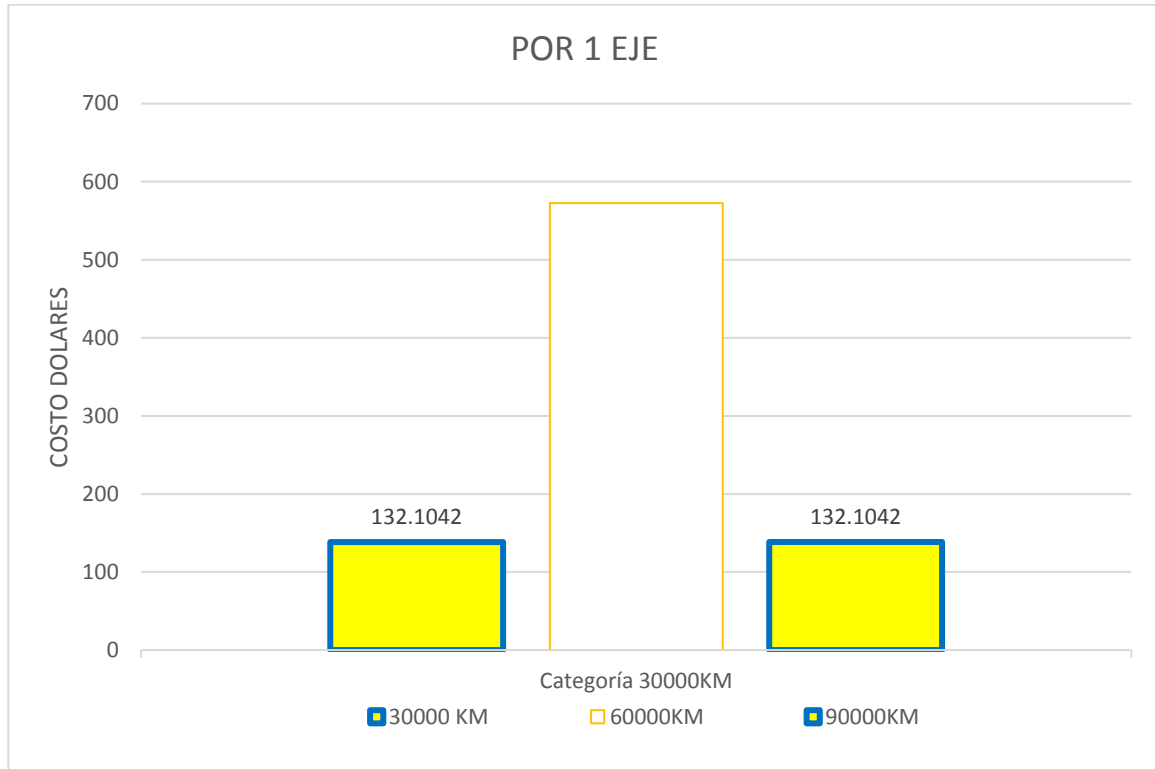
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SEMIRREMOLQUE

A continuación detallamos los trabajos de mantenimiento de acuerdo a los periodos y/o intervalos establecidos

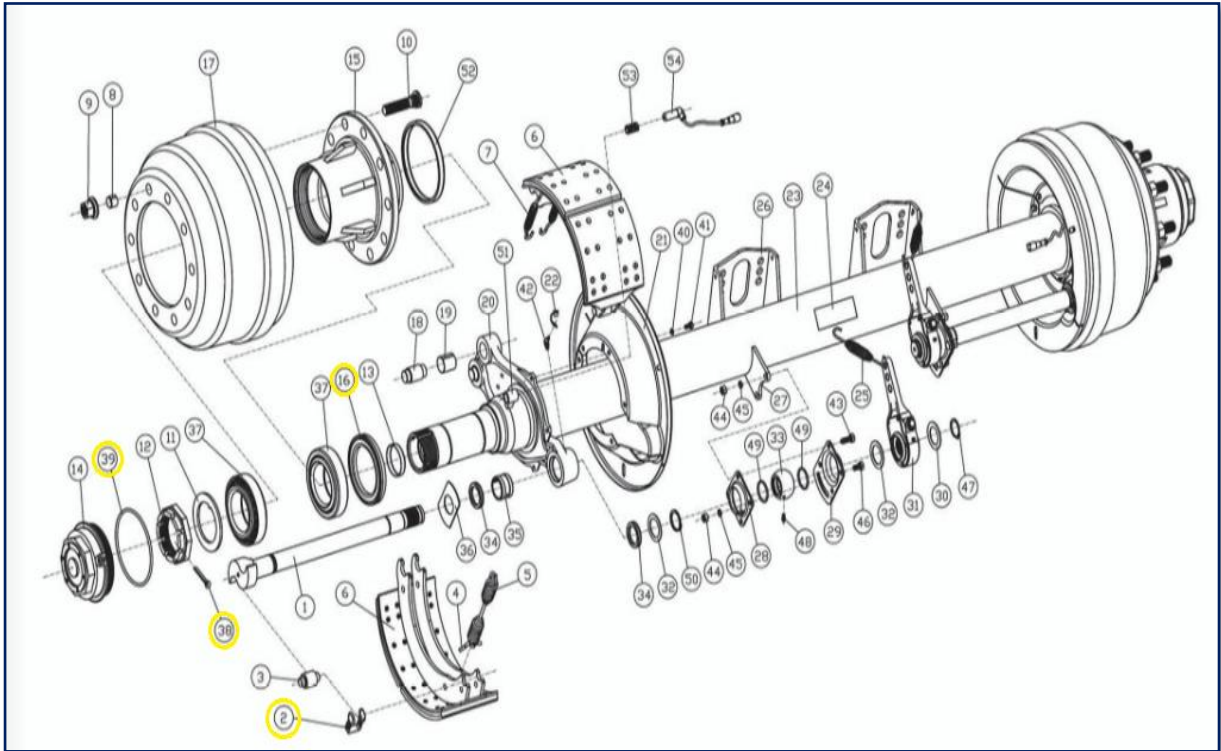
A				B				C				D			
10,000 km o 1 mes (lo que primero ocurra)				30,000 km o 3 meses (lo que primero ocurra)				60,000 km o 6 meses (lo que primero ocurra)				120,000 km o 12 meses (lo primero que ocurra)			
A	B	C	D	LAVADO											
	B	C	D	Lavar y desengrasar el vehículo antes del inicio de la revisión											
A	B	C	D	EJES											
	B			Retirar bocanasa de rueda, examinar los rodamientos ,zapatas y tambores											
	B			Reemplazar los retenes, grasa e inspeccionar los ejes.											
		C		Reemplazar bocinas de ejes excéntricos y accesorios.											
		C		Reemplazar rodamientos de rueda											
		C		Reemplazar zapatas de freno y accesorios(Resorte, Bulón de zapata, rodillo ,bocinas ,etc)											
			D	Reemplazar tambor de freno											
	B			Engrase de rodamientos											
	B			Engrase general											
A	B	C	D	SISTEMA DE FRENOS											
	B	C		Verificar espesor y regular las lonas de freno											
		C		Verificar las tuberías neumáticas (fuga, resecaimiento y fijación)											
		C		Drenar los reservorios de aire											
	B	C		Verificar el funcionamiento del sistema de freno Antivuelco											
	B			Verificar y limpiar las ruedas dentadas de los vehículos con EBS											
		C		Verificar mano de amigo / enganche rápido (fuga y fijación)											
		C		Examinar la fijación de las cámaras de freno y posibles fugas											
	B	C		Verificar el funcionamiento de los frenos de servicio y estacionamiento											
A	B	C	D	LUBRICACION											
	B	C		Lubricar los puntos de engrase (rachet, eje excéntrico, patas de apoyo)											

UNIDAD I (DETALLE ECONÓMICO) PROPUESTA 30000 KM

(TIEMPO APROX. DE TRABAJO 6 HORAS)

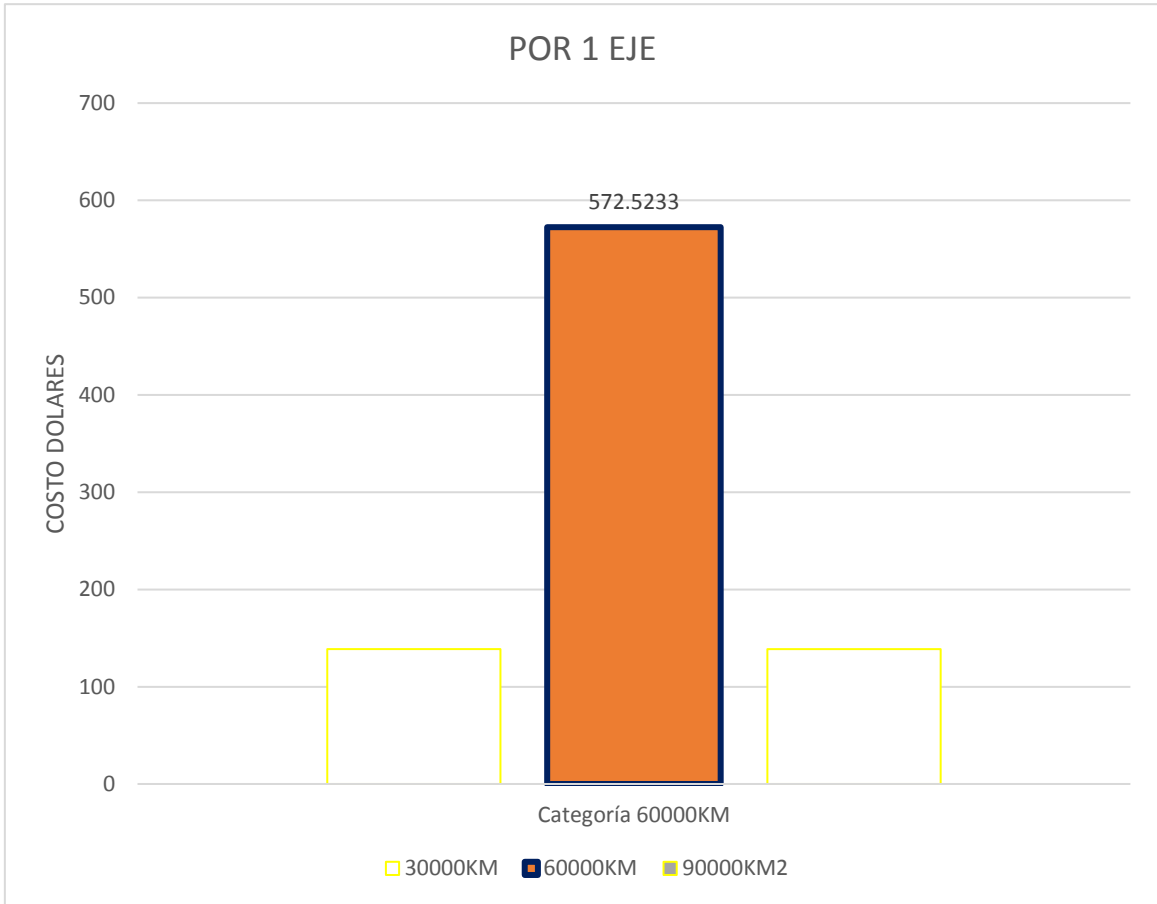


DETALLE	COSTO USD 1 EJE	COSTO USD 2 EJE	COSTO USD 3 EJE
REPUESTOS	\$ 47.1042	\$ 94.2084	\$ 141.31
SERVICIO	\$ 40.0000	\$ 80.0000	\$ 120.0000
LUBRICANTE ESPECIAL	\$ 20.0000	\$ 40.0000	\$ 60.0000
MATERIALES DIVERSOS	\$ 25.0000	\$ 25.00	\$ 25.00
TOTAL	\$ 132.1042	\$ 239.2084	\$ 346.3126



ITEM	CODIGO	UBICACIÓN	REPUESTOS DE MANT. PREVENTIVO	CANT .	Frecuencia en Km	15	30	45	60	75	90	105	120
01	NA06600015	2	Seguros de rodillo	4	30		⊙		⊙		⊙		⊙
02	WB03300002	16	Reten de eje Propar	2	30		⊙		⊙		⊙		⊙
03	NA06600020	38	Seguro de tuerca castillo o pasador	2	30		⊙		⊙		⊙		⊙
04	NA	39	O ring de tapa de bocamasa	2	30		⊙		⊙		⊙		⊙
05	KR25200001	Ser.01	Engrase rodamientos – bocamasa de rueda	2	30		⊙		⊙		⊙		⊙
06		Ser.02	Engrase genera en conectores de lubricación dela cisterna	2	15	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
07	KR25200006		Materiales diversos	1	30								

PROPUESTA 60000 KM



(TIEMPO APROX. DE TRABAJO 8 HORAS)

DETALLE	COSTO USD 1 EJE	COSTO USD 2 EJE	COSTO USD 3 EJE
REPUESTOS	\$ 441.2233	\$ 882.4466	\$ 1,323.67
SERVICIO	\$ 80.0000	\$ 160.0000	\$ 240.0000
LUBRICANTE ESPECIAL	\$ 20.0000	\$ 40.0000	\$ 60.0000
MATERIALES DIVERSOS	\$ 25.0000	\$ 25.00	\$ 25.00
TOTAL	\$ 566.2233	\$ 1,107.4466	\$ 1,648.6699

ÍTEM	CODIGO	UBICACIÓN	REPUESTOS DE MANT. PREVENTIVO	CAN T.	Frecuencia en Km	15	30	45	60	75	90	105	120
01	NA	2	Seguros de rodillo	4	60				⊙				⊙
02		3	Rodillo chico de patín	4	60				⊙				⊙
03		4	Seguro labio de zapata (pasador de patín))	4	60				⊙				⊙
04		5	Resortes grande de zapata de freno	2	60				⊙				⊙
05		7	Resortes chico de zapata de freno	4	60				⊙				⊙
06		18	Rodillo grande de patín	4	60				⊙				⊙
07		19	Casquillo de bulón (bocina metálica)	4	60				⊙				⊙
08	NA	25	Resorte de ratchet	2	60				⊙				⊙
09	NA	30	Arandela metálico de ratchet pequeño	4	60				⊙				⊙
10		32	Arandela metálico grande(parte ratchet)	2	60				⊙				⊙
11		33	Casquillo o bocina de baquelita eje excéntrico (parte ratchet)	2	60				⊙				⊙
12		34	Reten pequeño de eje excéntrico (parte calavera)	4	60				⊙				⊙
13		35	Casquillo o bocina de baquelita eje excéntrico (parte calavera)	2	60				⊙				⊙
14		42	Grasera de casquillo o bocina de eje excéntrico (parte calavera)	2	60				⊙				⊙
15		43	Perno de base excéntrica	4	60				⊙				⊙
16		44	Tuerca de base excéntrica	8	60				⊙				⊙
17		45	Arandela plana para perno y tuerca de base excéntrica	8	60				⊙				⊙
18		46	Perno de pequeño de base excéntrica	4	60				⊙				⊙
19		47	Seguro de ratchet	2	60				⊙				⊙
20		48	Montaje de lubricante (grasera)	2	60				⊙				⊙
21		49	Oring de bocina de eje excéntrico	4	60				⊙				⊙
22		50	Reten pequeño de eje excéntrico (parte ratchet)	2	60				⊙				⊙
23	518445	37	Rodaje con pista de eje Propar N° 518445	4	60				⊙				⊙
24	BB-4515C	55-6	Juegos de bloques de zapata St.	1	60				⊙				⊙
25	WB03300002	16	Reten de eje Propar	2					⊙				⊙
26	NA06600020	38	Seguro de tuerca castillo o pasador	2					⊙				⊙
27	NA	39	O ring de tapa de bocamasa	2					⊙				⊙
05	KR25200001	Ser.01	Engrase rodamientos – bocamasa de rueda	2	30			⊙		⊙		⊙	
06		Ser.02	Engrase genera en conectores de lubricación dela cisterna	2	15	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
07	KR25200006		Materiales diversos	1	30								

PROPUESTA 120000 KM OPCIONALES SEGÚN EVALUACIÓN

ÍTEM	UBICACIÓN	REPUESTOS DE MANT. PREVENTIVO	CANT.	P.TOTAL USD
01	1	EJE DE LEVA	2	USD 77.99
02	09 y 10	TUERCA Y PERNO DE RUEDA DE BOCAMASA	20	USD 122.72
04	11	ARANDELA GUIA PLANA DE BOCAMASA	2	USD 15.34
05	14	TAPA DE BOCAMASA	2	USD 42.33
06	17	TAMBOR DE FRENO	2	USD 247.00
07	28 y 29	SOPORTE DE LEVA R y L	2	USD 46.02
09	31	RACHET MECANICO DE 10 DIENTES	2	USD 38.99
10	36	SOPORTE DE EJE DE LEVA	2	USD 3.07
11	6	PATIN CON ZAPATA	4	USD 197.60

