



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“Plan de mantenimiento basado en la metodología tpm para optimizar la productividad de las unidades vehiculares de la empresa servosa gas sac - Chiclayo”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Edinson Perales Díaz (ORCID: 0000-0003-1786-0026)

ASESOR:

Mg. James Skinner Celada Padilla (ORCID: 0000-0003-1389-4093)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y planes de mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres, quienes me enseñaron que el mejor conocimiento que se puede obtener es aquel que se aprende por sí mismo. A mis hermanos, por ser el apoyo del día a día, para seguir esforzándome y poder alcanzar mis metas y sueños trazados.

Edinson Ricardo Perales Díaz

Agradecimiento

Agradecer en primer lugar a Dios, por brindarnos la existencia y ser la fortaleza en momentos de debilidad. A mis padres, hermanos, familiares, por la confianza encargada para posteriormente ser la principal motivación para esforzarme a ser cada día mejor y alcanzar mis propósitos trazados a lo largo de la vida, siendo este trabajo de investigación uno de los principales en mi trayectoria académica.

Edinson Ricardo Perales Díaz

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, PERALES DÍAZ EDINSON RICARDO, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 74457664, con el trabajo de investigación titulada,

“PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA TPM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD DE LAS UNIDADES VEHICULARES DE LA EMPRESA SERVOSA GAS SAC - CHICLAYO”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 17 de julio, 2020

Nombres y apellidos: Edinson Ricardo Perales Díaz

DNI : 74457664

Firma : 

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	10
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	10
2.2. Variables, Operacionalización	11
2.3. Población y Muestra	13
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.5. Métodos de análisis de datos.....	16
2.6. Aspectos Éticos.....	16
III. RESULTADOS	17
3.1. Diagnosticar el estado actual y las actividades de mantenimiento de las unidades vehiculares en la empresa SERVOSA GAS SAC.	17
3.2. Diseñar el Plan de Mantenimiento para las Unidades de la Empresa Servosa Gas Sac	37
3.3. Calcular como el Plan de Mantenimiento Basado en la Metodología TPM Optimiza la Disponibilidad y Confiabilidad de las Unidades Vehiculares de la Empresa Servosa Gas Sac	40
3.4. Realizar una Evaluación Económica de la Propuesta, Utilizando Indicadores tales como VAN y TIR para Determinar la Viabilidad del Proyecto	55

IV. DISCUSIÓN	59
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	65
Acta de aprobación de originalidad de tesis	74
Reporte de Turnitin.....	75
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	76
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	77

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización	12
Tabla 2. Técnicas e instrumentos	13
Tabla 3. Unidades Vehiculares empresa SERVOSA GAS SAC.....	18
Tabla 4. Número de ingresos de vehículos a taller de reparación.	20
Tabla 5. Tiempo de permanencia de vehículo en taller de reparación.	22
Tabla 6. MTBF Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC	24
Tabla 7. Registro de la cantidad de reparaciones y número de horas empleadas de las unidades vehiculares SERVOSA GAS SAC 2019	26
Tabla 8. Mantenimiento preventivo y correctivo por tipo de sistema	30
Tabla 9. MTTR Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC.....	31
Tabla 10. Disponibilidad (%) de Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC .	33
Tabla 11. Cálculo de la confiabilidad actual de las unidades vehiculares. SERVOSA GAS SAC	35
Tabla 12. Diseño de Mantenimiento Preventivo a Unidades Vehiculares	39
Tabla 13. Tiempo de ejecución de servicio (En Horas) por tipo de trabajo según recorrido de la unidad vehicular.....	42
Tabla 14. Indicadores de mantenimiento.....	47
Tabla 15. Disponibilidad de unidades vehiculares sin mantenimiento y aplicando TPM...	50
Tabla 16. Cálculo de análisis de weibull.	52
Tabla 17. Factor.....	53
Tabla 18. Cálculo de análisis de weibull.	53
Tabla 19. Inversión Inicial.....	55
Tabla 20. Flujo de caja	56
Tabla 21. Valor Actual Neto.....	57
Tabla 22. Tasa Interna de Retorno.....	58

Índice de Figuras

Figura 1. Características técnicas de vehículos empresa SERVOSA GAS SAC	17
Figura 2. Vehículo FAW, 2013	18
Figura 3. Número de mantenimientos preventivos y correctivos actuales. Empresa SERVOSA GAS SAC	28
Figura 4. Mantenimiento preventivo por tipo de sistema Empresa SERVOSA GAS SAC	28
Figura 5. Mantenimiento Correctivo por tipo de sistema Empresa SERVOSA GAS SAC	29
Figura 6. DISPONIBILIDAD (%) de Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC	34
Figura 7. Confiabilidad actual de las unidades vehiculares. SERVOSA GAS SAC.....	36
Figura 8. Tiempo de ejecución de servicio (En Horas) por tipo de trabajo según recorrido de la unidad vehicular.....	44
Figura 9. Número de paradas de vehículos (en horas) por averías sin mantenimiento y aplicando TPM	48
Figura 10. Tiempo entre fallos de vehículos (en horas) sin mantenimiento y aplicando TPM	48
Figura 11. Tiempo de reparación de vehículos (horas): sin mantenimiento y aplicando TPM	49
Figura 12. Disponibilidad de unidades vehiculares sin manteamiento y aplicando TPM...	51
Figura 13. Cálculo de análisis de weibull.....	54

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA TPM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD DE LAS UNIDADES VEHICULARES DE LA EMPRESA SERVOSA GAS SAC – CHICLAYO, está enmarcado dentro de la línea de investigación sistemas y planes de mantenimiento, y tiene como objeto de estudio incrementar la productividad de la empresa SERVOSA GAS SAC, a partir del incremento de los valores de disponibilidad y confiabilidad de las unidades vehiculares, que en su totalidad son de procedencia de la república de China, destinadas al transporte de GLP en la ciudad de Chiclayo, en el cual se tiene contratos de transporte de GLP a diferentes empresas y estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo.

La investigación se inicia realizando un diagnóstico de la situación actual de las unidades vehiculares, en cuánto a los tiempos de funcionamiento, a los tiempos de reparación y al número de paradas de los vehículos, a fin de determinar los valores de disponibilidad y de confiabilidad. La disponibilidad actual tiene un valor del 77% para un vehículo, que está por debajo del indicador de clase mundial que es del 82%. El análisis de la confiabilidad se determinó utilizando el método de análisis de weibull, que es el método más apropiado para determinar el porcentaje de probabilidad de fallos, en función a los datos de disponibilidad de las unidades vehiculares.

Se realiza el diseño de las actividades y tareas del plan de mantenimiento de los diferentes sistemas de las unidades vehiculares. Luego se calculó como la metodología del mantenimiento productivo total influye en la mejora de los indicadores de disponibilidad y de confiabilidad de las unidades vehiculares

Finalmente se hizo el análisis económico, utilizando indicadores económicos tales como el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

Palabras claves: Disponibilidad, Confiabilidad, Plan de Mantenimiento.

ABSTRACT

The present research work called: MAINTENANCE PLAN BASED ON THE TPM METHODOLOGY TO OPTIMIZE THE PRODUCTIVITY OF VEHICULAR UNITS OF SERVOSA GAS SAC - CHICLAYO, is framed within the line of research systems and maintenance plans, and aims to increase the productivity of SERVOSA GAS SAC, from the increase in the availability and reliability of vehicle units, which are entirely from the Republic of China, destined to transport LPG in the city of Chiclayo, in which you have LPG transport contracts to different companies and service stations in the city of Chiclayo.

The investigation begins by making a diagnosis of the current situation of the vehicle units, in terms of operating times, repair times and the number of vehicle stops, in order to determine the availability and reliability values. Current availability has a value of 77% for a vehicle, which is below the world class indicator that is 82%. Reliability analysis was determined using the weibull analysis method, which is the most appropriate method to determine the percentage of probability of failures, based on the availability data of the vehicle units.

The design of the activities and tasks of the maintenance plan of the different systems of the vehicle units is carried out. Then it was calculated how the methodology of total productive maintenance influences the improvement of the availability and reliability indicators of the vehicle units.

Finally, the economic analysis was done, using economic indicators such as the net present value and the internal rate of return.

Keywords: Availability, Reliability, Maintenance Plan.

I. INTRODUCCIÓN

En la investigación de UNE-EN 13306 (2018) refieren que, una industria latinoamericana en su sistema de producción teniendo en cuenta la globalización, debe de poner en primer lugar el sistema de gestión y manufactura de la clase mundial. Por otro lado, nos afirman que, las industrias que visualizan claramente los procedimientos de cada avance y corroboran el querer aumentar la producción de dichas compañías, deben de aplicar la filosofía del TPM, como una de las principales opciones.

En el artículo de SINAIS INGENIERÍA S.L. (2018) indican que actualmente, la normatividad de eficacia y por ende la competencia nos han mostrado que todas las empresas deben de llevar a cabo el mantenimiento y reparación de toda máquina hasta convertirse en una unidad de alto valor para llevar a cabo todo lo que le compete a la fabricación de estas. También menciona que, el futuro es imprescindible, para todas las empresas, siendo así una ejecución de las estrategias planteadas, siendo una forma de obtener la mejor disponibilidad y confiabilidad de las máquinas en sí.

Cardona (2015) nos muestra que, Meals de Colombia S.A.S, es una empresa de alimentos, la cual fabrica helados y jugos, cuenta con el área de productividad que se encuentra en Bogotá, y viene aplicando metodologías de mantenimiento modernas como el TPM, ha concebido esta metodología con el involucramiento de todos los empleados de la organización generando una nueva dirección al proceso productivo, la empresa ha encontrado en esta metodología TPM el soporte para la mejora continua de personal y el desarrollo de sus habilidades.

Para Lozada (2017) es gran indicador que, Ecuador viene proyectando la generación eléctrica a través del uso de las energías renovables, pretendiendo optimizar también los trabajos de mantenimiento, bajo el mando de una compañía eléctrica, que creó un centro de investigación con la finalidad de satisfacer todo lo que tiene que ver con el mantenimiento, reparación, recobro y fabricación de los generadores, para así generar tecnología ecuatoriana proyectándose en el futuro y brindar trabajo.

Según Campos (2017) nos indica que, teniendo un plan de implementación, centrado en la mejora y empleabilidad, aplicando la confiabilidad, que nos muestra, todo aquel fallo inesperado, y por ende afirma que, “aumentando la producción y las eficiencias de los

activos, disminuyendo así las paradas no programadas que son ocasionadas por mantenimientos correctivos” (p. 9).

SERVOSA GAS S.A.C. es considerada como una empresa que se dedica a transportar GLP a granel, así como también GNC. Tiene como finalidad garantizar la seguridad y calidad del transporte, pero su transporte no cuenta con la confiabilidad requerida por carecer de mantenimiento y la poca presencia del antes mencionado en sus unidades que realizan dicho trabajo. Al realizar el reparto de GLP / GNC, a distintos clientes de la ciudad, en el tramo recorrido, las unidades presentan desperfectos mecánicos, y por ello se genera que las unidades queden varadas en ruta, provocando el retraso de la programación establecida, **COSTOS DE MANTENIMIENTO NO PRESUPUESTADOS** y obviamente el bajo rendimiento de la productividad. Esto tiene mucho que ver con que SERVOSA como empresa en sí no ha previsto el tener ese plan de mantenimiento que para realizar las labores de acuerdo al estado en que se encuentran las unidades, esto quiere decir separar los tipos mantenimientos para cada unidad y planificarla, para posteriormente minimizar los mantenimientos correctivos y que esto se vea reflejado en los mantenimientos preventivos y predictivos.

El diseño de un sistema tpm (total productive maintenance) según el autor Avilés (2018) nos testimonia que, la parte de mantenimiento de la empresa winrep s.a, tiene por objetivo reducir todo lo referente a las paradas de las máquinas de producción, se diseñará un sistema basado en la implementación TPM, de acuerdo con la investigación realizada se ha logrado visualizar cuales son las verdaderas causales de la pérdida económica mediante el diagrama Causa-Efecto, con el uso de esta herramienta se minimizaran los desperdicios y si le sumamos un buen plan de mantenimiento se mejoró la cadena de procesamiento del camarón. El costo de la propuesta será de \$27.900,00; obteniendo un beneficio de \$255.796,00 recuperando el capital de forma rápida.

En la investigación, de los autores Trigos & Niño (2017) detallan que, si se elabora una estrategia a manera de prevención para las máquinas de los equipos pesados, en aquellos que se puede verificar ciertos problemas donde se aplicaron los mantenimientos correctivos donde se vienen aplicando; además los autores sostienen que, teniendo identificados todos los problemas dados por las máquinas habiendo aplicándose el mantenimiento correctivo, se debe tomar otras medidas. Además de ello verificaron que, las empresas mantuvieron identificados los problemas observados y suscitados y sabía los efectos que podrían tener los

equipos. Y por ello los autores indicaron que, deben de prepararse ciertas fichas donde se lleve un control sobre el mantenimiento bajo la aplicación del TPM, Es hay, donde se refleja al personal inexperto en este tema, así mismo como toda falta de información y capacitación que se les ha brindado por parte de las empresas.

Lozada (2017) sugiere que, lo más importante y resaltante es poder tener una estrategia para poder aplicarlas en cada equipo donde exista el fallo. Por consiguiente, “Las actividades de mantenimiento preventivo son planteadas en base técnicas de RCM como: CA y AMFE. Y por ello el autor alude que, “Por último, realiza el cálculo del OEE (eficiencia global del equipo) para un proceso de mandrilado en el torno vertical y se identifican las principales pérdidas en la eficiencia global de la máquina” (p. 16).

Los autores Alavedra, Gastelu, Méndez, Minaya, Pineda, Prieto & Ríos (2016) recalcan en su averiguación que, “en la investigación hecha en la empresa Komatsu S.A. se realizó un estudio de la disponibilidad de los camiones Komatsu 730e, para plantear un modelo matemático a través de la regresión lineal múltiple” (p. 23). Así mismo dan a notar que, la parte del sistema es productivo, teniendo en cuenta que sus fallas sean mínimas. Además, los autores concuerdan en que, “[...] las variables de gestión de mantenimiento y disponibilidad tienen una relación de 62,6%, lo que significa que el 37,4% de diferencia está dado por otros factores que no están relacionados con las variables” (p. 24).

Portal & Salazar (2016) resaltan que dentro de su investigación que, teniendo y siguiendo con un lineamiento de propuestas sobre el TPM, para así incrementar la disponibilidad de cada equipo y el rendimiento de su empresa. Teniendo los resultados de la empresa se puede decir que una buena gestión sobre su mantenimiento nos puede arrojar buenos resultados con respecto al proceso y el estado de la máquina. Los autores creen conveniente también que, teniendo en claro sobre los problemas que cada equipo presenta se verá tratado, es decir disminuirá en gran porcentaje la falla. Y por ello, se deben tener las herramientas necesarias, como por ejemplo primero identificar la falla de la máquina para su mantenimiento respectivo, identificando también la causa efecto para así tener más resultados sobre los problemas.

Espinoza (2014) en su tesis detalla que, es una gran necesidad el no saber exactamente el funcionamiento respectivo y adecuado de los diferentes procedimientos de aquellas máquinas, lo cual dificulta a los encargados del reparo de las fallas brindarle un adecuado

mantenimiento preventivo. Por lo demás el autor recalca que, cuando se realiza una adecuada toma de información sobre los vehículos y los equipos, realizando así un trabajo minucioso sobre el procedimiento viendo ciertos aspectos selectivamente y dejando sus parámetros adecuadamente. Posteriormente, los autores llegan a la conclusión de que, teniendo unos manuales que sepan guiar e inducir bien al mantenimiento del vehículo, los conductores podrán desempeñarse mejor y verificar cualquier fallo o problema suscitado o por suscitar, esto permitirá que se le dé un buen mantenimiento a la máquina en su debido tiempo, ayudando así gran mente a la empresa responsable.

Propuesta para mejorar el trato sobre el mantenimiento de los vehículos y su máquina en las empresas, a través del TPM.

El autor García (2018) en su indagación explica que, Para poder iniciar adecuadamente con dichas informaciones e investigaciones debemos tener en cuenta todo acerca del TPM para su aplicación. Teniendo en cuenta que, se podrá llegar a obtener una buena información sobre el fallo, se debe revisar también que se mida toda la capacidad de la planta en sí. Cabe mencionar que, debemos tener a la mano una serie de propuestas lo cual nos permita identificar directamente la necesidad de tener ese sistema, asistida por ordenador. Identifica también que, una vez aplicada las propuestas que tuvimos sobre el fallo del equipo se verán reflejados todos los beneficios obtenidos, principalmente los económicos, gracias a la aplicación del TPM.

Farfán (2016) nos resalta en su proyecto que, el objetivo principal de una gestión, es tener una buena administración de cada área. Por tanto, recalca que, siguiendo los modelos presentados, se podrá ver más identificado a todo el personal tanto de la parte operacional como de la parte administrativa de la empresa. Así mismo alude que, se debe tener en cuenta el análisis del cómo se encuentra actualmente el área operacional. Dicho proyecto a su vez reitera que, se debe manejar adecuadamente cada producto de la empresa para así tener un adecuado fin.

Pérez & Estrada en su indagación concluye que, si se realiza un eficiente y productivo diseño podremos llegar a unificar integralmente todas las normas obteniendo una ficha corregida, es decir un manual de seguimiento de la competencia, así aumentaremos la competitividad.

Guerrero (2015) resalta que, el hablar sobre la evolución de la ciencia lógica y metodológica e incluso psicológicamente es una interacción enrevesada de conjeturas agudas y

refutaciones rotundas. Como la evolución biológica, ella es una ronda incesante de variación ciega y retención selectiva.

Tamayo (2009) puntualiza que, hablar sobre un conocimiento expresamente científico es hablar sobre, como el hombre encuentra las explicaciones y respuestas verídicas para otorgarle un buen sentido de realidad.

Hagen (2009) explica que, el análisis es el poder diferenciar y saber cuáles son en sí los componentes de un elemento. Sin embargo, destaca que, el análisis en ingeniería es hablar sobre la parte de análisis que le brinda a un fallo aplicando la parte matemática en conjunto con la parte científica.

García (2004) nos habla sobre que es el diseño para él, pues en ingeniería hablamos sobre el proceso de un sistema que satisfaga. Por lo cual en ese proceso se deben de cumplir con todo el marco científico y aplicar los conocimientos de la ingeniería propiamente dicho.

García (2003) nos señala que, un mantenimiento es técnicamente las técnicas empleadas para mantener y conservar el equipo, dándole una mayor duración, con una alta disponibilidad, para que así pueda darle un máximo uso la empresa.

León (2005) habló sobre que, es el un objetivo principal del mantenimiento es el nivel de disponibilidad, para tener una mejor producción, con unos estándares de la más alta calidad para el buen funcionamiento y la seguridad y tranquilidad para la persona y/o conductor que es quien trabaja y le da uso a la máquina para fines netamente de la empresa.

García (2003) nos define que, para él, el mantenimiento ha evolucionado desde finales del siglo XIX, donde inicialmente el mantenimiento consistía en que los operarios de las máquinas repararan estas cuando se malograban, pero conforme avanzaba la tecnología y la complejidad de estas fue necesario formar personas exclusivamente para el sostenimiento y la instauración de las oficinas dentro de cada empresas, posterior a la segunda guerra mundial, vemos surgir una noción de fiabilidad, donde el mantenimiento solo buscaba reparar aquellas máquinas cuando estas se malograban sino que además comenzaron a prevenir que estas no se produzcan, a partir de este momento comenzó se comenzó a estudiar las tareas de mantenimiento con lo cual se logró establecer el mantenimiento preventivo. Luego, comenzó a darse la idea de que podía ser provechoso para el personal del área realizara el mantenimiento de las máquinas, a partir de allí se establece la metodología TPM,

donde algunas tareas de mantenimiento ahora podrían hacerse por los operarios de producción.

Hablamos de mantenimiento cuando clasificamos principalmente en tres tipos, el primero es el correctivo, el segundo es preventivo y por consiguiente el tercero es predictivo, cada uno con características particulares.

Gonzales (2013) brinda una interpretación sobre que, el mantenimiento preventivo es aquel que se logra por medio de inspecciones periódicas de los equipos con el objetivo de detectar anomalías en su funcionamiento logrando detectarlas a tiempo para una actuación rápida y eficaz.

Sánchez (2007) comenta que, para él, el mantenimiento correctivo no es más que el que repara la máquina que se encuentra con una avería. Así mismo dicho mantenimiento hace la labor de buscar, reparar, verificar y diagnosticar el causante de dicha falla; con este diagnóstico preciso de la falla en sí, se logra prevenir cualquier otra avería del mismo.

Navarro (1997) mediante su investigación reconoce que, si hablamos de un mantenimiento predictivo, hablamos de un conocimiento exacto del estado de la máquina, lo cual nos permite tener en correcto estado las variables. Esa constante verificación de sus variables nos permite determinar la situación del mantenimiento correctivo.

Sánchez (2007) señala que, para un mejor desarrollo de la máquina hay cuatro estrategias que se deben aplicar en el aspecto de mantenimiento. Para el autor, aquellas estrategias son básicas, ya que consisten en la parte operacional del mantenimiento ya antes mencionado que es el correctivo; ya que no buscan la reducción en sí de los costos y la productividad, es que deber aplicado por la pequeña industria.

Sánchez (2007) nos explica también a cerca de las estrategias moderadamente intensivas, ellas son basadas en los mantenimientos ya mencionados, que son el preventivo y correctivo; así mismo insiste que es de mayor énfasis el preventivo. Debe recolectarse toda información básica que sea del mantenimiento poco sistematizada con sustitución de componentes sin evaluación continua.

Sánchez (2007) realiza una investigación con respecto a las estrategias intensivas, donde muestra con todos los tipos de mantenimiento y los programas donde se muestra que se encuentran optimizados, además de ello muestran la evaluación, rutas y la información

utilizada en los programas informáticos, donde muestra una evolución constante del mantenimiento preventivo.

Sánchez (2007) brinda la información sobre que, las estrategias integrales actualmente se basan en la filosofía y todo lo que conlleva a su producción y el mantenimiento en sí que nos muestra S. Nakajima en 1988, denominada por este mantenimiento productivo total (TPM); teniendo como característica básica que la persona que opera la máquina se haga responsable de todo el buen funcionamiento de la máquina en sí, diariamente.

Lefcovich (2009) se refiere, al TPM con respecto al mantenimiento, basándonos en principios; tenemos, por ejemplo, aquel donde el personal debe participar, es decir se deben involucrar todos, desde la máxima jerarquía hasta los operarios, ello garantizará el cumplimiento de todo el objetivo en sí. Por otra parte, se debe hacer hincapié con la parte corporativa la cual debe estar orientada a la eficiencia de la producción y la gestión de toda la maquinaria, por ende, los equipos también, teniendo, así como resultado una eficacia general. Al mencionar el mantenimiento preventivo, como una opción para no tener pérdidas durante la realización del trabajo, debemos mencionar que debe apoyarse en el mantenimiento autónomo, por consiguiente.

Lefcovich (2009) describe que, para aplicar toda aquella gestión sobre la producción debemos incluir en ella el diseño y el desenvolvimiento de este, así como su venta y la dirección que toma.

Pauro (2007) relata que, si mencionamos a la disponibilidad hablamos y lo asociamos con el tiempo que se generó antes de una parada.

Pauro (2007) sin embargo no deja de lado que, si hablamos de fiabilidad mencionamos a un equipo que si se desempeñó según como se le indicó.

Pauro (2007) recomienda que, la mantenibilidad es la probabilidad que la máquina esté disponible para su mantenimiento correspondiente, permitiendo conocer el nivel de porcentaje se encuentra el tiempo de evaluación.

Bojorquez (2008) nombra que, existen ciertos elementos los cuales dificultan que se logre el objetivo global planteado, estos son llamados como las seis grandes pérdidas.

Bojorquez (2008) sugiere que, aquellas pérdidas que se obtienen por las averías de los equipos generan una gran pérdida de tiempo, y esto se debe a las fallas que tienen las máquinas; además de ello, nos menciona sobre el tiempo que se pierda al tratar la avería.

Bojorquez (2008) a través de sus investigaciones nos muestra que, todo aquel tiempo de desgaste en el arreglo de los equipos y/o máquinas, podrían ajustarse si se hiciera un ajuste mientras las máquinas están en desuso.

Bojorquez (2008) resalta que, aquellas pérdidas de tiempo no dañan a las máquinas, sin embargo, si hay pérdida en el tiempo que se espera hasta que se encuentre en buen estado.

Bojorquez (2008) detalla que, toda velocidad que se comprende como reducida, es aquella que se deriva para tener como consecuencia en buen funcionamiento el equipo.

Para el autor Bojorquez (2008) el contar con un defecto en sí de calidad del producto, hablamos de toda aquella operación que generalmente se realiza, ya que a veces se encuentran con equipos defectuosos, los cuales deben de ser atendidos regularmente, generando ciertas pérdidas.

Cuatrecasas (2012) hace mención que, hablar sobre una puesta en marcha, estaremos mencionando cuando la máquina ya se encuentra en una fase de estabilidad, en este caso se puede considerar al periodo de prueba.

Silva (2015) nos recuerda que, para mejorar la calidad de los equipos debemos de tomar ciertas acciones, para erradicar los defectos que se tiene; lo mencionado se llega a ver cuándo le damos una continua mejora a los equipos.

Como investigador nos planteamos la siguiente interrogante. ¿Cómo el diseño de un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM optimizará la productividad de las unidades vehiculares en la empresa SERVOSA GAS SAC?

Esta indagación nos permitirá tener mejores y nuevas metodologías para tener en óptimas condiciones los equipos y/o mantener el buen mantenimiento de cada una de las unidades móviles, de la empresa SERVOSA GAS SAC, la cual va a permitir solucionar los problemas durante la gestión del mantenimiento de manera más rápida y eficiente, permitirá la optimización de la operación, logrando que esta sea más eficiente y por lo tanto se incrementa la productividad debido al incremento del rendimiento de las unidades

vehiculares, disminuyendo las paradas no programadas por averías y los tiempos de reparación, trae consigo un ordenamiento, limpieza e incremento de la seguridad en el área del trabajo, mejorando la eficiencia del personal que trabaja y permitirá optimizar el stock de repuestos, disminuyendo los desechos producidos por las actividades de mantenimiento, lo cual nos deja ver que es muy positivo para el planeta en sí, por lo que, muestra que baja la huella de carbono por las actividades realizadas.

Por lo que se plantea la siguiente hipótesis. Diseñar el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM permitirá optimizar la productividad de las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC, logrando formular el objetivo diseñar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para optimizar la productividad de las unidades vehiculares en la empresa SERVOSA GAS SAC.

Esta investigación se logrará desarrollando los siguientes objetivos:

- Diagnosticar el estado actual y las actividades de mantenimiento de las unidades vehiculares en la empresa SERVOSA GAS SAC.
- Diseñar el plan de mantenimiento para las unidades de la empresa SERVOSA GAS SAC.
- Calcular como el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM optimiza la disponibilidad y confiabilidad de las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC.
- Realizar una valoración económica de la propuesta, utilizando indicadores tales como VAN y TIR para determinar la viabilidad del proyecto.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

No Experimental

Hernández, Fernández, & Baptista (2014) nos indica que, para obtener una buena investigación, es necesario un diseño no experimental, para otorgarle un buen valor a las variables, es decir, debe investigarse adecuadamente para ver como se ve frente a otras variables.

Por lo tanto, esta investigación empieza mostrando la búsqueda de documentos para estudiar las variables mencionadas y analizar la parte operacional de las unidades vehiculares, así como también de la forma en cómo hacer ver el manteniendo que se hacer a los equipos, además de ello tomaré en cuenta la seguridad y la normatividad vigente.

Descriptiva

Gomez Bastar (2012) refiere a una interpretación directa sobre la sociedad y todo lo que le rodea. Debe de trabajarse con todo respecto al fenómeno de estudio.

Hernández, Fernández, & Baptista (2014) nos muestra que, se desempeña buscando sus característica, rasgos, etc; es decir todo lo que se refiere en sí al fenómeno que se está por analizar; además de ello brinda concepto sobre la sociedad.

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Donde:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

Descriptiva y Explicativa

Gomez Bastar (2012) muestra que, es directamente a lo que se refiero usando la parte todo, es decir, naturaleza, sociedad, la actualidad en sí; debe trabajarse con realidades, y sus objetos de estudio.

Es llamada descriptiva porque busca la importancia de la idea principal de la investigación, y es llamada explicativa porque busca explicar todo aquel suceso.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable dependiente. - Optimizar la Productividad de las Unidades Vehiculares de la Empresa Servosa Gas Sac – Chiclayo.

2.2.2. Variable Independiente. - Plan de Mantenimiento Basado en la Metodología TPM.

2.2.3. Variables de Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición	Instrumento
VARIABLE DEPENDIENTE	Se llega a este proceso con ayuda de la eficiencia y por ende la efectividad, así mismo como la valorización de los recursos utilizados.	Haciendo uso de la eficiencia y la efectividad, midiendo el lapso que las unidades vehiculares estas funcionando y el tiempo de parada	Eficiencia	%	Observación
Optimizar la Productividad de las Unidades Vehiculares de la Empresa Servosa Gas Sac – Chiclayo			Eficacia	%	
VARIABLE INDEPENDIENTE	El plan de mantenimiento se viene a dar como un conjunto de procedimientos que garantizaran el buen trabajo y la optimización de los equipos.	Se debe realizar una serie de acciones para mejorar la productividad del equipo, así mismo como la confiabilidad, para tener así las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC	Confiabilidad	% Tiempo promedio entre fallas Tiempo promedio de reparación	Observación Revisión Documentaria
Plan de Mantenimiento Basado en la Metodología TPM			Disponibilidad	Tiempo Horas de máquina sin funcionar	

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población (N)

Las 18 unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC.

2.3.2. Muestra (n)

Las 18 unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC.

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

Tabla 2. Técnicas e instrumentos

Técnicas	Uso	Instrumentos
Observación	Aplicar la ficha de control cada tiempo de parada y los tiempos de operación de las unidades vehiculares, también llevar un registro del número de paradas por falla mecánica y el tiempo de reparación.	Ficha de Registro de Operación de camiones.
Revisión Documentaria	Exploración de información de normatividad de transporte en Perú y de mantenimiento basado en TPM	Ficha de revisión documentaria

Fuente: Elaboración Propia

2.4.1. Técnicas

2.4.1.1. Observación

Para Baena (2017) hablar sobre la observación es definir qué, la persona que va a investigar recurre directamente a la recolección de información, dejando de lado todo lo demás que se involucra; es decir va de frente a lo que cree.

Aplicando la técnica propuesta podrá llevarse un registro del funcionamiento de las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC, teniendo un registro de las épocas de acción y trabajo, tiempos muertos, del mismo modo cuantificar las fallas y el lapso de reparación de estas fallas de cada unidad vehicular, para establecer ejercicios para su mejor duración.

2.4.1.2. Revisión documentaria

Los autores describen que, para poder indagar sobre cualquier comunicación tanto objetiva como sistemática, teniendo en cuenta que puede ser de distintas categorías, y así mismo se deben somete a un estudio estadístico (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Además de ello, nos brindará una exploración de toda aquella norma que tenga que ver con el transporte en nuestro país, así mismo nos detallará aquellas actividades que debemos realizar para el TPM.

2.4.2. Instrumentos

2.4.2.1. Ficha de registro de Operación

El registro de operación del camión, permitirá registrar cada actividad que se vendrá realizando en el camión, detallando así todo lo que le compete y este dentro del horario de trabajo, donde claramente se hace uso del equipo y/o unidad vehicular.

Dicha ficha se encuentra compuesta, de tal manera que en la primera parte se observan los datos generales, detallando así fecha, hora y el personal correspondiente; por otra parte, se muestra un registro de parámetros de operación de los buses para de esta manera establecer actividades para ir mejorando.

2.4.2.2. Ficha de revisión documental

Podemos observar a través de esta ficha, como un eje principal la parte conceptual, entre ello podemos resaltar y tener en cuenta su concepto, y todo lo concerniente a la parte de hipótesis (Gomez, 2012).

Nos permite llevar un registro documental los cuales nos mostrará todo lo que conlleva a el transporte de pasajeros y carga en las rutas del Perú, además de la información técnica de los buses y todo lo que conlleva a TPM.

2.4.3. Validez

Se tiene por entendido que hablar de validez, es el uso de un instrumento que pretende medir la variable. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Ahora será validada por expertos y además de ello por una persona responsable que sea designada por la empresa en donde será aplicado, por consiguiente, se deberá tener en cuenta lo antes mencionado en los instrumentos de recolección, a ello le agregamos la parte metodológica de la investigación, así se podrá determinar el parámetro del funcionamiento.

2.4.4. Confiabilidad

Hernández, Fernández, & Baptista (2014) nos informan que, confiabilidad debe de aplicarse en el instrumento de medición utilizado, y si se llega a usar varios de ellos, se tendrá que utilizar una confiabilidad para cada uno.

Se aplicará según indicaciones de los expertos que darán validez a los instrumentos, además de ello si es necesario cualquier modificación u observación, se deberá tomar en cuenta ya que es vital su opinión. Con esta investigación demostraremos toda la firmeza de un buen resultado.

2.5. Métodos de análisis de datos

Es aplicado para obtener un resultado con respecto a la relación que tienen las variables; teniendo en cuenta la parte estadística, de la parte de estudio, a través de las tabulaciones, revisando los factores que comúnmente se encuentran, que nos servirán para el incremento de dicha productividad y las unidades vehiculares, con la aplicación de la metodología TPM.

2.6. Aspectos Éticos

Soy comprometido y voy a llevar en cuenta todo lo concerniente a la parte de la propiedad, la confiabilidad y todo aquel dato que se me facilite y sea brindado por la empresa, para la realización y aplicación, así como respetar la veracidad de todo resultado que se detalla y plantea en la investigación. Además de ello, mostrar que el diseño de la máquina es confiable ya que va dirigido a toda la sociedad, por lo tanto, lo que se busca es traerle facilidades y beneficios a la sociedad en sí.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnosticar el estado actual y las actividades de mantenimiento de las unidades vehiculares en la empresa SERVOSA GAS SAC.

3.1.1. Descripción de las Unidades Vehiculares.

Actualmente, la empresa para la labor que realiza de transporte de gas a diferentes lugares de la región, utiliza 18 vehículos pesados de procedencia China, los cuales están en custodia del área de mantenimiento, ésta área se dedica a realizar labores de reparación de los sistemas y cambio de repuestos en las unidades, y no tiene implementado un plan de mantenimiento preventivo, para ello se realizaría la prevención contra futuras fallas; en la tabla 1, se describen sus características técnicas de las unidades mencionadas.

Figura 1. Características técnicas de vehículos empresa SERVOSA GAS SAC

<p style="text-align: center;">MOTOR</p> <p>MOTOR : WEICHAJ -WESTPORT MODELO : WP12NG380E40 Turbo cargado – Intercooler NUMERO CILINDROS : 6 cilindros en línea – 2 válvulas por cilindro CILINDRADA : 11,596 cc POTENCIA MAXIMA : 380 Hp a 2,200 rpm TORQUE MAXIMO : 1500 Nm a 1100 – 1400 rpm TIPO DE COMBUSTIBLE : GAS NATURAL (GNC - Compressed Natural Gas) NORMA DE EMISIONES : EURO IV -</p> <p style="text-align: center;">EMBRAGUE</p> <p>TIPO : Monodisco Seco, Diámetro 430 mm (17") ACCIONAMIENTO : Hidráulico asistido por aire.</p> <p style="text-align: center;">TRANSMISION</p> <p>MARCA : EATON FULLER (ORIGINAL) MODELO : ET – 20113A NUMERO DE VELOCIDADES : 13 Marchas + 3 Retroceso, Mecánica sincronizada.</p> <p style="text-align: center;">CAPACIDAD DE EJES Y SUSPENSION</p> <p>EJE DELANTERO FAW, CAPACIDAD : 7,000 Kg. EJE POSTERIOR FAW, CAPACIDAD : 18,000 Kg. REDUCCION EJE POSTERIOR : 4.111 Equipado con traba entre ejes SUSPENSION : Neumática regulación automática MODELO DE SUSPENSION : TIPO HENDRICKSON H-CP SERIES</p> <p style="text-align: center;">SISTEMA DE FRENOS</p> <p>SISTEMA : Full aire, independiente de doble circuito FRENO DE ESTACIONAMIENTO : A las ruedas Posteriores. FRENO DE DELANTEROS Y TRACCION : Discos hiperventilados</p> <p style="text-align: center;">DIMENSIONES Y PESOS APROXIMADOS</p> <p>LARGO X ANCHO X ALTURA : 7,543 x 2,490 x 3,450 mm DISTANCIA ENTRE EJES : 3,800 + 1350 mm PESO BRUTO VEHICULAR COMBINADO : 48,000 Kg. (Con Bonificación 52,800 Kg.) PESO SECO : 9,660 Kg. (el más liviano del mercado)</p> <p style="text-align: center;">DIRECCION Y NEUMATICOS</p> <p>TIPO : Hidráulica EJE DELANTERO : LLANTAS CAMINERAS EJES POSTERIORES (TRACCION) : SUPER SINGLE AROS DE TRACCION : ALUMINIO (4)</p>

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Los 18 vehículos datan del año 2014 hasta el año 2017; en la tabla 2, podemos visualizar el año de fabricación y el kilometraje de cada unidad vehicular.

Tabla 3. Unidades Vehiculares empresa SERVOSA GAS SAC

N°	Descripción	Año de Fabricación	Km recorrido
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2012	123670
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2012	124560
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2012	124599
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2012	125656
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2012	126456
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2012	130343
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2013	104766
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2013	105675
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2013	106697
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2013	107896
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2014	97323
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2014	99556
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2014	102895
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2014	102434
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2015	78434
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2015	79545
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2015	80656
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113 ^a	2015	76233

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Figura 2. Vehículo FAW, 2013



Fuente: Manual de Operador y Mantenimiento de FAW

La parte direccionada al mantenimiento de la empresa SERVOSA GAS SAC, realiza constantemente las labores de mantenimiento correctivo, el cual toma un tiempo para su reparación, debido a que no se cuenta con una gestión de mantenimiento, en el cual se tenga en cuenta la adquisición de los repuestos, la tercerización de servicios en factorías, la capacitación del personal, así como también la comunicación oportuna entre las principales áreas para su buen funcionamiento.

Se tiene los registros de:

- a) Número de ingresos de vehículos a taller de reparación.
- b) Tiempo de permanencia de vehículo en taller de reparación.

Tabla 4. Número de ingresos de vehículos a taller de reparación

N°	Descripción	Año de Fabricación	Número de ingreso de vehículos a taller de reparación Empresa SERVOSA GAS SAC											Total	
			nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19		oct-19
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0	2	5	2	4	2	5	1	5	2	3	4	35
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	3	0	4	3	3	3	3	5	0	5	3	4	36
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	3	2	3	3	0	3	2	2	3	2	3	3	29
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0	3	0	3	2	2	2	3	3	0	4	2	24
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	2	1	1	2	3	2	2	3	0	2	2	3	23
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	2	3	4	2	3	0	2	2	3	3	3	2	29
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	4	1	1	2	3	4	1	1	5	1	0	0	23
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	1	1	1	2	2	3	2	3	2	1	3	3	24
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	3	0	2	2	1	3	3	4	1	1	1	5	26
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	1	3	2	1	3	3	2	2	3	2	3	3	28
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	3	3	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	22
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	2	3	2	0	3	2	2	1	2	0	2	3	22

13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	1	3	3	1	1	3	0	1	2	2	2	4	23
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	1	2	0	4	3	2	1	2	3	1	2	1	22
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	2	2	0	0	2	2	1	1	1	2	1	1	15
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	0	2	2	0	2	0	3	2	1	1	2	0	15
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	1	3	2	0	0	0	0	1	1	1	2	1	12
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	1	1	1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	10

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Tabla 5. Tiempo de permanencia de vehículo en taller de reparación

N°	Descripción	Año de Fabricación	Número de horas de ingreso de vehículos a taller de reparación Empresa SERVOSA GAS SAC												Total
			nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0	28	64	28	56	28	71	14	70	32	42	56	489
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	42	0	54	42	42	42	42	70	0	71	42	56	503
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	54	36	54	54	0	54	38	36	54	36	54	54	524
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0	42	0	42	28	28	28	42	42	0	56	28	336
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	38	21	19	38	57	38	44	66	0	44	44	66	475
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	43	39	48	26	39	0	26	26	36	36	36	24	379
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	36	9	9	18	27	36	9	9	45	12	0	0	210
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	11	9	9	18	18	27	21	27	18	9	27	22	216
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	28	0	17	19	9	27	27	36	11	9	9	43	235
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	12	27	19	9	27	22	18	18	22	18	23	21	236
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	13	15	6	5	10	15	11	5	5	4	10	11	110
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	10	15	10	0	13	10	10	5	10	0	10	15	108
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	7	15	15	5	5	11	0	6	11	10	10	18	113
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	4	11	0	23	15	11	5	12	14	5	11	5	116
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	3	6	4	4	6	6	6	5	5	6	5	4	60
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	4	6	6	4	6	4	7	6	6	4	6	4	63
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	7	7	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	60
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	5	5	5	4	4	4	5	5	4	6	5	3	55

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Cálculo del MTBF (Tiempo entre fallos)

El tiempo promedio entre fallos, se determina relacionando el tiempo de funcionamiento total en un mes entre el número de paradas; considerando que, en un mes, los horarios de trabajo son de 8 horas diarias, por 6 días a la semana, es decir que las horas de operación de las unidades en un mes es de $8*6*4 = 192$ Horas.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo de funcionamiento de la unidad}}{\textit{N° de Paradas}}$$

El tiempo de funcionamiento de la unidad se obtiene de la diferencia entre las horas totales de trabajo en la empresa al mes, que es de 192, menos el tiempo de parada total en un mes.

$$MTBF = \frac{192 - \textit{Tiempo de reparación total en un mes}}{\textit{N° de Paradas en un mes}}$$

Reemplazando valores, se obtiene el valor del MTBF en el periodo noviembre 2018 – octubre 2019.

Tabla 6. MTBF Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC

N°	Descripción	Año de Fabricación	MTBF Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC											
			nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	192.0	82.0	25.6	82.0	34.0	82.0	24.2	178.0	24.4	80.0	50.0	34.0
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	50.0	192.0	34.5	50.0	50.0	50.0	50.0	24.4	192.0	24.2	50.0	34.0
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	46.0	78.0	46.0	46.0	192.0	46.0	77.0	78.0	46.0	78.0	46.0	46.0
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	192.0	50.0	192.0	50.0	82.0	82.0	82.0	50.0	50.0	192.0	34.0	82.0
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	77.0	171.0	173.0	77.0	45.0	77.0	74.0	42.0	192.0	74.0	74.0	42.0
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	74.5	51.0	36.0	83.0	51.0	192.0	83.0	83.0	52.0	52.0	52.0	84.0
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	39.0	183.0	183.0	87.0	55.0	39.0	183.0	183.0	29.4	180.0	192.0	192.0
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	181.0	183.0	183.0	87.0	87.0	55.0	85.5	55.0	87.0	183.0	55.0	56.7
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	54.7	192.0	87.5	86.5	183.0	55.0	55.0	39.0	181.0	183.0	183.0	29.8
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	180.0	55.0	86.5	183.0	55.0	56.7	87.0	87.0	56.7	87.0	56.3	57.0
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	59.7	59.0	186.0	187.0	91.0	59.0	90.5	187.0	187.0	188.0	91.0	90.5
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	91.0	59.0	91.0	192.0	59.7	91.0	91.0	187.0	91.0	192	91.0	59.0
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	185.0	59.0	59.0	187.0	187.0	60.3	192.0	186.0	90.5	91.0	91.0	43.5
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	188.0	90.5	192.0	42.3	59.0	90.5	187.0	90.0	59.3	187.0	90.5	187.0
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	94.5	93.0	192.0	192.0	93.0	93.0	186.0	187.0	187.0	93.0	187.0	188.0
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	192.0	93.0	93.0	192.0	93.0	192.0	61.7	93.0	186.0	188.0	93.0	192.0
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	185.0	61.7	94.0	192.0	192.0	192.0	192.0	187.0	187.0	187.0	94.0	187.0
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	187.0	187.0	187.0	192.0	192.0	192.0	187.0	187.0	188.0	93.0	187.0	189.0

Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Cálculo del Tiempo Promedio de reparación. MTTR

Para determinar el MTTR, que es el valor promedio del tiempo de cada reparación, se determina a partir del tiempo total empleado en la reparación entre el número de paradas.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparación al mes}}{\textit{N° de Paradas al mes}}$$

El tiempo total de reparación al mes es la diferencia entre el tiempo total de trabajo de la empresa menos el tiempo de funcionamiento del vehículo, reemplazando valores se obtiene el valor del MTTR para cada vehículo en cada mes del tiempo analizado.

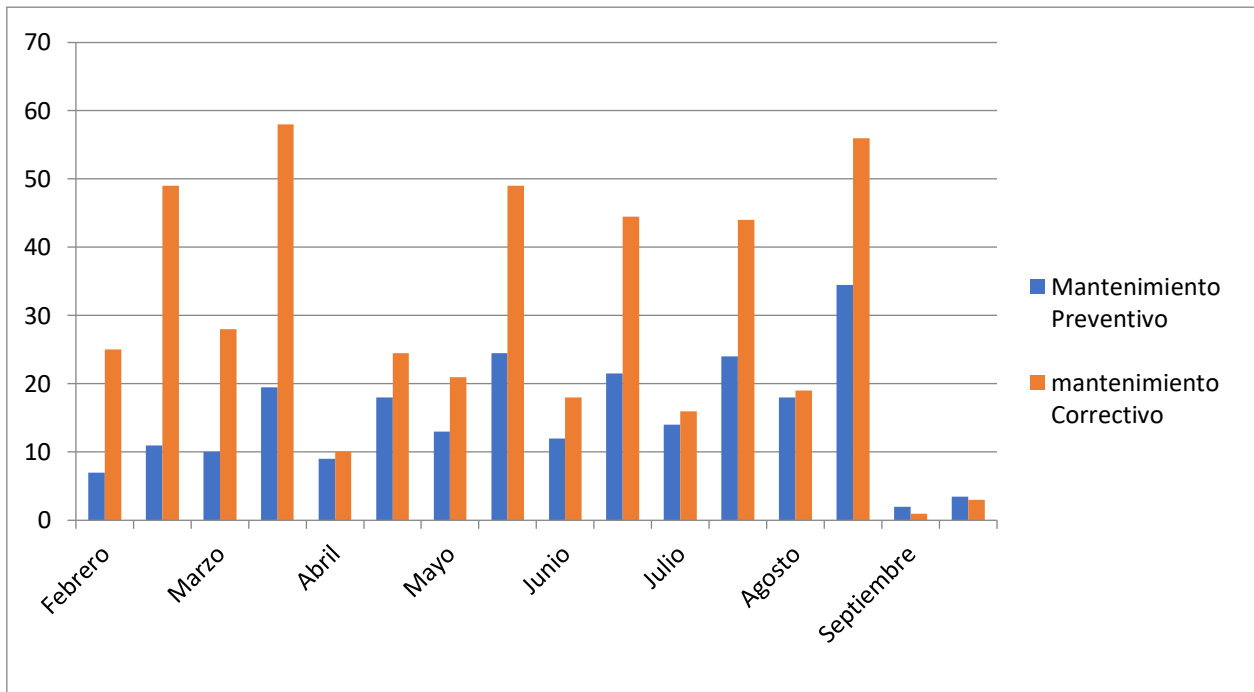
Tabla 7. Registro de la cantidad de reparaciones y número de horas empleadas de las unidades vehiculares SERVOSA GAS SAC 2019

	Registro de la cantidad de reparaciones y número de horas empleadas de las unidades vehiculares SERVOSA GAS SAC 2019															
	Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras	Ca nt.	Ho ras
Mantenimiento Preventivo	7	11	10	19.5	9	18	13	24.5	12	21.5	14	24	18	34.5	2	3.5
Motor	3	6.5	4	11	4	11	4	11	5	11	4	11	6	16.5	1	2
Frenos / Sistemas neumáticos	1	1.5	2	3	0	0	1	1.5	2	3	3	4.5	3	4.5	0	0
Sistema dirección / Alineamiento	1	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	0
Chasis / tornameza	1	0.5	1	0.5	1	0.5	2	1	1	0.5	3	1.5	2	1	0	0
Sistema de combustible (Gas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Sistema Eléctrico	1	1.5	2	3	3	4.5	2	3	0	3	2	3	3	4.5	1	1.5
Caja de Cambios / Embrague	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	2	6	0	0
Suspensión	0	0	1	2	1	2	2	4	2	2	1	2	0	0	0	0
mantenimiento Correctivo	25	49	28	58	10	24.5	21	49	18	44.5	16	44	19	56	1	3

Motor	4	12	6	18	5	15	12	36	9	27	10	30	12	36	1	3
Frenos / Sistemas neumáticos	9	9	8	8	1	1	5	5	4	4	1	1	0	0	0	0
Sistema dirección / Alineamiento	2	4	2	4	0	0	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0
Chasis / tornerosa	0	0	4	6	1	1.5	0	0	1	1.5	0	0	2	3	0	0
Sistema de combustible (Gas)	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0
Sistema Eléctrico	8	16	3	6	2	4	1	2	0	0	1	2	1	2	0	0
Caja de Cambios / Embrague	0	0	3	12	0	0	0	0	2	8	1	4	3	12	0	0
Suspensión	2	8	2	4	0	0	1	2	1	2	2	4	0	0	0	0

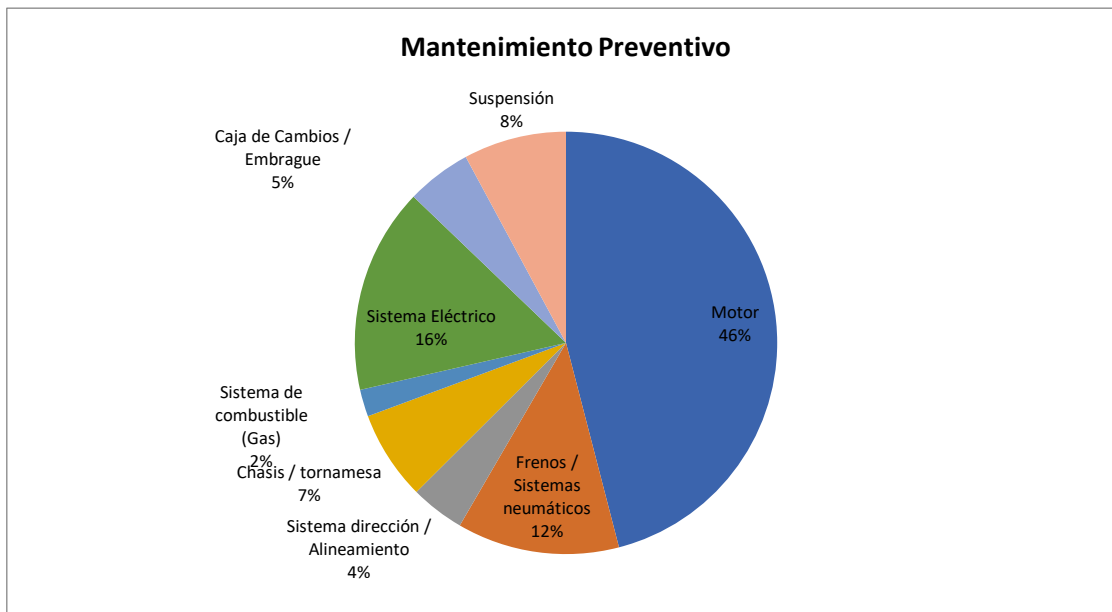
Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Figura 3. Número de mantenimientos preventivos y correctivos actuales



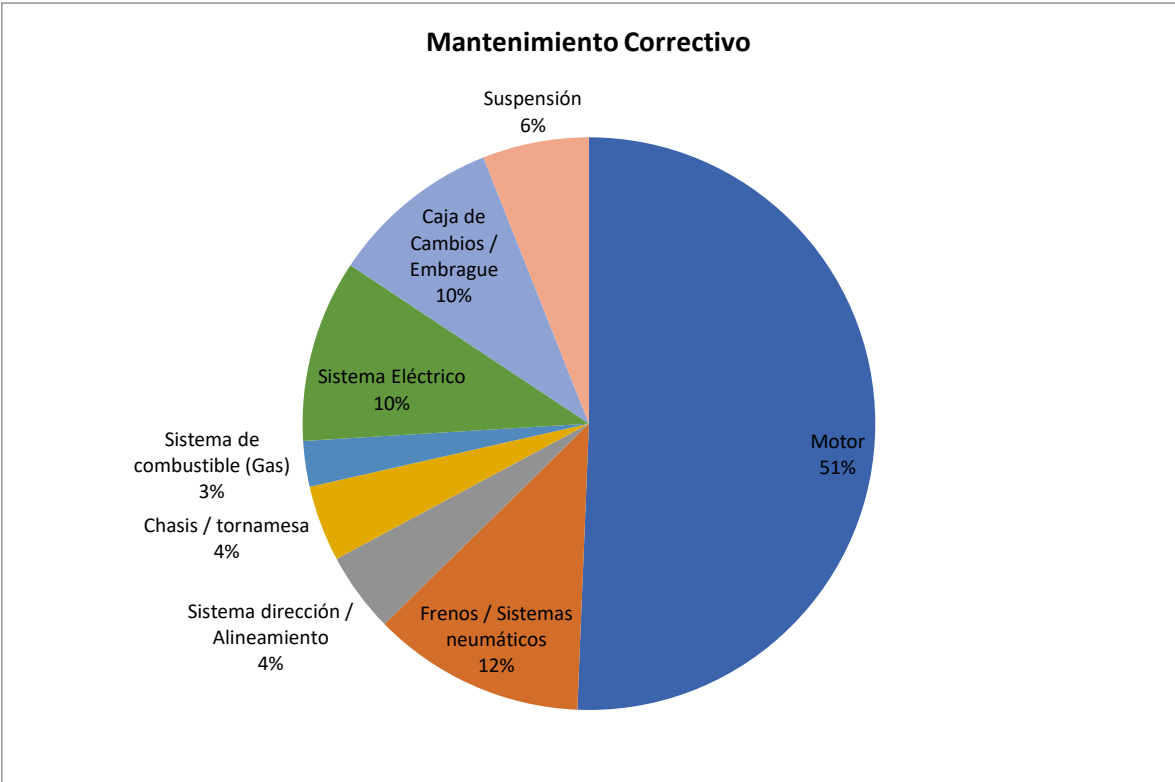
Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Figura 4. Mantenimiento preventivo por tipo de sistema



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Figura 5. Mantenimiento Correctivo por tipo de sistema



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Tabla 8. Mantenimiento preventivo y correctivo por tipo de sistema

	Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas
Mantenimiento Preventivo	7	11	10	19.5	9	18	13	24.5	12	21.5	14	24	18	34.5	2	3.5
Motor	3	6.5	4	11	4	11	4	11	5	11	4	11	6	16.5	1	2
Frenos / Sistemas neumáticos	1	1.5	2	3	0	0	1	1.5	2	3	3	4.5	3	4.5	0	0
Sistema dirección / Alineamiento	1	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	0
Chasis / tornamesa	1	0.5	1	0.5	1	0.5	2	1	1	0.5	3	1.5	2	1	0	0
Sistema de combustible (Gas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Sistema Eléctrico	1	1.5	2	3	3	4.5	2	3	0	3	2	3	3	4.5	1	1.5
Caja de Cambios / Embrague	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	2	6	0	0
Suspensión	0	0	1	2	1	2	2	4	2	2	1	2	0	0	0	0
mantenimiento Correctivo	25	49	28	58	10	24.5	21	49	18	44.5	16	44	19	56	1	3
Motor	4	12	6	18	5	15	12	36	9	27	10	30	12	36	1	3
Frenos / Sistemas neumáticos	9	9	8	8	1	1	5	5	4	4	1	1	0	0	0	0
Sistema dirección / Alineamiento	2	4	2	4	0	0	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0
Chasis / tornamesa	0	0	4	6	1	1.5	0	0	1	1.5	0	0	2	3	0	0
Sistema de combustible (Gas)	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0
Sistema Eléctrico	8	16	3	6	2	4	1	2	0	0	1	2	1	2	0	0
Caja de Cambios / Embrague	0	0	3	12	0	0	0	0	2	8	1	4	3	12	0	0
Suspensión	2	8	2	4	0	0	1	2	1	2	2	4	0	0	0	0

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Tabla 9. MTTR Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC

N°	Descripción	Año de Fabricación	MTTR Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC											
			nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0.0	14.0	12.8	14.0	14.0	14.0	14.2	14.0	14.0	16.0	14.0	14.0
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	14.0	0.0	13.5	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	0.0	14.2	14.0	14.0
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	18.0	18.0	18.0	18.0	0.0	18.0	19.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0.0	14.0	0.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	0.0	14.0	14.0
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	19.0	21.0	19.0	19.0	19.0	19.0	22.0	22.0	0.0	22.0	22.0	22.0
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	21.5	13.0	12.0	13.0	13.0	0.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	12.0	0.0	0.0
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	11.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	10.5	9.0	9.0	9.0	9.0	7.3
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	9.3	0.0	8.5	9.5	9.0	9.0	9.0	9.0	11.0	9.0	9.0	8.6
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	12.0	9.0	9.5	9.0	9.0	7.3	9.0	9.0	7.3	9.0	7.7	7.0
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	4.3	5.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.0	5.0	4.0	5.0	5.5
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	5.0	5.0	5.0	0.0	4.3	5.0	5.0	5.0	5.0	0.0	5.0	5.0
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	3.7	0.0	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	4.0	5.5	0.0	5.8	5.0	5.5	5.0	6.0	4.7	5.0	5.5	5.0
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	1.5	3.0	0.0	0.0	3.0	3.0	6.0	5.0	5.0	3.0	5.0	4.0
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	0.0	3.0	3.0	0.0	3.0	0.0	2.3	3.0	6.0	4.0	3.0	0.0
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	7.0	2.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	2.0	5.0
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	4.0	3.0	5.0	3.0

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Cálculo de la Disponibilidad

Para obtener el valor de la disponibilidad actual de cada bus de la empresa, se emplea con la siguiente relación, el cual relaciona los tiempos promedios entre defectos y los tiempos promedios de arreglos.

$$D = 100 * \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Dónde:

D: Disponibilidad.

MTBF = Tiempo promedio entre defectos.

MTTR = Tiempo promedio de arreglo.

Sustituyendo los valores, se tiene el valor de la disponibilidad.

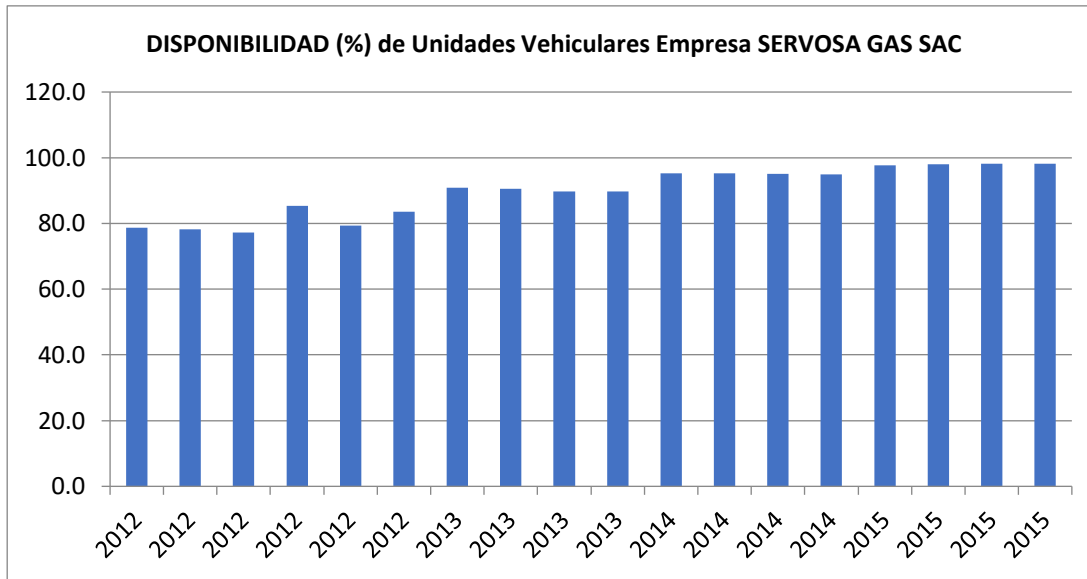
Tabla 10. DISPONIBILIDAD (%) de Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC

N°	Descripción	Año de Fabricación	DISPONIBILIDAD (%) de Unidades Vehiculares Empresa SERVOSA GAS SAC												Promedio
			nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	100.0	85.4	66.7	85.4	70.8	85.4	63.0	92.7	63.5	83.3	78.1	70.8	78.8
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	78.1	100.0	71.9	78.1	78.1	78.1	78.1	63.5	100.0	63.0	78.1	70.8	78.2
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	71.9	81.3	71.9	71.9	100.0	71.9	80.2	81.3	71.9	81.3	71.9	71.9	77.3
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	100.0	78.1	100.0	78.1	85.4	85.4	85.4	78.1	78.1	100.0	70.8	85.4	85.4
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	80.2	89.1	90.1	80.2	70.3	80.2	77.1	65.6	100.0	77.1	77.1	65.6	79.4
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	77.6	79.7	75.0	86.5	79.7	100.0	86.5	86.5	81.3	81.3	81.3	87.5	83.6
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	81.3	95.3	95.3	90.6	85.9	81.3	95.3	95.3	76.6	93.8	100.0	100.0	90.9
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	94.3	95.3	95.3	90.6	90.6	85.9	89.1	85.9	90.6	95.3	85.9	88.5	90.6
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	85.4	100.0	91.1	90.1	95.3	85.9	85.9	81.3	94.3	95.3	95.3	77.6	89.8
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	93.8	85.9	90.1	95.3	85.9	88.5	90.6	90.6	88.5	90.6	88.0	89.1	89.8
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	93.2	92.2	96.9	97.4	94.8	92.2	94.3	97.4	97.4	97.9	94.8	94.3	95.2
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	94.8	92.2	94.8	100.0	93.2	94.8	94.8	97.4	94.8	100.0	94.8	92.2	95.3
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	96.4	92.2	92.2	97.4	97.4	94.3	100.0	96.9	94.3	94.8	94.8	90.6	95.1
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	97.9	94.3	100.0	88.0	92.2	94.3	97.4	93.8	92.7	97.4	94.3	97.4	95.0
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	98.4	96.9	100.0	100.0	96.9	96.9	96.9	97.4	97.4	96.9	97.4	97.9	97.7
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	100.0	96.9	96.9	100.0	96.9	100.0	96.4	96.9	96.9	97.9	96.9	100.0	98.0
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	96.4	96.4	97.9	100.0	100.0	100.0	100.0	97.4	97.4	97.4	97.9	97.4	98.2
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	97.4	97.4	97.4	100.0	100.0	100.0	97.4	97.4	97.9	96.9	97.4	98.4	98.1

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Se observa que los vehículos de año de fabricación 2012, tienen un valor de disponibilidad menores al 80% inclusive, los vehículos de la fabricación 2015, sus valores de disponibilidad son superiores al 95%, lo cual evidencia que mientras el vehículo sea de mayor antigüedad y de mayor recorrido, el valor de la disponibilidad disminuye.

Figura 6. DISPONIBILIDAD (%) de Unidades Vehiculares



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Cálculo de la confiabilidad actual de las unidades vehiculares

La información de los tiempos entre fallos, determina el valor del grado de confianza o la confiabilidad de los vehículos pesados de la empresa, es decir la probabilidad de que se produzca fallos en los servicios que realiza. Con el uso del Microsoft Excel, podemos apreciar adecuadamente el análisis de Weibull, visualizando los valores del MTBF.

El procedimiento es realizar el cálculo de confiabilidad, debido a que las fallas que presentan se deben a los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y electrónicos que presentan y que son diferentes para todos ellos.

El procedimiento se realiza:

- a) Ordenar todos los valores de tiempo promedio entre fallos (MTBF)
- b) Ordenar todos los valores promedios en orden ascendente.
- c) Mediante la ecuación **Rango= ((Mx-0.3) / (N+0.4))**, se determina la mediana de la lista de observaciones, donde Mx, es la medida del valor de radiación en la posición x y N, es el número de observaciones.

- d) La función de Weibull, expresado en función exponencial, se resuelve linealizando los ejes cartesianos, mediante el logaritmo de la función, tanto para el x como para el eje y, que finalmente constituyen puntos que se enmarcan en una ecuación de la recta.
- e) En el eje Y, queda la expresión de $\ln(\ln(1 / (1 - \text{Median Rank})))$, y en el eje X, los valores de los tiempos de funcionamiento.

Reemplazando valores, se obtiene el valor en porcentaje de la probabilidad de fallo.

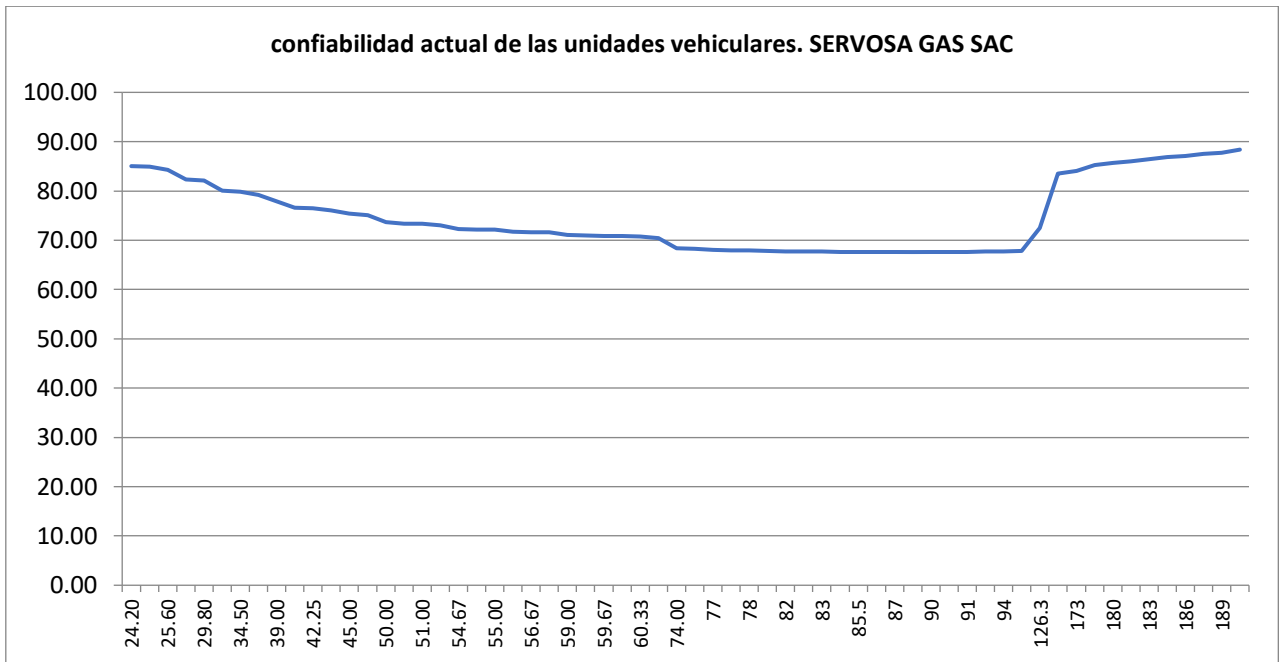
Tabla 11. Cálculo de la confiabilidad actual de las unidades vehiculares SERVOSA GAS SAC

Cálculo de la confiabilidad actual de las unidades vehiculares. SERVOSA GAS SAC			
Tiempo de funcionamiento en Horas	Confiabilidad %	Tiempo de funcionamiento en Horas	Confiabilidad %
24.20	85.04	74.50	68.29
24.40	84.93	77.00	68.04
25.60	84.29	78.00	67.96
29.40	82.33	78.00	67.96
29.80	82.13	80.00	67.82
34.00	80.09	82.00	67.72
34.50	79.86	83.00	67.68
36.00	79.17	83.00	67.68
39.00	77.85	84.00	67.65
42.00	76.61	85.50	67.62
42.25	76.51	86.50	67.60
43.50	76.01	87.00	67.60
45.00	75.44	87.50	67.60
46.00	75.07	90.00	67.63
50.00	73.67	90.50	67.64
51.00	73.34	91.00	67.65
51.00	73.34	93.00	67.72
52.00	73.02	94.00	67.77
54.67	72.22	94.50	67.79
55.00	72.12	126.30	72.44
55.00	72.12	171.00	83.57
56.33	71.75	173.00	84.06
56.67	71.66	178.00	85.26
57.00	71.57	180.00	85.73
59.00	71.05	181.00	85.96
59.33	70.97	183.00	86.42
59.67	70.88	185.00	86.87

59.67	70.88	186.00	87.09
60.33	70.72	188.00	87.53
61.67	70.42	189.00	87.75
74.00	68.34	192.00	88.38

Fuente: SERVOSA GAS SAC

Figura 7. Confiabilidad actual de las unidades vehiculares



Fuente: SERVOSA GAS SAC

Se concluye que actualmente, las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC, el valor de confiabilidad de que ocurra un fallo en un tiempo promedio de 124.6 horas es menor al 70%, valor que indica que el nivel de confianza no es el adecuado, y el personal que opera éstas unidades presentan esa incertidumbre de fallos en los sistemas del vehículo.

3.2. Diseñar el Plan de Mantenimiento para las Unidades de la Empresa Servosa Gas Sac

3.2.1. Plan de Mantenimiento a diferentes Kilometrajes de Unidades Vehiculares

Se realiza la planificación de las labores de mantenimiento de acuerdo al kilometraje recorrido de cada unidad, para lo cual se elabora los formatos con sus respectivas operaciones y las frecuencias de realización, los cuales deben ser realizados por el personal especializado de mantenimiento, además de las auditorías periódicas al área de mantenimiento.

Trabajos a realizar según km	40000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	110000	120000	130000	140000
Cambio Aceite y Filtro de aceite Motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Cambio Aceite Caja de cambios			C						C		
Cambio Aceite Diferencial delantero y trasero		C					C				
Cambio de Filtro de Aire del A/C	C		C		C		C		C		C
Cambio Filtro de Aire		C		C		C		C		C	
Cambio Filtro de Combustible	C		C		C		C		C		C
Cambio Líquido de frenos	C			C			C			C	
Diagnóstico y Análisis de DTC con sacner	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Batería y sistema de carga	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Correas Accesorios Motor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Frenos delanteros, traseros y estacionamiento (Inspección Visual Sistema de Frenos)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección funcionamiento de luces altas, bajas, stops, reversa, exploradoras, direccionales y Pito	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Guardapolvos de ejes, terminales de dirección y rótulas	I		I		I		I				
Inspección nivel líquido de Frenos y Embrague	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Nivel, Fugas y Mangueras aceite Caja de cambios MT y AT	I		I		I		I				
Inspección Nivel, Fugas y Mangueras Sist. Refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Inspección Radiadores de motor, intercooler, condensador y radiadores transmisiones	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Recorrido del pedal de Freno y Embrague (Juego libre)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Sistema de A/A (Funcionamiento, Carga y Fugas)	I		I		I		I		I		I
Inspección sistema de Escape	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Suspensión, soportes en general y Revisión de torques	I		I		I		I		I		I
Alineación, Balanceo y Rotación de Llantas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cambio de toberas de inyector	c		c		c		c		c		c
Regulación Bomba de Inyección	R			R			R			R	
Regulación Sensor de Cigüeñal	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Cambio de faja de distribución					C						C
Regulación de válvulas de admisión y escape	R			R			R			R	

I: Inspección. C: Cambio. R: Reparación

Fuente: SERVOSA GAS SAC

3.3. Calcular como el Plan de Mantenimiento Basado en la Metodología TPM Optimiza la Disponibilidad y Confiabilidad de las Unidades Vehiculares de la Empresa Servosa Gas Sac

El TPM, sostiene en seis aspectos o pilares, los cuales, al ser implementados, mejoran el valor de la disponibilidad y confiabilidad que se aplica a la empresa SERVOSA GAS SAC. En función a ello se plantea la implementación en cada uno de los pilares, siendo éstos:

3.3.1. Mejoras Enfocadas en la Empresa

Las mejoras en la empresa, específicamente en la flota vehicular, está en función a que todas las labores programadas se ejecuten y supervisen, para lo cual no solamente el área de mantenimiento automotriz sea responsable de la operatividad de las unidades, sino que se plantea que exista una coordinación entre el personal de flota y el de administración; todo ello busca asegurar la operatividad de las unidades vehiculares, y funcionen dentro de lo especificado por los fabricantes, teniendo en cuenta cuanto duran los repuestos, así como también el correcto consumo específico de combustible.

Actualmente el área de mantenimiento automotriz cuenta con 1 encargado, dos mecánicos y un electricista automotriz. Se plantea que el área de mantenimiento automotriz, esté constituido por:

- a) Gerente de Planta.
- b) Jefe de Mantenimiento.
- c) Jefe de cuadrilla de mantenimiento
- d) 3 mecánicos automotriz.
- e) 1 Electricista Automotriz.

El área de mantenimiento, debe estar dirigido por el gerente de mantenimiento, quién es el responsable directo ante los accionistas de la empresa, que todos los mecanismos funcionen de manera óptima, utilizando los recursos necesarios, y con el mínimo de averías.

3.3.2. Mantenimiento Autónomo

Las unidades vehiculares realizan servicio de acuerdo a la programación del área de administración, con un servicio continuo de 8 horas al día, desde las 08.00 horas hasta las 17.00 horas, y cada unidad es operado por un conductor y un asistente, por lo tanto, son ellos las personas que, durante la jornada laboral, tienen conocimiento del funcionamiento de la unidad vehicular, y los fallos que presenta durante su funcionamiento.

Los operados de las unidades vehiculares deben de realizar el mantenimiento diario de las unidades, el cual consiste en:

- a) Verificación de contacto de batería.
- b) Verificación del nivel del aceite.
- c) Verificación del nivel de agua de refrigeración.
- d) Verificación del nivel del líquido de frenos.
- e) Medición de la presión de inflado de los neumáticos.
- f) Medición de la presión de aceite del motor y de caja de cambios.
- g) Regulación mensual del pedal de embrague.
- h) Verificación del sistema de luces interiores, exteriores, de emergencia.
- i) Verificación de fugas de aceite.
- j) Registro del consumo de combustible en función a kilometraje recorrido.
- k) Medición de tensión de sensores y/o actuadores.
- l) Cambio de filtro de combustible y de aire.

3.3.3. Mantenimiento Planificado

Planteo realizar un mantenimiento preventivo a cada uno de los equipos descritos en el ítem 3.2; dichas labores se realizan cada 10000 Km de recorrido de la unidad, y se requiere de los siguientes tiempos para su ejecución.

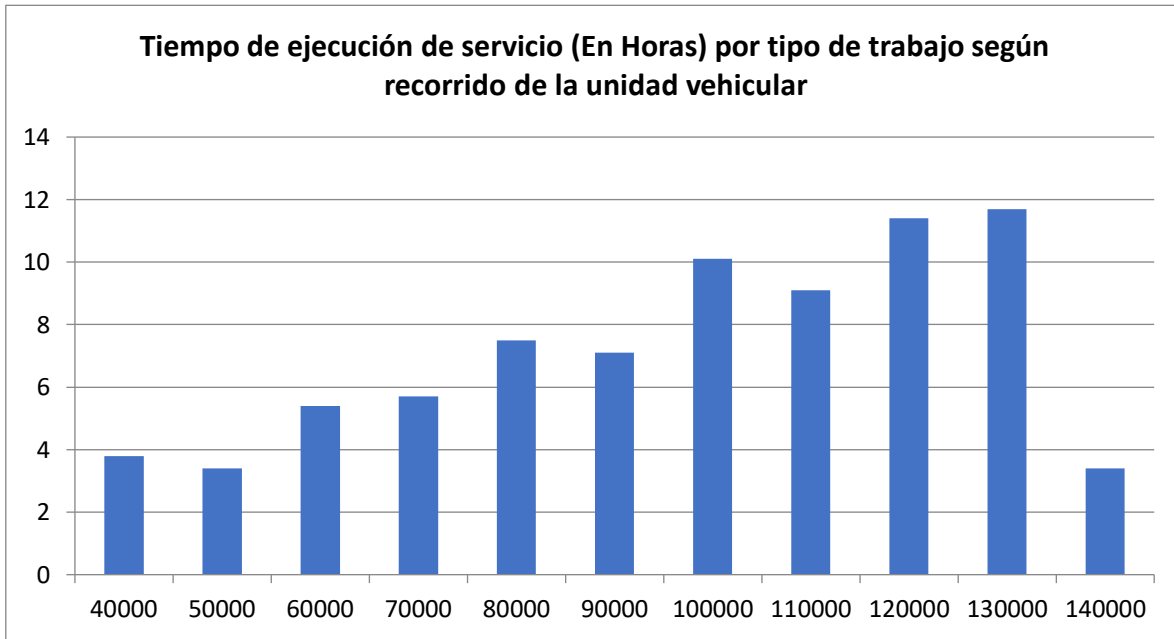
Tabla 13. Tiempo de ejecución de servicio (En Horas) por tipo de trabajo según recorrido de la unidad vehicular

Trabajos a realizar según km	Tiempo de ejecución de servicio (En Horas) por tipo de trabajo según recorrido de la unidad vehicular										
	40000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	110000	120000	130000	140000
Cambio Aceite y Filtro de aceite Motor	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cambio Aceite Caja de cambios			0.2						0.2		
Cambio Aceite Diferencial delantero y trasero		0.3					0.3				
Cambio de Filtro de Aire del A/C	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Cambio Filtro de Aire		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1	
Cambio Filtro de Combustible	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2
Cambio Líquido de frenos	0.3			0.3			0.3			0.3	
Diagnóstico y Análisis de DTC con sacner	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Inspección Batería y sistema de carga	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inspección Fajas de Motor	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inspección Frenos delanteros, traseros y estacionamiento (Inspección Visual Sistema de Frenos)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Inspección funcionamiento de luces altas, bajas, stops, reversa, exploradoras, direccionales y Pito	0.1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	0.1
Inspección Guardapolvos de ejes, terminales de dirección y rótulas	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		
Inspección nivel líquido de Frenos y Embrague	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inspección Nivel, Fugas y Mangueras aceite Caja de cambios MT y AT	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Inspección Nivel, Fugas y Mangueras Sist. Refrigeración	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inspección Radiadores de motor, intercooler, condensador y radiadores transmisiones	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inspección Recorrido del pedal de Freno y Embrague (Juego libre)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Inspección Sistema de A/A (Funcionamiento, Carga y Fugas)	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Inspección sistema de Escape	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Inspección Suspensión, soportes en general y Revisión de torques	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2
Alineación, Balanceo y Rotación de Llantas	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Cambio de toberas de inyector	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2
Regulación Bomba de Inyección	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2		0.2
Regulación Sensor de Cigüeñal	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cambio de faja de distribución					0.3						0.3
Regulación de válvulas de admisión y escape	0.3			0.3			0.3			0.3	
Total (Horas)	3.8	3.4	5.4	5.7	7.5	7.1	10.1	9.1	11.4	11.7	3.4

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Tiempo de ejecución de servicio (En Horas) por tipo de trabajo según recorrido de la unidad vehicular



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

De los tiempos de ejecución de mantenimiento preventivo a cada uno de los sistemas de las unidades vehiculares, se tiene que requieren mayor tiempo en la ejecución de mantenimiento preventivo, cuando tienen un recorrido de 130000 Km, con un tiempo de 11.7 Horas, debido a que no solamente se realiza el mantenimiento de todos los sistemas, sino también se realiza requisición de servicio, lo cual toma un tiempo determinado; a los 50000 Km, es en donde se tiene el menor tiempo para la ejecución de mantenimiento con 3.4 horas.

3.3.4. Mantenimiento de Calidad

El mantenimiento preventivo de los sistemas de las unidades vehiculares, son realizados por personal especializado en el sector automotriz, que tienen un nivel de conocimiento avanzado. Con certificaciones de estudios técnicos en la industria automotriz; las unidades vehiculares tienen sistemas de control electrónico del motor y de otros sistemas, que es controlado y regulado por una unidad de control electrónico (microprocesador), el cual recibe

información de los diferentes sensores ubicados en los sistemas del vehículo; y envía señal para el accionamiento de los actuadores.

El personal conoce los sistemas, utiliza equipos de diagnóstico automotriz, verificando el funcionamiento de cada mecanismo, conociendo el registro de datos, parámetros de funcionamiento, reporte de fallos, entre otros; por lo cual requiere una constante capacitación y actualización de los sistemas automotrices.

3.3.5. Educación y Entrenamiento

El nivel de conocimiento para laboral en la empresa, requiere contar con el título de técnico profesional, egresado de Instituto Tecnológico, así mismo se requiere que el personal, sea capacitado constantemente, por parte de la empresa, así como también por las concesionarias de los vehículos, para actualizar los software, datos y procedimientos de reparación de los sistemas.

El entrenamiento para reparación y/o mantenimiento de los mecanismos de los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, electrónicos e informáticos que posee éstas unidades, no solo debe satisfacer las labores programadas, sino debe de realizarse en el tiempo estipulado para cada uno de los sistemas de los vehículos automotrices.

3.3.6. Seguridad y Medio Ambiente

Las unidades vehiculares de la empresa, requieren operar con seguridad, por lo cual el funcionamiento óptimo de sus sistemas incrementa la probabilidad e fallos: a las unidades vehiculares se han instalado cámaras de video, que graban el recorrido de la unidad, y envían información acerca del inminente choque con otro vehículo u obstáculo.

Los vehículos automotrices que se utilizan en la empresa, vienen equipados con sistemas de seguridad con sistemas airbag en la cabina, sistemas de frenos ABS, EPS, los cuales minimizan los efectos de choque y volcadura, al momento de desplazarse el vehículo al realizar sus operaciones diarias.

3.3.7. Disponibilidad al Aplicar TPM

La aplicación del mantenimiento productivo total a las unidades vehiculares, tiene como objetivo la reducción del número de paradas, el incremento del tiempo entre fallas, la disminución del tiempo de reparación, con ello el valor de disponibilidad de los vehículos automotrices logre tener un valor dentro de lo especificado por estándares internacionales, para que las actividades y tareas de mantenimiento sean consideradas como de calidad mundial.

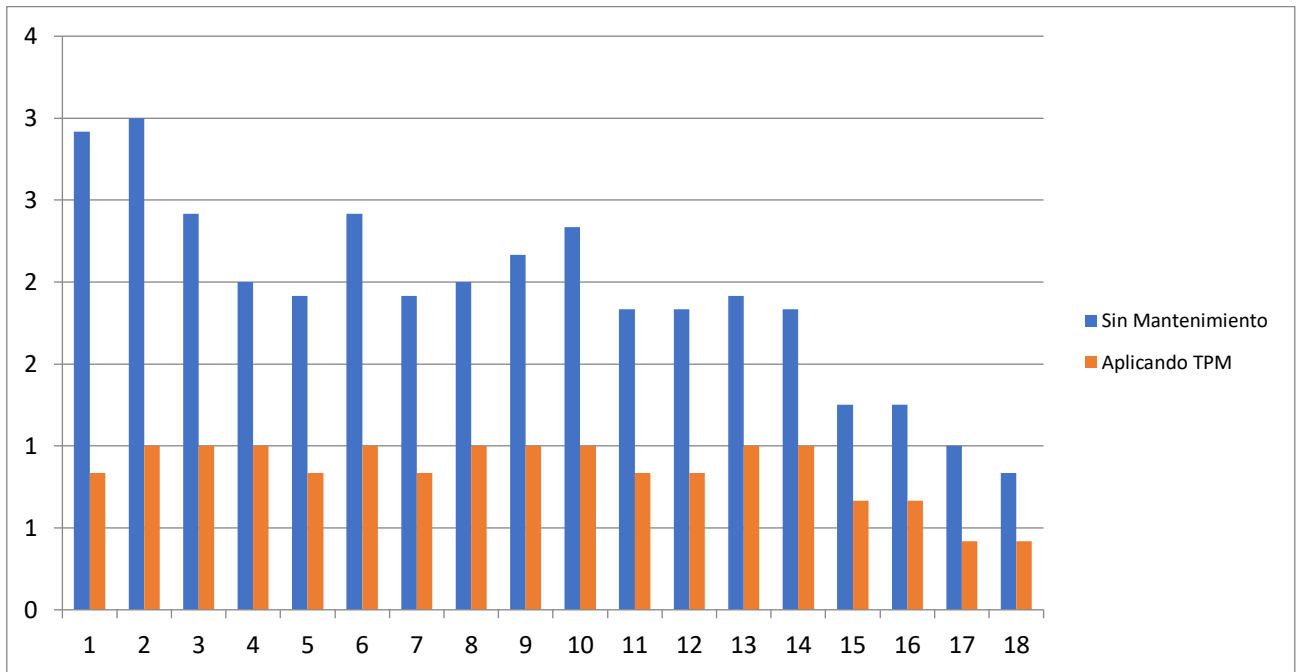
En el ítem 3.1, se tiene los registros del tiempo entre fallos y del número de fallos, así como también del tiempo de reparación, y cada una de los seis pilares del mantenimiento productivo total mejoran dichos indicadores.

Tabla 14. Indicadores de mantenimiento

N°	Vehículo	Promedio Número de Paradas por mes		Tiempo entre fallos al mes (Horas)		Tiempo de reparación (Horas)		
		Sin Mantenimiento	Aplicando TPM	Sin Mantenimiento	Aplicando TPM	Sin Mantenimiento	Aplicando TPM	
							Preventivo	Correctivo
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	3	1	74.0	186.2	12.9	3.2	2.6
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	3	1	66.8	186.2	11.6	3.2	2.6
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	68.8	185.2	16.6	4.2	2.6
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	94.8	185	10.5	4.2	2.8
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	93.2	185	18.8	4.2	2.8
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	74.5	186.4	12.2	3.2	2.4
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	128.8	188.1	7.8	2.1	1.8
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	108.2	188.1	9.2	2.1	1.8
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	110.8	188.1	8.4	2.1	1.8
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	87.3	188.1	8.7	2.1	1.8
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	123.0	188.1	5.0	2.1	1.8
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	107.9	189.4	4.1	1.4	1.2
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	119.3	189.6	4.7	1.2	1.2
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2	1	121.9	189.6	4.8	1.2	1.2
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	1	1	148.8	189.4	3.2	1.4	1.2
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	1	1	139.1	189.4	2.3	1.4	1.2
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	1	0	162.6	192	2.8	1.4	1.2
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	1	0	180.7	192	3.3	1.4	1.2

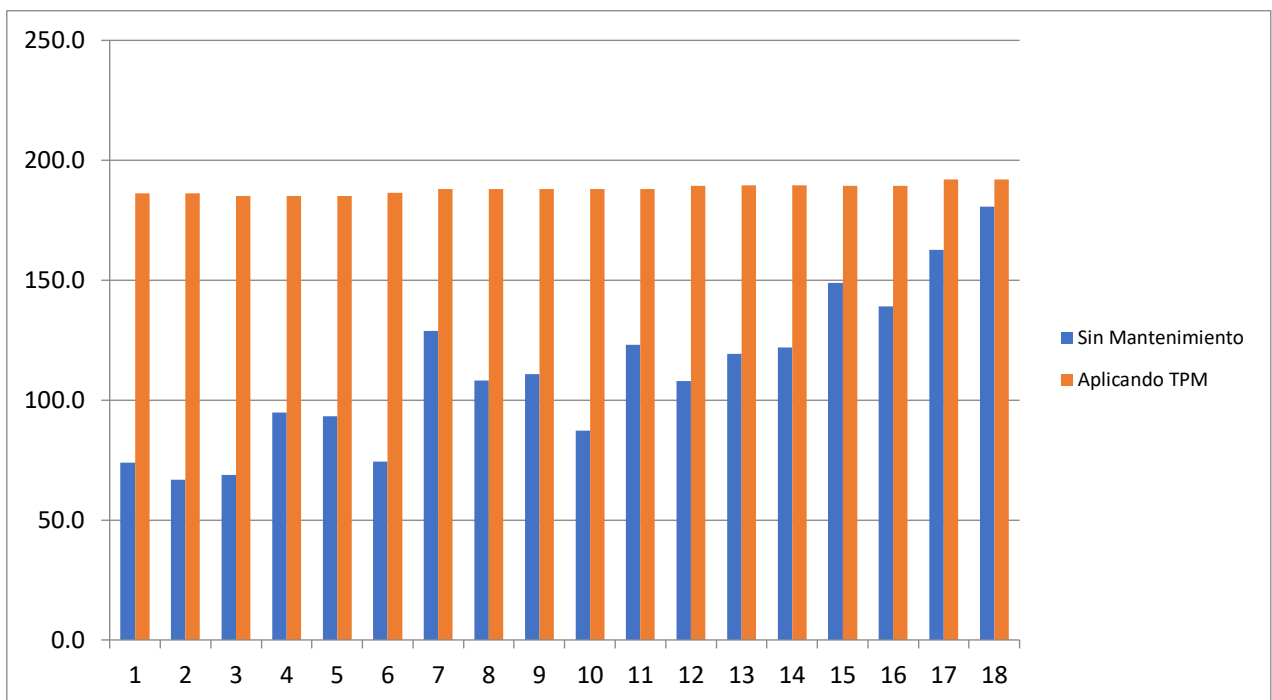
Fuente: Elaboración Propia

Figura 9. Número de paradas de vehículos (en horas) por averías sin mantenimiento y aplicando TPM



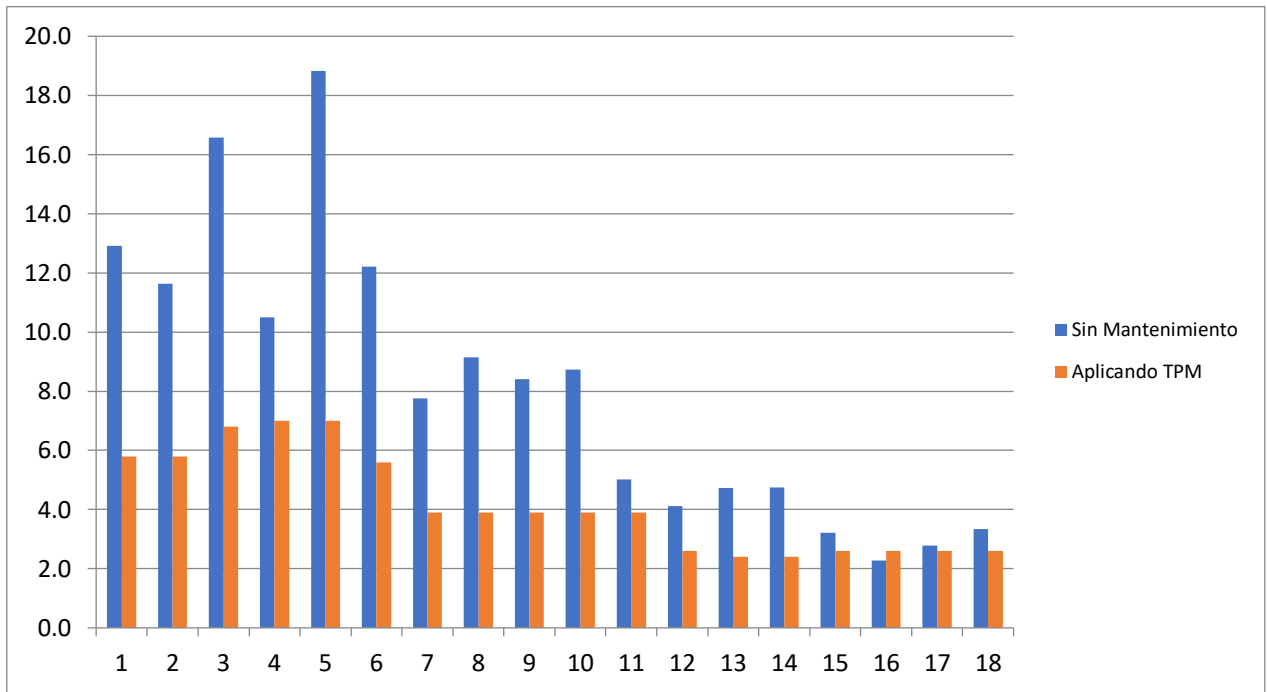
Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Figura 10. Tiempo entre fallos de vehículos (en horas) sin mantenimiento y aplicando TPM



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Figura 11. Tiempo de reparación de vehículos (horas): sin mantenimiento y aplicando TPM



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Cálculo de disponibilidad aplicando TPM

Para determinar la disponibilidad de funcionamiento de cada equipo, se calcula con la ecuación:

$$D = 100 * \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Dónde:

D: Disponibilidad %

MTBF: Tiempo entre fallos

MTTR: Tiempo de reparación.

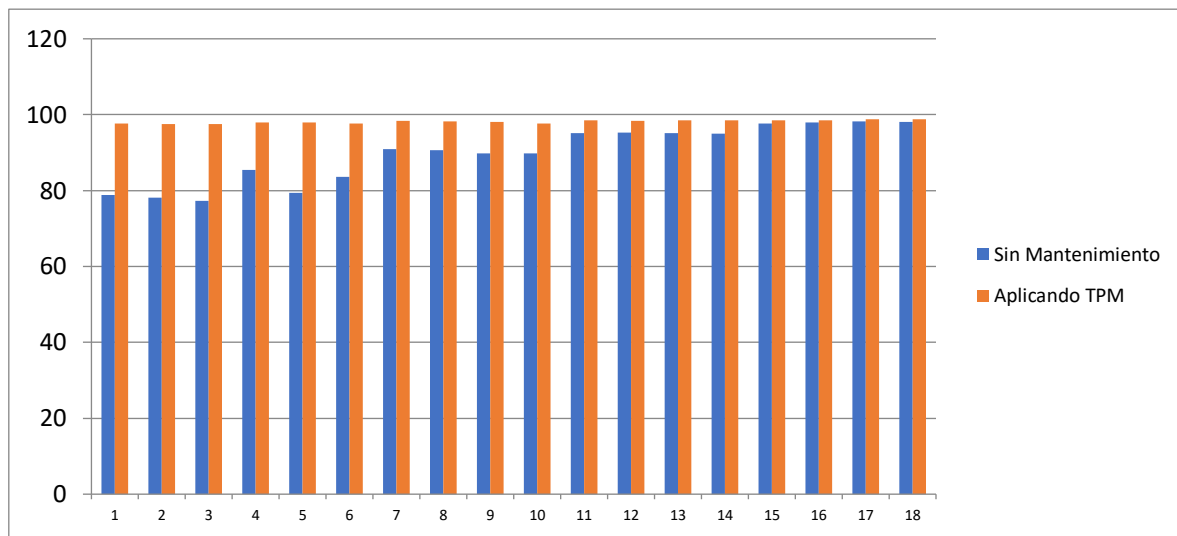
Reemplazando valores se tiene:

Tabla 15. Disponibilidad de unidades vehiculares sin mantenimiento y aplicando TPM

N°	Vehículo	Disponibilidad %	
		Aplicando TPM	Sin Mantenimiento
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	97.0	78.8
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	97.0	78.2
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	96.5	77.3
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	96.4	85.4
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	96.4	79.4
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	97.1	83.6
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.0	90.9
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.0	90.6
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.0	89.8
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.0	89.8
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.0	95.2
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.6	95.3
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.8	95.1
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.8	95
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.6	97.7
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.6	98
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.7	98.2
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	98.7	98.1

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Disponibilidad de unidades vehiculares sin mantenimiento y aplicando TPM



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Cálculo de la confiabilidad aplicando TPM de las unidades vehiculares

El procedimiento es realizar el cálculo de confiabilidad, debido a que las fallas que presentan se debe a los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y electrónicos que presentan y que son diferentes para todos ellos.

El procedimiento se realiza:

- Ordenar todos los valores de tiempo promedio entre fallos (MTBF)
- Ordenar todos los valores promedios en orden ascendente.
- Mediante la ecuación $\text{Rango} = ((Mx - 0.3) / (N + 0.4))$, se determina la mediana de la lista de observaciones, donde Mx , es la medida del valor de radiación en la posición x y N , es el número de observaciones.
- La función de Weibull, expresado en función exponencial, se resuelve linealizando los ejes cartesianos, mediante el logaritmo de la función, tanto para el x como para el eje y , que finalmente constituyen puntos que se enmarcan en una ecuación de la recta.
- En el eje Y , queda la expresión de $\ln(\ln(1/(1 - \text{Median Rank})))$, y en el eje X , los valores de los tiempos de funcionamiento.

Tabla 16. Cálculo de análisis de weibull

N°	Valor de MTBF	Mediana ((Mx-0.3)/(N+0.4)),	1/(1-Mediana)	Y = ln(ln(1/(1-Mediana)))	X = ln(MTBF)	X.Y	X2
1	186.2	0.0	1.0	-3.2	5.23	-17.0	27.3
2	186.2	0.1	1.1	-2.3	5.23	-12.2	27.3
3	185.2	0.1	1.2	-1.8	5.22	-9.6	27.3
4	185	0.2	1.3	-1.5	5.22	-7.8	27.3
5	185	0.3	1.3	-1.2	5.22	-6.4	27.3
6	186.4	0.3	1.4	-1.0	5.23	-5.2	27.3
7	188.1	0.4	1.6	-0.8	5.24	-4.1	27.4
8	188.1	0.4	1.7	-0.6	5.24	-3.2	27.4
9	188.1	0.5	1.9	-0.4	5.24	-2.3	27.4
10	188.1	0.5	2.1	-0.3	5.24	-1.5	27.4
11	188.1	0.6	2.4	-0.1	5.24	-0.7	27.4
12	189.4	0.6	2.7	0.0	5.24	0.1	27.5
13	189.6	0.7	3.2	0.2	5.24	0.8	27.5
14	189.6	0.7	3.9	0.3	5.24	1.6	27.5
15	189.4	0.8	5.0	0.5	5.24	2.5	27.5
16	189.4	0.9	6.8	0.7	5.24	3.4	27.5
17	192	0.9	10.8	0.9	5.26	4.6	27.6
18	192	1.0	26.3	1.2	5.26	6.2	27.6
	suma			-9.8	94.3	-50.9	493.7

Fuente: Elaboración propia

Realizando la metodología del método de Weibull, se tiene:

$$a = \frac{n \cdot \sum(X \cdot Y) - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

$$b = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \cdot \sum(X \cdot Y)}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

Reemplazando valores:

$$a = 87.89$$

$$b = -460 = k$$

La ecuación de la recta es:

$$Y = aX + b$$

De la expresión: $a = -kLn(c)$ y $b=k$

Se tiene:

$$c = e^{\frac{-k}{a}}$$

$$c = e^{\frac{460}{87.89}} = 189.25$$

Tabla 17. Factor

Factor de forma	Factor de escala (MTBF)
87.89	189.25

Fuente: Elaboración propia

Probabilidad de ocurrencia de MTBF

Se utiliza la ecuación de distribución de weibull,

$$F(v) = 1 - \left(\frac{a}{c}\right)\left(\frac{v}{c}\right)^{a-1}e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^a}$$

Reemplazando valores se tiene:

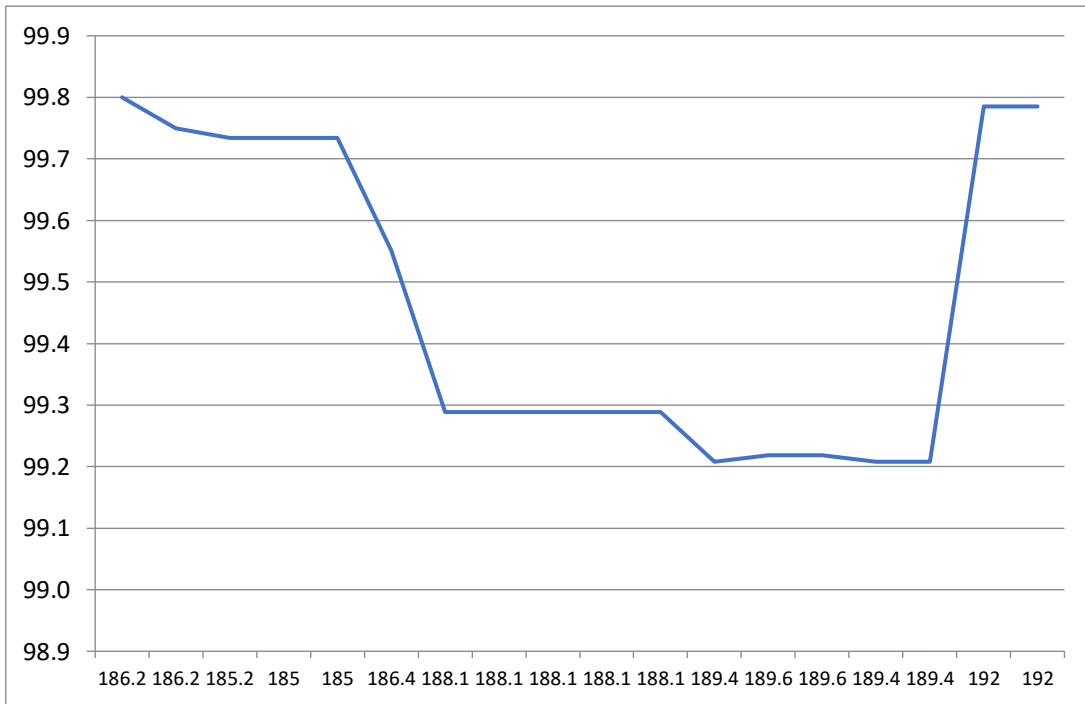
Tabla 18. Cálculo de análisis de weibull

Tiempo de Funcionamiento MTBF (Horas)	Confabilidad %
186.2	99.8
186.2	99.8
185.2	99.7
185	99.7
185	99.7

186.4	99.6
188.1	99.3
188.1	99.3
188.1	99.3
188.1	99.3
188.1	99.3
189.4	99.2
189.6	99.2
189.6	99.2
189.4	99.2
189.4	99.2
192	99.8
192	99.8

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Cálculo de análisis de weibull



Fuente: Empresa SERVOSA GAS SAC

Se concluye que el valor de la confiabilidad del MTBF proyectado con los planes de mantenimiento propuesto es de 99.2% de las 18 unidades vehiculares, es decir se tiene que el valor de la probabilidad de fallas de 189.25 horas es del 99.2%.

3.4. Realizar una Evaluación Económica de la Propuesta, Utilizando Indicadores tales como VAN y TIR para Determinar la Viabilidad del Proyecto

3.4.1. Inversión Inicial del Proyecto

La inversión inicial, es dada por la adquisición oportuna de los repuestos, servicios en el taller, y servicios de terceros en la empresa SERVOSA GAS SAC.

Tabla 19. Inversión Inicial

	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Mantenimiento	Mantenimiento 40000 - 60000Km	Vehículos	2	1200	2400
	Mantenimiento 60000 - 80000Km	Vehículos	3	1400	4200
	Mantenimiento 80000 - 100000Km	Vehículos	3	1400	4200
	Mantenimiento 100000 - 120000Km	Vehículos	5	1600	8000
	Mantenimiento 120000 - 140000Km	Vehículos	5	1800	9000
Servicio de Terceros			18	350	6300
	TOTAL (S/)				34100

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Ingresos que genera el Proyecto

Para efectos de determinar correctamente, se determina los ingresos que genera la propuesta, al tener mayor valor de disponibilidad de las unidades vehiculares, el número de servicios se incrementa, por lo tanto, se incrementan los ingresos de la Empresa SERVOSA GAS SAC.

El valor de la disponibilidad de los buses se incrementa en promedio el 8.04%, es decir que en la misma proporción se incrementan el número de servicios que ofrecen las unidades vehiculares.

El tiempo de operación mensual de las unidades vehiculares es de 192 horas, es decir si se incrementa en promedio 8,04% de 192 horas, representa 15.43 horas mensuales por cada vehículo, por toda la flota, las horas de funcionamiento se incrementan en $18 \times 15.43 = 277.83$ horas al mes.

Para efectos de la determinación de los ingresos, se cuantifica que el costo de alquiler de cada unidad vehicular por hora es de 37.5 soles, ello equivale a un ingreso total mensual de $277.83 \times 37.5 = 10418.6$ Soles al mes.

3.4.3. Flujo de Caja del Proyecto

El flujo de caja de la presente propuesta, se realiza en un periodo de 6 meses.

Tabla 20. Flujo de caja

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Egresos (S/)	34100	0	0	0	221850	0	0
Ingresos (S/)		10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6
Utilidad (S/)	-34100	10418.6	10418.6	10418.6	-211431.4	10418.6	10418.6

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Análisis con Indicadores Económicos

Valor Actual Neto

Es considerado, el valor tanto de ingreso como de egreso, para así iniciar; tenemos un 3.5% mensual, los cuales son utilizables para los proyectos que sean de inversión en las distintas instituciones financieras de la ciudad.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i)] ^n - 1}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

In: Ingresos mensuales: S/. 10418.6

Ia: Ingreso actualizado al mes 0

i: Tasa de Interés: 3.5% Mensual.

n: Número de Meses: 6

Tabla 21. Valor Actual Neto

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Egresos (S/)	34100	0	0	0	0	0	0
Ingresos (S/)		10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6
Utilidad (S/)	-34100	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6

S/. 55,516.06
VNA(E8:K8)

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de los Ingresos actualizados al mes cero

Reemplazando valores obtenemos: VAN = 55516.06 – 34100 = S/. 21,416.06

Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que el ingreso actualizado con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/. 34100

Ia: ingresos actualizados al mes 0

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses 6

Tabla 22. Tasa Interna de Retorno

Mes	0	1	2	3	4	5	6
Egresos (S/)	34100	0	0	0	0	0	0
Ingresos (S/)		10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6
Utilidad (S/)	-34100	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6	10418.6

20.6%
L10IR(E9:K9)

Fuente: Elaboración propia

Utilizando la metodología específica, el software Microsoft Excel, podremos calcular así el valor del TIR, debiendo arrojar un 20.6 % mensual, el cual muestra un valor superior a todo el interés bancario.

IV. DISCUSIÓN

El plan de mantenimiento que se diseñó en la actual exploración, se realiza a cada sistema de la unidad vehicular, con frecuencia semanal, mensual y semestral, que es la forma como las empresas que tienen flotas vehiculares para el transporte de carga, de combustible y de sustancias peligrosas realizan en Chiclayo, así como en diferentes ciudades del Perú.

El valor de disponibilidad del 77% para una unidad vehicular, está muy por debajo del valor de la disponibilidad de clase mundial, que es del 82%, por lo cual la gerencia tiene que tomar decisiones para la renovación de la unidad, o que se realice una reparación de todos los sistemas, con cambio de repuestos originales, y con la ejecución del plan de mantenimiento en el cual se programe y se supervise por personal interno, y auditoría por agentes externos a la empresa.

En empresas con flota vehiculares, se realizan propuestas en el cual debería haber una coordinación y notificación frecuente entre el personal de mantenimiento, de flota y de administración, para que coordinadamente se conozca los aspectos referentes a los mantenimientos, a los servicios de las unidades, y a los contratos que tienen; con lo cual se garantice la disponibilidad de los vehículos.

La metodología empleada que es el análisis probabilístico de weibull, es utilizado para determinar la probabilidad de fallos de los equipos, en trabajos de investigación de operación de otras empresas dedicadas al transporte inter provincial de pasajeros, utilizan dicho análisis, debido a que la probabilidad está en función a la variabilidad de los datos registrados.

V. CONCLUSIONES

- Se hizo el análisis del contexto actual de cada actividad de mantenimiento de las unidades vehiculares, con el análisis del registro de tiempo de funcionamiento, tiempo entre fallo, número de paradas, determinando el valor de disponibilidad y confiabilidad actual de los vehículos. Se determinó que los vehículos de año de fabricación 2012, tienen un valor de disponibilidad menores al 80% inclusive, los vehículos de año de fabricación 2015, su valor de disponibilidad es superior al 95%, lo cual evidencia que mientras el vehículo sea de mayor antigüedad y de mayor recorrido, el valor de la disponibilidad disminuye. El valor de confiabilidad de que ocurra un fallo en un tiempo promedio de 124.6 horas es menor al 70%, valor que indica que el nivel de confianza no es el adecuado, y el personal que opera estas unidades presentan esa incertidumbre de fallos en los sistemas del vehículo.
- Se realizó la planificación de las labores de mantenimiento de acuerdo al kilometraje recorrido de cada unidad, para lo cual se elaboró los formatos con sus respectivas operaciones y las frecuencias de realización, los cuales deben ser ejecutados por las personas especializadas en mantenimiento, además, de las auditorías periódicas al área de mantenimiento.
- Se calculó como el plan de mantenimiento basado en la metodología TPM optimiza la disponibilidad y confiabilidad de las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS SAC. El valor de la confiabilidad del MTBF proyectado con los planes de mantenimiento propuesto es de 99.2% de las 18 unidades vehiculares, es decir se tiene que el valor de la probabilidad de fallas de 189.25 horas es del 99.2%.
- Se hizo el análisis económico, con un valor actual neto de S/. 21,416.06, y una tasa interna de retorno de 20.6%, indicadores que hacen factible la realización de la indagación.

VI. RECOMENDACIONES

- La comunicación entre diversas áreas de la empresa, debe realizarse utilizando los medios adecuados, siendo el medio informático el más adecuado, en el cual el personal de mantenimiento, realice el registro y automáticamente se cargue las ordenes de servicio, de compra y de requisición de servicios a terceros.
- Utilizar software de mantenimiento preventivo, en el cual, se tenga un registro total del funcionamiento de los vehículos, los mantenimientos programados, realizados y auditados, y que sea de acceso para todas las áreas de la empresa, así la gerencia general puede tomar las acciones a realizar en cuanto a las actividades de mantenimiento.
- Realizar el registro de las variables de funcionamiento de todos los dispositivos de los sistemas del vehículo, a fin de realizar el seguimiento y evaluar la tendencia de las variables, con lo cual se puede predecir la evolución de los fallos de los sistemas.

REFERENCIAS

PANAMÁ, FARFÁN y Fernando, Christian. 2016. Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento, basado en el TPM (Total Productive Maintenance) y alineado a la norma ISO 22000-2005, para la Industria Cárnica de la Ciudad de Cuenca. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. 26 p.

ALAVEDRA Flores, Carol, y otros. 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Chimbote - Perú : Universidad Nacional del Santa - Universidad Cesar Vallejo, 2016. 24 p.

AVILÉS Chong, Henry Santiago. 2018. Diseño de un sistema TPM (total productive maintenance) en el área de mantenimiento de la empresa Winrep s.a. Guayaquil - Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2018. 14 pp.

BAENA Paz, Guillermina. 2017. Metodología de la Investigación. Mexico D.F. : Grupo Editorial Patria S.A., 2017.

Disponible en ISBN: 978-607-744-748-1.

BOJORQUEZ, Fabiola. 2008. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total. Mexico : Tecnológico de Sonora, 2008. 34 p.

CAMPOS Ventura, Victor Alex. 2017. Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la eficiencia de los activos críticos en la empresa Cartavio s.a.a. Trujillo - Perú : Universidad Privada del Norte, 2017. 9 p.

CARDONA Montoya, Diana Lorena. 2015. Estudio de casos de implantación exitosa de TPM en industrias ubicadas en el eje cafetero y norte del cauca – Colombia. Medellin - Colombia : Universidad EAFIT, 2015. 38 p.

CRUZ Del Castillo, Cinthia, Olivares Orozco, Socorro y Gonzáles García, Martín. 2014. Metodología de la Investigación. Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014. 52 p.

CUATRECASAS, Luis. 2012. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. [En línea] 2012. Disponible en <https://goo.gl/BQecLo>

PÉREZ Loaiza, Natalia y ESTRADA Muñoz, Jairo. 2016. Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM. 2016, Revista Ingeniería Industrial UPB, 2016. 95 pp.

ESPINOZA Cadenas, Edgar Simeon. 2014. Diseño de un Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Vida Nominal de los equipos: Vehículos Livianos y Maquinas-Herramient As. Empresa Coopsol Minería Y Petróleo S.A. Callao - Perú : Universidad Nacional del Callao, 2014. 36 p.

GARCÍA Cabello, Gonzalo Asunción. 2018. Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento en una Empresa de Elaboración de Alimentos Balanceados, Mediante el Mantenimiento Productivo Total (TPM). Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 78 pp.

GARCIA Garrido, Santiago. 2003. Organización y Gestión del Mantenimiento. España : Ediciones Díaz Santos S.A., 2003. 21 p.

GARCÍA Melo, José Isidro. 2004. Fundametos del Diseño Mecánico. Santiago de Cali : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2004. 87 p.

GOMEZ Bastar, Sergio. 2012. Metodología de la Investigación. Estado de México. : RED TERCER MILENIO S.C., 2012.
Disponible en ISBN 978-607-733-149-0.

GONZÁLES Mantero, Dolores. 2013. Mantenimiento Básico de Instalaciones. Máaga : IC Editorial, 2013. 46 p.

GUERRERO Pino, Germán y DUQUE MARTÍNEZ, Luz Marina. 2015. Filosofía de la Ciencia. Santiago de Cali - Colombia : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2015. 12 p.

HAGEN, Kirk D. 2009. Introducción a a Ingeniería. Mexico D.F. : PEARSON, 2009. 46 p.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. 2010. Metodología de la Investigación. México D.F. : McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2010.
Disponible en ISBN: 978-607-15-0291-9.

LEÓN Lefcovich, Mauricio. 2009. TPM Mantenimiento Productivo Total: un paso mas hacia la excelencia empresarial. s.l. : El CID Editores, 2009. 12 p.

LEÓN Lefcovich, Mauricio. 2005. TPM - Mantenimiento Productivo Total un paso hacia la excelencia empresarial. 2005. 31 pp.

LOZADA Cepeda, José Antonio. 2017. Elaboración de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (tpm) para la maquinaria de recuperación de turbinas del cirt en la empresa CELEC EP – HIDROAGOYÁN. Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017. 16 p.

NAVARRO Elola , Luis, PASTOR Tejedor, Ana Clara y MUGABURU Lacabrera, Jaime Miguel. 1997. Gestión integral de mantenimiento. Barcelona - España : Marcombo S.A, 1997. 114 p.

PAURO, Ricardo. 2007. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Buenos Aires : s.n., 2007. 145 p.

PORTAL Arribasplata, Edwin y SALAZAR Alza, Pablo Cesar. 2016. Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestion de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre SRL. Cajamarca : UPN, 2016. 57 p.

PORTAL Arribasplata, Edwin y SALAZAR Alza, Pablo Cesar. 2016. Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (tpm) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa multiservicios punre srl, cajamarca 2016. Cajamarca - Perú : Universidad Privada del Norte, 2016. 33 pp.

REY, Francisco. 2001. Mantenimiento Total de la Producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. Madrid- España : s.n., 2001. 7 p.

SÁNCHEZ Marín, Francisco T., y otros. 2007. Mantenimiento mecánico de máquinas. Castello de la Plana : Universitat Jaume, 2007. 51 p.

SILVA, Jorge. 2015. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Piura - Perú : s.n., 2015. 78 p.

Sinai Ingeniería S.L. 2018. Tendencias actuales del mantenimiento industrial. España : Sinai Ingeniería S.L., 2018. 38 p.

TAMAYO y Tamayo, Mario. 2009. El proceso de la investigación científica. Mexico D.F : Limusa, 2009. 21 p.

TRIGOS Duarte, Jeimy Paola y NIÑO Solano, Daniel José. 2017. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa TRIDU construcciones e ingenierías S.A.S mediante herramientas del TPM y AMEF. Bucaramanga - Colombia : Universidad Santo Tomas, Bucaramanga, 2017. 69 pp.

UNE-EN 13306. 2011. Terminología para mantenimiento. 2011. 11 p.

ANEXOS

GUÍA DE OBSERVACIÓN 1

Número de ingreso de vehículos a taller de reparación Empresa SERVOSA GAS SAC

Instrucciones: Realice el registro del número de ingresos de vehículos al taller para labores de mantenimiento, entre el periodo noviembre 2018 – octubre 2019

N°	Descripción	Año de Fabricación	Número de ingreso de vehículos a taller de reparación Empresa SERVOSA GAS SAC												Total
			nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0	2	5	2	4	2	5	1	5	2	3	4	35
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	3	0	4	3	3	3	3	5	0	5	3	4	36
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	3	2	3	3	0	3	2	2	3	2	3	3	29
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	0	3	0	3	2	2	2	3	3	0	4	2	24
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	2	1	1	2	3	2	2	3	0	2	2	3	23
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	2	3	4	2	3	0	2	2	3	3	3	2	29
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	4	1	1	2	3	4	1	1	5	1	0	0	23
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	1	1	1	2	2	3	2	3	2	1	3	3	24
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	3	0	2	2	1	3	3	4	1	1	1	5	26
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	1	3	2	1	3	3	2	2	3	2	3	3	28
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	3	3	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	22
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	2	3	2	0	3	2	2	1	2	0	2	3	22
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	1	3	3	1	1	3	0	1	2	2	2	4	23
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	1	2	0	4	3	2	1	2	3	1	2	1	22
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	2	2	0	0	2	2	1	1	1	2	1	1	15
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	0	2	2	0	2	0	3	2	1	1	2	0	15
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	1	3	2	0	0	0	0	1	1	1	2	1	12
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	1	1	1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	10

GUÍA DE OBSERVACIÓN 2

REGISTRO DE LA CANTIDAD DE REPARACIONES Y NÚMERO DE HORAS EMPLEADAS DE LAS UNIDADES VEHICULARES SERVOSA GAS SAC 2019

Instrucciones: Realice el registro del número de ingresos de vehículos al taller para labores de mantenimiento preventivo y correctivo, entre el periodo Noviembre 2018 – Octubre 2019.

	Registro de la cantidad de reparaciones y número de horas empleadas de las unidades vehiculares SERVOSA GAS SAC 2019															
	Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas	Cant.	Horas
Mantenimiento Preventivo	7	11	10	19.5	9	18	13	24.5	12	21.5	14	24	18	34.5	2	3.5
Motor	3	6.5	4	11	4	11	4	11	5	11	4	11	6	16.5	1	2
Frenos / Sistemas neumáticos	1	1.5	2	3	0	0	1	1.5	2	3	3	4.5	3	4.5	0	0
Sistema dirección / Alineamiento	1	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	1	1	0	0
Chasis / tornamesa	1	0.5	1	0.5	1	0.5	2	1	1	0.5	3	1.5	2	1	0	0
Sistema de combustible (Gas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Sistema Eléctrico	1	1.5	2	3	3	4.5	2	3	0	3	2	3	3	4.5	1	1.5
Caja de Cambios / Embrague	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	2	6	0	0
Suspensión	0	0	1	2	1	2	2	4	2	2	1	2	0	0	0	0
mantenimiento Correctivo	25	49	28	58	10	24.5	21	49	18	44.5	16	44	19	56	1	3
Motor	4	12	6	18	5	15	12	36	9	27	10	30	12	36	1	3
Frenos / Sistemas neumáticos	9	9	8	8	1	1	5	5	4	4	1	1	0	0	0	0
Sistema dirección / Alineamiento	2	4	2	4	0	0	2	4	1	2	0	0	0	0	0	0
Chasis / tornamesa	0	0	4	6	1	1.5	0	0	1	1.5	0	0	2	3	0	0
Sistema de combustible (Gas)	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3	1	3	0	0
Sistema Eléctrico	8	16	3	6	2	4	1	2	0	0	1	2	1	2	0	0
Caja de Cambios / Embrague	0	0	3	12	0	0	0	0	2	8	1	4	3	12	0	0
Suspensión	2	8	2	4	0	0	1	2	1	2	2	4	0	0	0	0

GUÍA DE OBSERVACIÓN 3

PLAN DE MANTENIMIENTO EN DE LAS UNIDADES VEHICULARES SERVOSA GAS SAC

Instrucciones: Realice el seguimiento de las labores para el plan de mantenimiento preventivo de las unidades vehiculares de la empresa SERVOSA GAS.

Trabajos a realizar según km	40000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	110000	120000	130000	140000
Cambio Aceite y Filtro de aceite Motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Cambio Aceite Caja de cambios			C						C		
Cambio Aceite Diferencial delantero y trasero		C					C				
Cambio de Filtro de Aire del A/C	C		C		C		C		C		C
Cambio Filtro de Aire		C		C		C		C		C	
Cambio Filtro de Combustible	C		C		C		C		C		C
Cambio Líquido de frenos	C			C			C			C	
Diagnóstico y Análisis de DTC con sacner	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Batería y sistema de carga	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Correas Accesorios Motor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Frenos delanteros, traseros y estacionamiento (Inspección Visual Sistema de Frenos)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección funcionamiento de luces altas, bajas, stops, reversa, exploradoras, direccionales y Pito	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Inspección Guardapolvos de ejes, terminales de dirección y rótulas	I		I		I		I		I		
Inspección nivel líquido de Frenos y Embrague	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Nivel, Fugas y Mangueras aceite Caja de cambios MT y AT	I		I		I		I		I		I
Inspección Nivel, Fugas y Mangueras Sist. Refrigeración	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Radiadores de motor, intercooler, condensador y radiadores transmisiones	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Recorrido del pedal de Freno y Embrague (Juego libre)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Sistema de A/A (Funcionamiento, Carga y Fugas)	I		I		I		I		I		I
Inspección sistema de Escape	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Inspección Suspensión, soportes en general y Revisión de torques	I		I		I		I		I		I
Alineación, Balanceo y Rotación de Llantas	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Cambio de toberas de inyector	c		c		c		c		c		c
Regulación Bomba de Inyección	R			R			R			R	
Regulación Sensor de Cigüeñal	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Cambio de faja de distribución					C						C
Regulación de válvulas de admisión y escape	R			R			R			R	

GUÍA DE OBSERVACIÓN 4

REGISTRO DE RECORRIDO DE UNIDADES VEHICULARES.

Instrucciones: Realice el registro del recorrido de las 18 unidades vehiculares, de acuerdo al año de fabricación.

N°	Descripción	Año de Fabricación	Km recorrido
1	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	123670
2	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	124560
3	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	124599
4	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	125656
5	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	126456
6	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2012	130343
7	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	104766
8	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	105675
9	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	106697
10	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2013	107896
11	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	97323
12	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	99556
13	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	102895
14	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2014	102434
15	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	78434
16	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	79545
17	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	80656
18	Vehículo Pesado FAW ET.20113A	2015	76233

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

- Profesión:

- Grado académico:

- Actividad laboral actual:

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar la guía de observación de la tesis denominada: **PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA TPM PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD DE LAS UNIDADES VEHICULARES DE LA EMPRESA SERVOSA GAS SAC - CHICLAYO**

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: () Poco pertinente: () No es pertinente: ()

Por favor, indique las razones:

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: () Insuficientes: ()

Por favor, indique las razones:

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: () Poco adecuadas: () Inadecuadas: ()

Por favor, indique las razones:

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

Firma del Experto