



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MECANICA ELECTRICA

“Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AUTOR:

SIMER WILE RUIZ PEÑA

ASESOR:

MG. JUAN CARLOS BENGOA SEMINARIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO

TRUJILLO – PERÚ

2018

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE
ING. JORGE INCISO VASQUEZ

SECRETARIO
ING. JORGE ROGER ARANDA GONZALES

VOCAL
ING. JUAN CARLOS BENGOA SEMINARIO

DEDICATORIA

A Dios; por estar conmigo en todo momento quien supo guiarme por el buen camino del éxito y haberme permitido llegar a este punto de mi carrera para lograr mis objetivos y metas trazadas.

A mis padres; Eliseo y Grimaldina mi profundo amor y gratitud, por sus denotados esfuerzos en ayudarme material, espiritual y moralmente a los cuales les dedico el fruto de mi labor.

A mi esposa e hija; Milagros y Emely por estar todo este tiempo junto a mí apoyándome y dándome palabras de aliento para seguir a delante.

A mis hermanos; quienes han sido todo este tiempo compañeros inseparables de aliento y superación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, y a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como Ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los Ingenieros Jorge Roger Aranda Gonzales y Juan Carlos Bengoa Seminario. Por otro lado también demuestro mi particular agradecimiento a la empresa Chimú Agropecuaria S.A. quien me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Simer Wile Ruiz Peña con DNI N° 46512416, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veras y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la siguiente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 2018

Simer Wile Ruiz Peña

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la tesis titulada “sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.” con la finalidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular, en cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El autor

ÍNDICE

Contenido

JURADO CALIFICADOR	1
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	4
PRESENTACIÓN	5
ÍNDICE	6
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
I INTRODUCCIÓN	12
1.1 Realidad Problemática	12
1.2 Trabajos previos	14
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	16
1.4 Formulación del problema	32
1.5 Justificación del estudio.....	32
1.6 Hipótesis	32
1.7 Objetivos.	33
II MÉTODO	34
2.1 Diseño de investigación.....	34
2.2 Variables, Operacionalizacion.....	34
2.3 Población y muestra	36
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	36
2.5 Métodos de análisis de datos	36
2.6 Aspectos éticos	38
III. RESULTADOS	38
3.1 Evaluación de la situación actual de Chimu Agropecuaria S.A.	38
3.1.1 Descripción general de la empresa Chimu Agropecuaria S.A.	38
3.1.2 Sistema de gestión actual del área de mantenimiento vehicular	39
3.1.3 Flota vehicular	44
3.1.4 Historial de fallas de la flota vehicular	45
3.1.5 Evaluación de indicadores actuales de mantenimiento.....	46
3.2 Realizar análisis de criticidad a la flota vehicular	49
3.3 Aplicación del AMEF al vehículo más crítico.....	52
3.3.1 Evaluación de NPR actual	67
3.3.2 Evaluación de NPR proyectado.....	67
3.4 Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento	67
3.4.1 Visión del área de mantenimiento vehicular.....	67

3.4.2 Misión del área de mantenimiento vehicular	68
3.4.3 Valores del área de mantenimiento vehicular	68
3.4.4 Objetivos de área de mantenimiento vehicular	68
3.4.5 Políticas de mantenimiento del área de mantenimiento vehicular	68
3.4.6 Estructura de autoridad y responsabilidad del área.....	69
3.4.7 Flujo grama de ejecución de trabajos	70
3.4.8 formatos de control administrativa	73
3.4.9 Plan de mantenimiento	73
3.4.10 Repuesto, insumos y herramientas requeridas para el plan de mantenimiento	78
3.4.11 Evaluacion del Sistema de gestion de mantenimiento propuesto	80
3.5 Evaluación de indicadores de mantenimiento proyectados	85
3.6 Presupuesto y viabilidad económica del sistema de gestión de mantenimiento	89
3.6.1 Presupuesto anual del sistema de gestión de mantenimiento.....	89
3.6.2 Viabilidad económica del proyecto	94
IV. DISCUSIÓN	95
V. CONCLUSIÓN	98
VI. RECOMENDACIONES	99
VII. REFERENCIAS.....	100
ANEXOS.....	103
Anexo N°1. Encuesta sobre el cumplimiento del mantenimiento programado	103
Anexo N°2. Validación del instrumento.....	104
Anexo N°3. Encuesta sobre el cumplimiento de órdenes de trabajo	105
Anexo N°4. Validación del instrumento.....	106
Anexo N°5. Encuesta sobre el cumplimiento de AMEF	107
Anexo N°6. Validación del instrumento.....	108
Anexo N°7. Historial de falla del vehículo N°08 en el periodo 2017.....	109
Anexo N°8. Formato de orden de trabajo.....	111
Anexo N°9. Formato de solicitud de mantenimiento	112
Anexo N°11. Formato de hoja de pedido de almacén	113
Anexo N°12. Formato de informe mensual de vehículos	113
Anexo N°13. Formato de hoja de inspecciones (chek list).....	114
Anexo N°14. Formato de hoja de control de llantas.....	115
Anexo N°15. Formato para el historial de vehículos.....	116
Anexo N°16. Cotización de repuestos volvo.....	117
Anexo N°17. Matriz de consistencia de proyecto de tesis.....	120

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Matriz de criticidad.....	21
Tabla N°2. Criterios para seleccionar la frecuencia de falla (Ff)	21
Tabla N°3. Criterios para seleccionar la consecuencia de falla (Cf)	22
Tabla N°4. Determinar el grado de severidad	23
Tabla N°5. Determinar el grado de ocurrencia.....	24
Tabla N°6. Determinar el grado de detección	24
Tabla N° 7. Resultados de encuesta sobre el cumplimiento del mantenimiento programado	40
Tabla N°8. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de órdenes de trabajo	41
Tabla N°9. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de AMEF	42
Tabla N°10. Muestra seleccionada de la flota de camiones según ruta	44
Tabla N°11. Historial de fallas de la flota vehicular	45
Tabla N°12. Indicadores de mantenimiento actual de la flota vehicular	48
Tabla N°13. Matriz de criticidad del vehículo N° 01	50
Tabla N°14. Resultado del análisis de criticidad de la flota vehicular	51
Tabla N°15. Resultado de análisis de criticidad.....	52
Tabla N°16. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de enfriamiento.....	53
Tabla N°17. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de lubricación	54
Tabla N°18. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de combustible	55
Tabla N°19. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de motor	56
Tabla N°20. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de admisión y escape.....	57
Tabla N°21. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de suspensión	58
Tabla N°22. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de neumáticos.....	59
Tabla N°23. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de dirección	60
Tabla N°24. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de frenos	61
Tabla N°25. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de transmisión	63
Tabla N°26. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema eléctrico	65
Tabla N°27. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema eléctrico y carrocería	66
Tabla N°28. Resultado del NPR actual	67
Tabla N°29. Resultado de NPR proyectado	67
Tabla N°30. Plan de mantenimiento en base a AMEF para la flota vehicular.....	74
Tabla N°31. Repuestos requeridos para el plan de mantenimiento anual por cada unidad	78
Tabla N°32. Insumos requeridos para el plan de mantenimiento anual.....	79
Tabla N°33. Herramientas e instrumentos requeridos para ejecutar los trabajos	80
Tabla N°34. Resultados de encuesta del cumplimiento del mantenimiento programado.....	81
Tabla N°35. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de órdenes de trabajo	82
Tabla N°36. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de AMEF	83
Tabla N°37. Comparativa del sistema de gestión antes y después	85
Tabla N°38. Horas anuales requeridas para el mantenimiento	86
Tabla N°39. Horas anuales programadas según ruta	86
Tabla N°40. Número de intervenciones anual	86
Tabla N°41. Comparativa del sistema de gestión antes y después	88
Tabla N°42. Costo de insumos requeridos para el plan de mantenimiento anual.....	89
Tabla N°43. Costo de repuestos para el plan de mantenimiento anual de cada unidad.....	90
Tabla N°44. Costo total en repuestos para toda la flota vehicular.....	91
Tabla N°45. Costo de herramientas e instrumentos.....	92
Tabla N°46. Salario mensual y por hora de cada puesto de trabajo	93
Tabla N°47. Costo anual de mano de obra del personal involucrado	93
Tabla N°48. Presupuesto para la implementación del sistema de gestión.....	93
Tabla N°49. Ingreso anual en transporte de mercadería según ruta	94
Tabla N°50. Evaluación de gastos en alquiler según la disponibilidad	94

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Estructura de la PAS 55.....	17
Figura N°2. Fotografía de chasis de camión Volvo.....	26
Figura N°3. Motor Volvo versión D13.....	27
Figura N°4. Sistema de combustible del motor.....	27
Figura N°5. Sistema de admisión y escape de motor.....	28
Figura N°6. Sistema de lubricación del motor.....	28
Figura N°7. Sistema de refrigeración de un motor.....	29
Figura N°8. Fotografía de sistema de frenos de camión Volvo.....	29
Figura N°9. Tren motriz de camión.....	30
Figura N°10. Fotografía de suspensión de camión Volvo.....	30
Figura N°11. Sistema de arranque de un motor.....	31
Figura N°12. Procedimiento de ejecución del proyecto de tesis.....	37
Figura N°13. Organización general de la empresa Chimu Agropecuaria S.A.....	39
Figura N°14. Sistema de gestión de mantenimiento actual.....	43
Figura N°15. Indicadores actuales de mantenimiento.....	49
Figura N°16. Organigrama propuesto para el área de mantenimiento de flota vehicular.....	69
Figura N°17. Flujo grama de responsables y formatos en la ejecución de trabajos de mantenimiento.....	71
Figura N°18. Sistema de gestión de mantenimiento después de lo implementado.....	84
Figura N°19. Comparativa del sistema de gestión de mantenimiento antes y después.....	85
Figura N°20. Proyección de indicadores de mantenimiento.....	88
Figura N°21. Comparativa de indicadores de mantenimiento actual y proyectado.....	89

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general aumentar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A. mediante un sistema de gestión de mantenimiento empleando la metodología de análisis de modo y efecto de falla.

Se evaluó el sistema de gestión de mantenimiento actual en el área de mantenimiento vehicular sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento del análisis de modo y efecto de falla; también se evaluaron los indicadores de mantenimiento actual, obteniéndose como resultado en un 87.8% de disponibilidad, en un 69.2% de confiabilidad y en un 92% de mantenibilidad.

Se aplicó la técnica de análisis de criticidad a 30 unidades vehiculares en donde se obtuvo 10 vehículos críticos, 5 vehículos semi críticos y 15 vehículos no críticos. Luego al vehículo con mayor índice de criticidad se aplicó la metodología de análisis de modo y efecto de falla a cada componente en todos los sistemas del vehículo para obtener la causa raíz de las fallas y plantear acciones recomendadas. Luego de aplicar la metodología de análisis de modo y efecto de falla se hace uso de la información para proponer un sistema de gestión de mantenimiento basado en el círculo de calidad y plan de actividades de mantenimiento preventivo con el cual se logró mejorar los indicadores de mantenimiento en un 95.6% de disponibilidad, en un 84.6% de confiabilidad y en un 97.4% de mantenibilidad.

Luego se evaluó el presupuesto a implementar el sistema de gestión de mantenimiento, siendo para los 30 vehículos alrededor de 1,3 millones de soles al año; el ahorro en alquiler de vehículos con el aumento de la disponibilidad es alrededor de 2,7 millones de soles al año; obteniendo un ingreso neto mayor a 1,4 millones de soles al año. Con este resultado se logra la viabilidad económicamente del sistema de gestión de mantenimiento propuesto.

Palabras claves. Mantenimiento, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, análisis de criticidad y análisis de modo y efecto de falla.

ABSTRACT

The general objective of this research is to increase the availability of the vehicle fleet in the company Chimú Agropecuaria S.A. by means of a maintenance management system using the methodology of failure mode and effect analysis.

The current maintenance management system in the area of vehicle maintenance was evaluated on compliance with scheduled maintenance, fulfillment of work orders and compliance with the failure mode and effect analysis; the current maintenance indicators were also evaluated, obtaining as a result of availability with 87.8%, reliability with 69.2% and maintainability with 92%.

The criticality analysis technique was applied to 30 vehicular units where 10 critical vehicles, 5 semi-critical vehicles and 15 non-critical vehicles were obtained. Then the vehicle with the highest criticality index was applied the methodology of analysis of the mode and effect of failure to each component in all the systems of the vehicle to obtain the root cause of the failures and propose recommended actions. After applying the methodology of failure mode and effect analysis, the information is used to propose a maintenance management system based on the quality circle and preventive maintenance activity plan with which it is possible to improve the maintenance indicators of availability with 95.6%, reliability with 84.6% and maintainability with 97.4%.

Then the budget to implement the maintenance management system was evaluated, being for the 30 vehicles 1,328,866 one million three hundred and twenty eight thousand eight hundred and sixty six soles per year; the savings in rent obtained with the increase in fleet availability is 2.752655 two million seven hundred and fifty-two thousand six hundred and fifty-five soles per year; obtaining a net income of 1,423,789 one million four hundred twenty three thousand seven hundred and eighty nine soles per year; arriving at a conclusion that if the proposed maintenance management system is economically viable.

Keywords: maintenance, availability, reliability, maintainability, criticality analysis and analysis of failure mode and effect.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

El actual desarrollo a nivel mundial en el tema de mantenimiento ha obligado al hombre a crear nuevas técnicas y métodos para prolongar la vida útil de cualquier equipo y con ello conseguir un alto nivel de eficiencia de los equipos y a la misma vez reducir los costos de operación y mantenimiento. Un plan de mejora de mantenimiento únicamente no se debe centrar a mejorar la disponibilidad sino crear acciones y planes para aumentar la fiabilidad, también cabe recalcar que un mantenimiento planificado mejora la productividad hasta un 25%, reduce los costos de mantenimiento en un 30% y prolonga la vida útil de los equipos en un 50%. (Danger Gonsales & Pierre Hechevarria, 2017)

En Lima las empresas constructoras, actualmente el mantenimiento de sus equipos se ejecuta de manera correctiva, llevando un gran consumo de repuestos para atender los mantenimientos, por no haber una programación de actividades que puedan controlar las tareas de mantenimiento lo que lleva a un elevado costo por presupuesto y sobretiempo en la mano de obra. Para ello se proponente elaborar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo el cual anticipe las fallas de los equipos y de esta manera minimizar las paradas imprevistas. (Villena Andia, 2017)

En el área de mantenimiento de las empresas de transporte en Trujillo no cuentan con técnicas de análisis de modo y efecto de falla para poder analizar en donde y porque la causa de falla, el cual le ayude a programar sus actividades de mantenimiento antes que ocurra la falla. Por estas razones surge la propuesta de implementar un plan de mantenimiento preventivo que minimice al máximo el mantenimiento correctivo evitando fallas que afecten a los diferentes sistemas y reduzcan la vida útil de los componentes. (Carbajal Tacanga, 2016)

Chimú Agropecuaria S.A. es una empresa avícola enfocada a la crianza de aves para el consumo humano, fue fundada en el año 1985 con el nombre de Agropecuaria Chimú más tarde en el año 2004 fue cambiada de razón social por Chimú Agropecuaria S.A. su oficina principal está ubicada en la avenida España N° 1340 distrito de Trujillo provincia de Trujillo departamento de La Libertad, teniendo como sedes en diferentes partes del norte de nuestro

país como: Casma, Huaras, Chiclayo, Piura, Jaén y Cajamarca. Para cumplir sus objetivos en el procesamiento y en la distribución de su producto utiliza equipos industriales, maquinaria y vehículos de transporte de carga el cual requiere tener un área de soporte como mantenimiento. (Fernandez Oloya, 2018)

En el centro poblado menor de Villa Del Mar distrito de Huanchaco está ubicado la planta de mantenimiento de flota vehicular, cuenta con un promedio de 280 vehículos de diferentes marcas y modelos el cual están distribuidas por flotas. El área de mantenimiento vehicular está conformado por un jefe de mantenimiento, coordinador de mantenimiento, un supervisor de mantenimiento y 25 técnicos entre mecánicos, electricistas y soldadores. En la flota de transporte de pollo vivo que está conformado por 30 unidades de camiones de la marca Volvo, siendo la flota más importante para la empresa el cual se necesita tener 100% operativa las unidades estas realizan el transporte de rutas largas, dentro de estas unidades se ha podido identificar los siguientes problemas:

El área no cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento en el cual se establezca un orden o proceso en la ejecución de tareas de mantenimiento, de igual manera no hay un plan de mantenimiento definido que garantice el buen funcionamiento de las unidades generando paradas imprevistas por fallas trayendo consigo una baja disponibilidad y retrasando la atención a los clientes el cual se ve reflejado en pérdidas económicas para la empresa. Actualmente los trabajos de mantenimiento que se vienen ejecutando son de manera correctiva, se espera que la falla se presente o que el conductor informe si hay mal funcionamiento de ciertos elementos y esto se debe a que no hay una planificación de inspección rutinaria o mensual. También no se toman en cuenta los mantenimientos correspondientes en un determinado kilometraje o perdidos establecidos, en consecuencia se ve reflejado en el desgaste prematuro de los componentes y deterioro de los diferentes sistemas de los vehículos.

Todos estos problemas son frecuentes en el área, es por estas razones y debido a que la empresa no tiene enfoque de sistema de gestión de mantenimiento adecuado, nace la propuesta a implantar un sistema de gestión de mantenimiento, para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A. de tal forma que pueda disminuir al máximo el mantenimiento correctivo, evitando fallas que puedan ocasionar accidentes o pérdida de vida útil de los componentes de los diferentes sistemas de los vehículos.

1.2 Trabajos previos

Hamid, (2016), en su investigación, propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular Megalog, el cual tiene como objetivo de asegurar la disponibilidad de los equipos para su utilización de movilización, cumpliendo de una manera eficiente para la satisfacción de los clientes. Este trabajo fue realizado en Megalog empresa Española cuyo rubro es el transporte, en su momento operaba con un plan de mantenimiento deficiente el tipo de mantenimiento que se aplica en ese entonces era de manera correctiva el cual consiste intervenir cuando se presenta la falla o el equipo deja de funcionar. En este estudio se ha llegado a determinar que el inventario actualizado de las unidades constituye como base fundamental para la implementación de un plan de mantenimiento ya que por medio de este documento se obtiene características técnicas de las unidades, también las fichas de inspecciones rutinarias conducen a la inspección rápida de los diferentes componentes y sistemas el cual ayudara a identificar el inicio de la falla anticipándose a que se conviertan en falas de mayor gravedad así como también permite llevar un control diario de los km y las horas de operación, el programa de mantenimiento es una herramienta clave en el cual se debe realizar el procedimiento y recomendaciones descritas para cada unidad con el fin de aprovechar al máximo su vida útil, con el presupuesto anual la empresa podrá establecer cuanto gastara en mantenimiento para cada unidad en el siguiente año.

Ruiz, (2016), la tesis de estudio en un programa de mantenimiento vehicular de flota ligera de la empresa Rio Tinto Minera Perú LTDA. S.A.C. cuyo objetivo es aumentar la disponibilidad mediante un diseño de un programa de mantenimiento. El siguiente estudio de realizo en Piura en la empresa Rio Tinto cuya empresa tiene establecido el estándar corporativo c3 el cual indica los lineamientos que deben cumplir sus vehículos, en sus momentos la empresa tenía una serie de falencias por no existir un sistema de gestión de mantenimiento, registro histórico de las unidades, también no existía personal idóneo quien supervise y garantice la calidad de trabajos de mantenimiento de igual manera no había registro de consumo de combustible y supervisión para el seguimiento sobre el rendimiento de neumáticos. Luego de la investigación se llegó a elevar la disponibilidad de la flota en un 95% y reducir los costos de mantenimiento en un 22%, también se logró tener cero auxilios mecánicos en ruta y se logró aumentar a vida útil de los diferentes componentes y sistemas de los vehículos.

Valdiviezo, (2017), su estudio consistió en incrementar la disponibilidad de la flota vehicular mediante la implementación de un programa de mantenimiento en la empresa Valdivieso S.R.L. dedicada a prestar servicios de transporte. Al emplear la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) el cual contempla no solo el estudio del equipo como tal, sino también de los subsistemas de los vehículos. En el transcurso de su estudio comenzó con un diagnóstico de los problemas que ocasionan las paradas imprevistas y generan un alto costo de mantenimiento empleando el análisis de modo y efecto de falla (AMEF) cuya finalidad fue de optimizar la flota de mantenimiento para así poder mejorar la disponibilidad para el cumplimiento de sus labores de transporte, al aplicar esta propuesta se obtendría un ahorro en el mantenimiento el cual se verá plasmado en forma progresiva a lo largo de los años logro establecer los indicadores para asegurar una gestión de mantenimiento y asegura la disponibilidad de la flota vehicular, también se estableció estrategias de mejora en el área de mantenimiento.

Vásquez, (2016), sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada en la empresa Representaciones Y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo, la presente tesis está basada en mejorar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa basándose en un sistema de gestión de mantenimiento a través de la metodología de análisis de modo y efecto de falla (AMEF) y número de prioridad de riesgo (NPR) este estudio evaluó 14 máquinas de diferente modelo y marca los cuales en el periodo 2015 presentaron un total de 1768 horas de reparación, el cual origino una pérdida económica de 298400 soles. Se realizó una evaluación a toda la maquinaria en el periodo 2015 encontrando 299 intervenciones con el tiempo promedio para reparar de 5.91 horas de reparación / intervención y un tiempo promedio entre fallas de 40.18 horas útiles / intervención; encontrando los indicadores de mantenimiento actuales con una disponibilidad de 87.17% confiabilidad 78.33% y mantenibilidad de 12.94%. Luego se realizó un análisis de criticidad a toda la maquinaria basado en los siguientes criterios: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, seguridad ambiental y humana. Luego del análisis de criticidad se obtuvo como resultado 8 máquinas críticas luego se elaboró un plan de mantenimiento basado en el riesgo en hojas de información y hojas de decisiones, estimando en condiciones de mejora los indicadores de mantenimiento proyectados como la disponibilidad de 92.23%, confiabilidad de 87.05% y mantenibilidad de 12.83%.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Mantenimiento

Es el conjunto de actividades técnicas y administrativas, para conservar a un equipo en óptimas condiciones y que opere con mayor eficiencia, seguridad y economía. En la actualidad el mantenimiento está orientado a lograr que los equipos operen en buenas condiciones asegurando su eficiencia y su buen funcionamiento para lograr niveles de servicio en menor costo de operación y mantenimiento. (Valdiviezo Becerra, 2017)

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo. También denominado mantenimiento reactivo, son actividades no programadas este mantenimiento consiste en reparar o dar soluciones a las fallas imprevistas por lo general este tipo de averías son comunicadas por el operador, su función es poner operativo a un equipo después de una parada imprevista por falla, generalmente produce altos costos de mantenimiento. (Sexto, 2017)

Mantenimiento preventivo. Consiste en ejecutar un grupo de actividades planificadas periódicamente con el fin de garantizar que los equipos cumplan con sus funciones dentro de su ciclo de vida útil, este tipo de mantenimiento suele tener carácter sistemático o sea se interviene así el equipo no presente falla. (Sexto, 2017)

Mantenimiento predictivo. Es un mantenimiento planificado y programado, este tipo de mantenimiento se basa en el análisis técnico, inspecciones y monitoreo de los equipos, es un mantenimiento que mediante el diagnóstico medición o verificación detalla fallas potenciales en funcionamiento de los sistemas de los equipos. (Sexto, 2017)

Mantenimiento proactivo. Este mantenimiento engloba las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo el cual tienen el objetivo de lograr que los equipos cumplan con sus funciones requeridas, disminuyendo las actividades de mantenimiento correctivo y alargando la vida útil para obtener mejor operación el cual va a aumentar la eficiencia y disminuir los costos de mantenimiento. (Sexto, 2017)

Sistemas de gestión de mantenimiento

Como sistema de gestión de mantenimiento controlan las prácticas requeridas para cumplir con los planes organizacionales, normalmente se basan en un círculo de la calidad como: planificar, hacer, verificar y actuar. BSI PAS 55:2008 establece la manera de llevar a terreno de manera auditable los objetivos de la gerencia, convirtiéndolo en políticas, estrategias objetivos y finalmente planes con acciones específicas. El sistema de gestión de mantenimiento es un mecanismo muy valioso para asegurar que los principios de planificación total de ciclo de vida gestión de riesgo, costos beneficios, enfoque al cliente sustentabilidad sean implementado dentro del trabajo diario. También el sistema de gestión de mantenimiento es un libro sagrado a la cual debemos recurrir para asegurarnos de que estamos haciendo de manera adecuada las actividades de mantenimiento. (Duran, 2010)

Estructura de la PAS 55. Posee la estructura de cualquier norma ISO basada en los círculos de mejora continua en planificar, hacer, verificar y actuar.

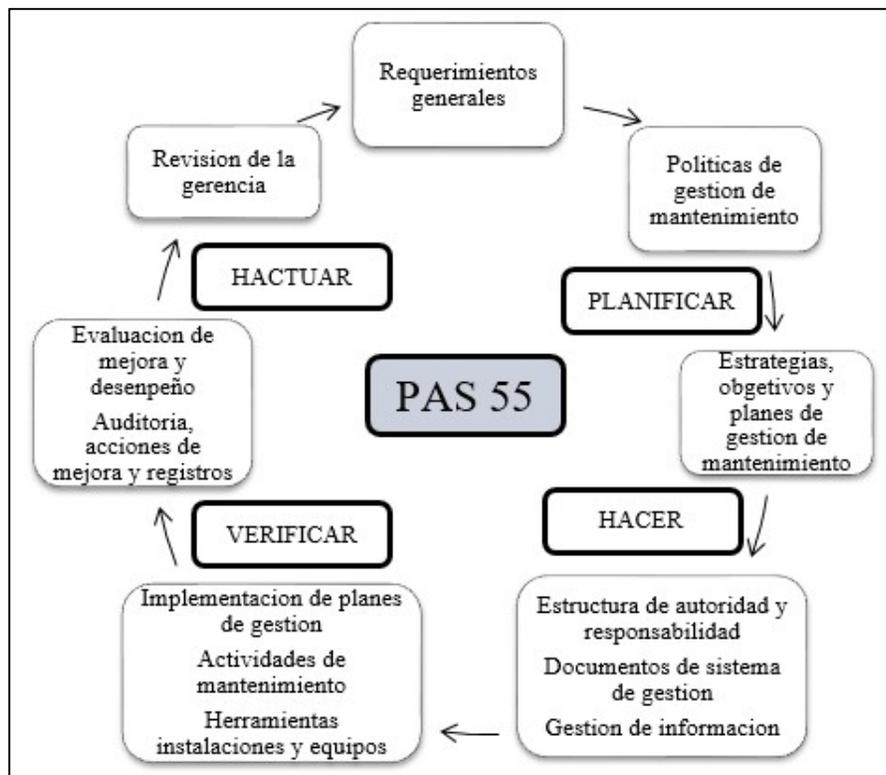


Figura N°1. Estructura de la PAS 55.

Fuente: (Duran, 2010)

Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas programadas, agrupadas o siguiendo algún tipo de criterio, un plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades tales como: Actividades rutinarias que se asignan al personal de operación, las actividades programadas que se asignan a lo largo del año al personal técnico y las actividad que se realizan durante las paradas de planta programadas. Al determinar cada tarea deben además definirse otras informaciones como: (IRIM, 2018)

La frecuencia es el parámetro en el cual se va a ejecutar el mantenimiento y esto puede ser por horas o kilometrajes; la duración es el tiempo establecido el cual va a tomar en la ejecución de una tarea de mantenimiento determinada; maquina parada o en marcha para ejecutar algunas tareas de mantenimiento pueden ser conveniente que el equipo o sistema este apagado o en marcha como la toma de mediciones de temperatura, presión, vibración; especialidad también es muy importante establecer a que especialidad corresponde cada tarea de mantenimiento esto puede ser: mecánica eléctrica o soldadura. (IRIM, 2018)

Técnicas para elaborar un plan de mantenimiento

La elaboración de un plan de mantenimiento se puede realizar de las siguientes formas: basado en la recopilación de instrucción de los fabricantes, basado en protocolos de mantenimiento, agrupados los equipos por tipos y basado en el análisis de fallas este método es el más eficaz y completo de realizar un plan de mantenimiento.

Los procedimientos que se deben de tener en cuenta para realizar un plan de mantenimiento es realizar un plan de mantenimiento inicial básico basado en el manual del fabricante y luego basado en el análisis de falla de cada uno de los sistemas que componen el equipo esto permitirá proponer mejoras el cual evitara fallas. (IRIM, 2018)

Indicadores de mantenimiento (RCM)

Disponibilidad. Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado óptimo para realizar su función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de

tiempo o durante un intervalo de tiempo, este indicador está en función de las horas empleadas en reparación. (Granjales Mesa , Sanchez Ortiz, & Pinzon, 2006)

$$D = \frac{TMEF}{TMEF+TMER} * 100 \dots\dots\dots (1.1)$$

D (t): Disponibilidad (%)

TMEF: Tiempo medio entre fallas (horas)

TMER: Tempo medio entre reparaciones (horas)

Tiempo medio entre fallas (TMEF). Es el tiempo promedio que se transcurre entre una falla y la siguiente falla. Si aumenta el tiempo de promedio de falla será más confiable el equipo.

$$TMEF = \frac{T. PROGRAMADO - TIEM PARA REPARAR}{N^{\circ} DE INTERVENCIONES} \dots\dots\dots (1.2)$$

Tiempo medio para reparar (TMPR). Es el tipo promedio tomado para reparar las diferentes fallas.

$$TMPR = \frac{TIEMPO TOTAL PARA REPARAR}{N^{\circ} DE INTERVENCIONES} \dots\dots\dots (1.3)$$

Confiabilidad. La confiabilidad puede ser definida como la confianza que se tiene que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica durante un periodo de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación, este indicador esra relacionado con la eficiencia de un equipo. (MTBF) o TMEF tiempo medio entre fallas. (Granjales Mesa , Sanchez Ortiz, & Pinzon, 2006)

$$C = (e^{-\frac{\lambda * t}{100}}) * 100 \dots\dots\dots (1.4)$$

C (t): Confiabilidad %

T: Tiempo total de estudio (horas)

λ: Tasa de fallas (número de fallas con relación con relación al tiempo promedio entre fallas del equipo) fallas / horas.

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} \dots\dots\dots (1.5)$$

Mantenibilidad. Puede ser definida como la característica de una instalación de permitir un mayor o menor grado de facilidad en la ejecución de los servicios de mantenimiento. De forma más simple es la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo y ser colocada condiciones de operación dentro de un determinado tiempo establecido. MTTR o TMPR tiempo medio para reparar. (Granjales Mesa , Sanchez Ortiz, & Pinzon, 2006)

$$M = (1 - e^{-\frac{\mu * t}{100}}) * 100 \dots\dots\dots (1.6)$$

M (t): Mantenibilidad %

T: Tiempo total de estudio.

μ : Tasa de reparaciones (número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación de equipo) reparaciones / horas.

$$\mu = \frac{1}{TMPR} \dots\dots\dots (1.7)$$

Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es una metodología que permite definir la jerarquía o superioridad de un proceso, sistema, equipo y según los parámetros de valor conocido como criticidad que es proporcional al riesgo generando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas. Para determinar de una unidad o de un equipo, se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla; en un eje presenta la frecuencia de las fallas y en el otro los impactos y las consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si ocurre una falla. La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el valor de la criticidad de la instalación. La criticidad se denomina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, definiendo rangos de valores para homologar los criterios de evaluación. . (Florida, 2018)

Criticidad = Frecuencia * Consecuencia..... (1.8)

Matriz de criticidad

La matriz de criticidad es para determinar el grado de criticidad de un equipo según el criterio de frecuencia de falla y consecuencia de falla de los cuales se obtiene los siguientes resultados como:

SC: Seme critico

C: Critico.

NO: No crítico.

Tabla N° 1. Matriz de criticidad

4	SC	C	C	C	C
3	SC	SC	C	C	C
2	NC	NC	SC	C	C
1	NC	NC	NC	SC	C
	10	20	30	40	50

Fuente: (Florida, 2018)

Frecuencia de falla

Para determinar la frecuencia de fallas se tiene en cuenta el número de fallas que presento el equipo durante un periodo como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N°2. Criterios para seleccionar la frecuencia de falla (Ff)

Frecuencia de falla (Ff)	Puntaje
Mayor a 40 fallas / año.	4
30 – 40 fallas / año.	3
25 - 30 fallas / año.	2
Menor a 25 fallas / año.	1

Fuente: (Florida, 2018)

Consecuencia de falla

Para determinar la consecuencia de fallas se tiene en cuenta los siguientes criterios:

TAC: Trafico anual de carga.

NVA: Número de viajes anual.

TMPR: Tiempo promedio para reparar.

IO: Impacto operacional.

$$\text{Consecuencia} = \text{I.O} * \text{F.O} * \text{CM} * \text{SAH} \dots \dots \dots (1.9)$$

Tabla N°3. Criterios para seleccionar la consecuencia de falla (Cf)

Trafico anual de carga (TAC)	Puntaje
Menor a 5800 toneladas/año	4
Entre 5800-6500 toneladas/año	3
Entre 6500-6800 toneladas/año	2
Mayor a 6800 toneladas/año	1
Número de viajes anual (NVA)	Puntaje
Menor a 300 viajes/año	4
Entre 300-330 viajes/año	3
Entre 330-340 viajes/año	2
Mayor a 340 viajes/año	1
Tiempo promedio para reparar (TMPR)	Puntaje
Más de 25 horas	4
Entre 25-20 horas	3
Entre 20-15 horas	2
Menos de 15 horas	1
Impacto operacional (IO)	Puntaje
Parada inmediata de toda empresa.	8
Parada de una línea de producen de la empresa.	6
Impacto aniveles de producción de calidad.	4
Repercute a costos operacionales adicionales (indisponibilidad).	2
No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones.	1

Fuente: (Florida, 2018)

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

Es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado los posibles modos de falla en un equipo para establecer los controles que eviten dichas fallas. Algunos objetivos del AMEF es identificar los modos de fallas potenciales y calificar la severidad de su efecto, evaluar la ocurrencias y causa de las fallas para detecta donde ocurre, clasificar el orden de diferencias de proceso y producto, está enfocado hacia la prevención y eliminación de problemas causantes de fallas. (Hidalgo Mascorro, 2005)

Procedimiento en la elaboración de un AMEF

Determinar el proceso o producto a analizar. En los cuales encontramos un AMEF de diseño analiza los componentes de diseño y AMEF de proceso. (Hidalgo Mascorro, 2005)

Establecer los modos potenciales de falla. Es la manera en que podría presentarse la falla o defecto ejemplos roto, flojo, fracturado, deformado, agrietado, mal ensamblado, fugas y mal dimensionado. (Hidalgo Mascorro, 2005)

Determinar el efecto de la falla. Cuando el modo de falla no se corrige los efectos pueden ser deterioro prematuro, ruidoso, operación errática, claridad insuficiente, paros de línea. (Hidalgo Mascorro, 2005)

Determinar la causa de la falla. Las causas de falla son como ambiente en donde trabaja el equipo, vibración, aspecto térmico, rendimiento, fatiga corrosión y desgaste. (Hidalgo Mascorro, 2005)

Describe las condiciones actuales. Anotar los controles actuales que están dirigidos a prevenir o detectar la causa de la falla.

Grado de severidad. Para determinar el grado de severidad se toma en cuenta los siguientes criterios presentado en la siguiente tabla.

Tabla N°4. Determinar el grado de severidad

Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto.
Muy poco	2	Poco efecto en el desempeño del sistema.
Poco	3	Poco efecto en el desempeño del sistema.
Menor	4	Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo.
Mayor	7	Artículo inoperable, pero a salvo.
Extremo	8	El desempeño del artículo se ve seriamente afectado. Pero es funcional y está a salvo.
Serio	9	Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla.
Peligro	10	Seguridad relacionada – falla repentina.

Fuente: (Hidalgo Mascorro, 2005)

Grado de ocurrencia. Para determinar el grado de ocurrencia se toma en cuenta los siguientes criterios presentado en la siguiente tabla.

Tabla N°5. Determinar el grado de ocurrencia

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de falla
Remota	1	Falla improbable. No existe fallas	<1 en 1,500,000
Muy poca	2	Solo fallas aisladas asociadas con este proceso.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas a este proceso similar a lo anterior.	1 en 30,000
Moderada	4	En este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales.	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy alta	9	La falla es casi inevitable.	1 en 6
	10		>1 en 3

Fuente: (Hidalgo Mascorro, 2005)

Grado de detección. Para determinar el grado de detección se toma en cuenta los siguientes criterios presentado en la siguiente tabla.

Tabla N°6. Determinar el grado de detección

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de falla
Alta	1	El defecto es una característica funcional obvia.	99.99%
Mediamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla el defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente.	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Fuente: (Hidalgo Mascorro, 2005)

Calculo el número de prioridad de riesgo (NPR). El número de prioridad de riesgo se calcula de la siguiente manera:

$$\text{NPR} = \text{Grado de ocurrencia} * \text{Severidad} * \text{Detección} \dots\dots\dots (1.10)$$

Luego se clasifica las fallas de acuerdo al resultado del número de prioridad de riesgo como:

Falla inaceptable = 200 a mas

Falla deseable = entre 100-200

Falla aceptable = entre 1-100

Acciones recomendadas. Eliminar o disminuir la ocurrencia de la causa del modo de falla, reducir la severidad de modo de falla e incrementar la probabilidad de detección de falla. . (Hidalgo Mascorro, 2005)

Costos de mantenimiento

Es el precio pagado por el concepto de acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico. Para tomar decisiones basados en la estructura de costos, también se debe tener presente que para un administrador una de sus principales tareas será minimizar los costos, entonces es importante conocer sus componentes:

Costos directos. Este costo tiene relación directa con las operaciones de mantenimiento como administrativo, mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital

Costos indirectos. Son aquellas que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico por lo general suele ser la supervisión, almacén, instalaciones, servicio del taller, accesorios diversas administraciones.

Costos por pérdidas. Este tipo de costo es causado por fallas de los equipos, disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad del producto al mal funcionamiento de los equipos. (Zuluaga Henao, 2011)

Lucro cesante

El lucro cesante es la ganancia que ha dejado de obtener el acreedor como consecuencia del hecho del que sea responsable. El concepto de lucro cesante se refiere a una lesión patrimonial consistente en la pérdida de un incremento patrimonial neto que se haya dejado de obtener. (Dias Robles, 2016)

Gestión de activos

Conjunto de actividades y practicas coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera óptima y sustentable sus activos. (Duran, 2010)

Sistema de gestión

La política, estrategia, objetivos, planes y las actividades, procesos y estructura organizacional requeridos para el desarrollo, implementación y mejoramiento continuo de la gestión. (Duran, 2010)

Sistema de información de gestión

Sistema normalmente computarizado con el cual la organización maneja la información de sus activos. . (Duran, 2010)

Descripción de los sistemas y componentes de los vehículos

Chasis o bastidor y carrocería. Es la estructura sobre el cual se montan todos los componentes del vehículo, incluyendo la carrocería y el motor. Para el transporte de gran tonelaje, el chasis debe poder adaptarse con facilidad a los diferentes esfuerzos que se le presenta, debe tener resistencia para maximizar la carga útil, y a la vez debe ser suficientemente liviano para economizar combustible. (Volvo, 2012)



Figura N°2. Fotografía de chasis de camión Volvo

Fuente: Taller de mantenimiento vehicular de Chimu Agropecuaria S.A.

Motor diésel y elementos que lo conforman. El motor es una maquina térmica que transforma la energía química del combustible en trabajo de modo continuo. El motor está conformado por tres partes principales y en cada uno de estas partes está conformado por diferentes componentes tales como: Culata, Válvulas, Bloque de motor, Carter de aceite, Árbol de levas, Pistón, Biela, Cigüeñal, Engranajes de distribución. (Volvo, 2012)

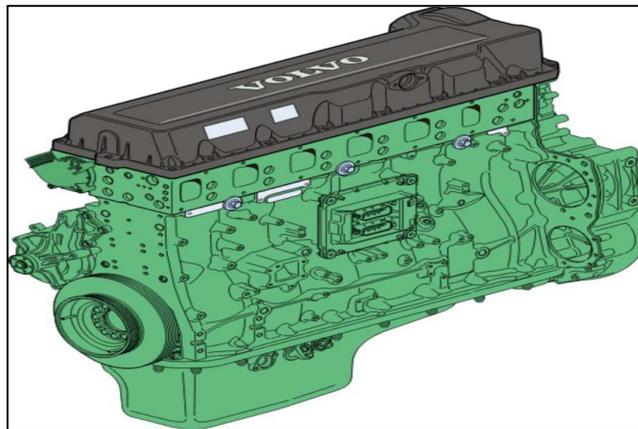


Figura N°3. Motor Volvo versión D13

Fuente: (Volvo, 2012)

Sistema de inyección de combustible. El sistema de inyección de combustible es el encargado de hacer llegar el combustible a la cámara de combustión desde el tanque de combustible por las tuberías, filtros y luego a los inyectores para ser pulverizados con una determinada presión y temperatura. (Volvo, 2012)

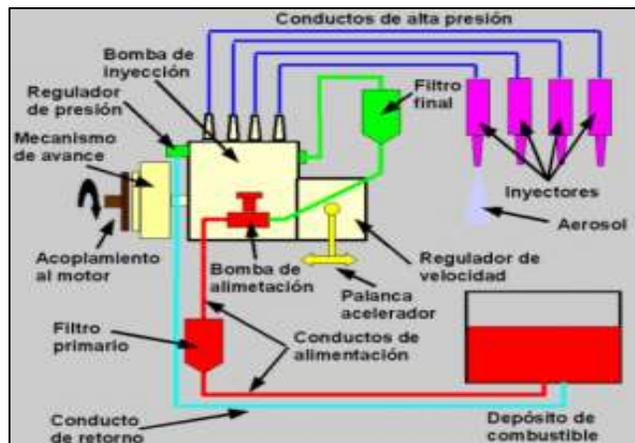


Figura N°4. Sistema de combustible del motor

Fuente: (Volvo, 2012)

Sistema de admisión y escape. El sistema de admisión tiene como función de alimentar al motor con aire, pasando por filtros purificadores de aire y luego ingresar a la cámara de combustión y por medio de los conductos de escape se efectúa la salida de los gases producto de la combustión. (Volvo, 2012)

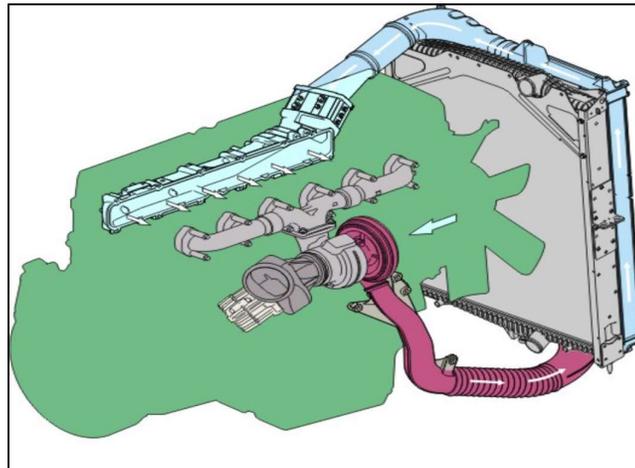


Figura N°5. Sistema de admisión y escape de motor

Fuente: (Volvo, 2012)

Sistema de lubricación del motor. El sistema de lubricación tiene por función de mantener lubricado a una presión constante en todos los puntos móviles del motor. El aceite depositado en el Carter es succionado por una bomba de aceite, luego pasa por una válvula de alivio, filtros, pistones y luego a la parte superior como culata, válvulas, guías de válvulas, balancines y árbol de levas. (Volvo, 2012)

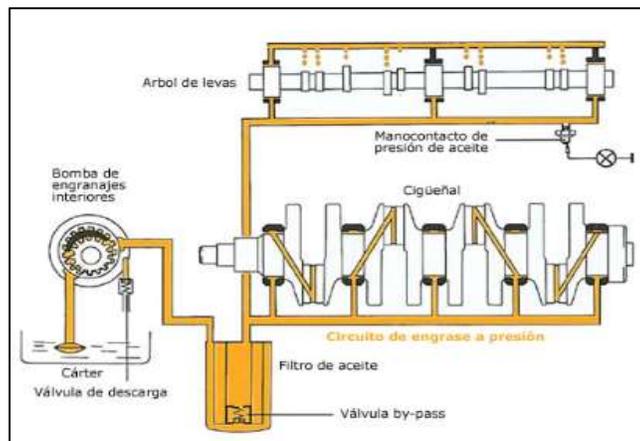


Figura N°6. Sistema de lubricación del motor

Fuente: (Volvo, 2012)

Sistema de refrigeración del motor. El sistema de refrigeración cumple la función de regular la temperatura del motor por medio del líquido refrigerante, en un rango de 70 a 95 grados centígrados de acuerdo al diseño del fabricante, dentro el sistema de refrigeración encontramos una serie de componentes algunos mencionados en la figura 1.7. (Volvo, 2012)

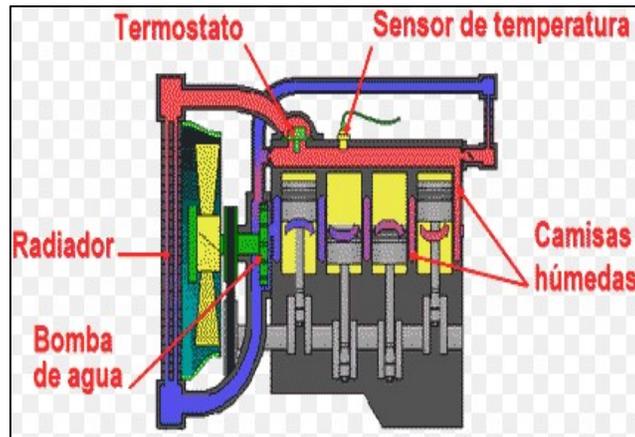


Figura N°7. Sistema de refrigeración de un motor

Fuente: (Volvo, 2012)

Sistema de frenos. Los frenos en un vehículo tienen como misión detener o reducir la velocidad a un vehículo en marcha, cuya decisión depende del conductor. Sin duda los frenos de un vehículo es la parte más importante para la seguridad vial del automóvil. Los frenos pueden ser de zapatas o pastillas, también existen frenos auxiliares como el freno de motor, el retardador y la telma. (Volvo, 2012)



Figura N°8. Fotografía de sistema de frenos de camión Volvo

Fuente: Taller de mantenimiento vehicular de Chimú Agropecuaria S.A.

Sistema de transmisión o tren motriz. El sistema de transmisión o también llamado tren motriz es el encargado de transmitir el movimiento desde el motor hasta las ruedas. Está conformado por el motor, embrague, caja de cambios, árbol de transmisión, diferenciales y ejes auxiliares (Osegueda, 2016)

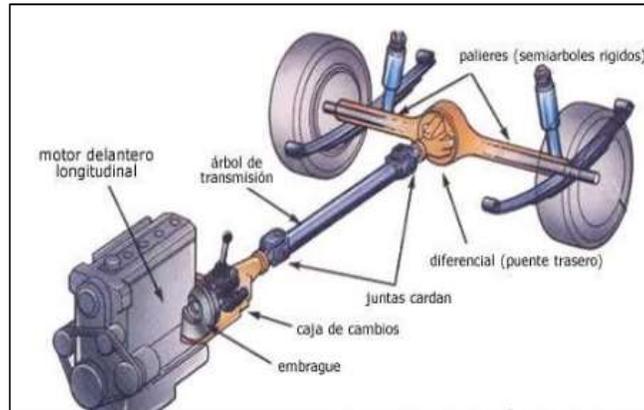


Figura N°9. Tren motriz de camión

Fuente: (Osegueda, 2016)

Sistema de suspensión y amortiguación. Son elementos que se encuentran entre el chasis y ejes, su función es disminuir las oscilaciones producidas por los desniveles de la pista en donde está transitando un vehículo. Según el tipo de suspensiones pueden ser: Suspensión con ballestas, suspensión neumática, suspensión mixta. Las ruedas (rodamientos) son cojinetes en donde se apoyan las ruedas para poder girar libremente, estos cojinetes pueden ser cónicos, cilíndricos o de bolas. (Lema, 2013)



Figura N°10. Fotografía de suspensión de camión Volvo

Fuente: Taller de mantenimiento vehicular de Chimu Agropecuaria S.A.

Sistema eléctrico

Es el encargado de repartir alimentación de energía eléctrica tomando como fuente a la batería hacia todo el vehículo, sin ello no podría arrancar o encender las luces. En el sistema eléctrico encontramos los siguientes componentes como baterías, alternador, motor de arranque, luces en general, sensores, módulos, conectores, chapa de contacto, interruptores y tablero en general. (Volvo, 2012)

Baterías. Es un acumulador eléctrico, dispositivo el cual está conformado por una o más celdas electroquímicas que puede convertir la energía química almacenada en corriente eléctrica. Se puede decir que es el componente del sistema eléctrico más importante ya que de este depende el funcionamiento de los demás componentes. (Volvo, 2012)

Motor de arranque. Este componente es alimentado directamente por la batería y sirve para dar el primer giro a un motor de combustión para realizar el arranque generalmente funciona con 12 o 24 voltios. (Volvo, 2012)

Alternador. Es el encargado de cargar la batería cada vez que le falte carga y es controlado por medio de un regulador de voltaje, el alternador genera corriente alterna luego pasa por un rectificador de diodos y es convertida da en corriente directa. (Volvo, 2012)

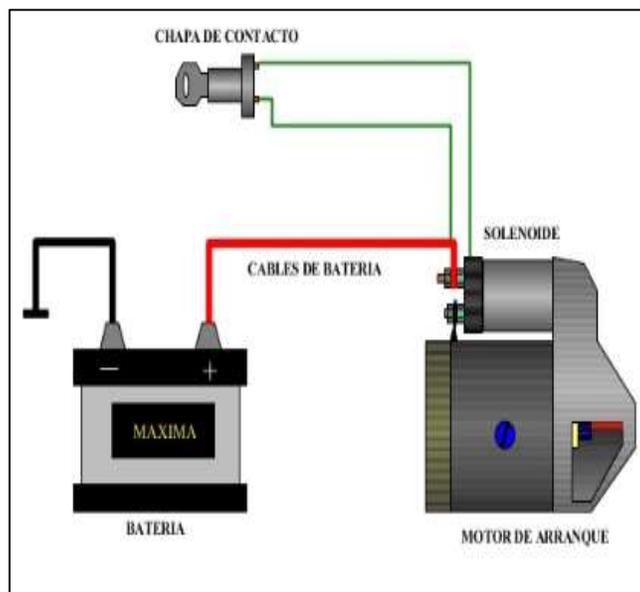


Figura N°11. Sistema de arranque de un motor

Fuente: (Volvo, 2012)

1.4 Formulación del problema

¿En qué medida la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla contribuirá en mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.?

1.5 Justificación del estudio

Justificación tecnológica. Para la aplicación de un plan de mantenimiento se emplean una serie de estrategias, como herramientas de gestión, de esta forma se logrará disminuir las paradas imprevistas por fallas y el empleo correcto de los recursos utilizados en el mantenimiento.

Justificación social. Se mejorará la atención de los clientes de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. entregando los productos a tiempo, generando confianza entre proveedor y cliente.

Justificación económica. La propuesta del plan de mantenimiento va necesitar una inversión económica inicial, pero debemos resaltar que dicha inversión será retribuida con la reducción del costo de mantenimiento correctivo, costo de mano de obra por fallas imprevistas y el costo en la compra de componentes, de la misma manera también habrá un ahorro en el transporte con el incremento de la disponibilidad.

Justificación ambiental. Un buen plan de mantenimiento mantiene todos los sistemas en óptimas condiciones de los vehículos, contribuyendo con el cuidado del medio ambiente ya que se reduce las emisiones de CO₂, así como también evitando fugas de aceites, combustibles y grasas.

1.6 Hipótesis

“El sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla, permitirá mejorar a más de un 90%, la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

1.7 Objetivos.

General

Proponer un sistema de gestión de Mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Específicos

- Determinar el sistema actual de mantenimiento y disponibilidad de flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A. para determinar su estado y eficiencia.
- Realizar un análisis de criticidad a la flota vehicular de la empresa para determinar unidades críticas, no críticas y semi críticas.
- Aplicar la técnica de análisis de modo y efecto de falla a las unidades críticas, para para diagnosticar el modo, causa y efecto que originan la falla.
- Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento estableciendo: políticas, estrategias, objetivos y preparar un programa de actividades en base a análisis de modo y efecto de falla, determinando intervalos de tiempo y formatos de control administrativa.
- Determinar la disponibilidad proyectada de la flota vehicular con la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla.
- Determinar el presupuesto de la propuesta y viabilidad económica del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable independiente: Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla.</p>	<p>Es una metodología de trabajo que asegura que se ejecuten las acciones correctas de mantenimiento y elimina aquellas tareas que no contribuyen en la disminución de frecuencias de fallas.</p>	<p>Es una filosofía de trabajo plasmada como sistema para dar como resultado una lista de acciones de mantenimiento, programas de mantenimiento y responsabilidades.</p>	<p>Cumplimiento de mantenimientos programados.</p> <p>Cumplimiento de órdenes de trabajo.</p> <p>Cumplimiento en la aplicación de AMEF.</p>	razón
<p>Variable dependiente: Disponibilidad</p>	<p>Es la probabilidad de que un activo esté disponible para entrar en servicio en un lapso de tiempo.</p>	<p>Se trata de dividir el tiempo neto de operación entre tiempo programado de operación.</p>	$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPB} \right) * 100\%$	%

2.3 Población y muestra

Población

En la presente investigación se tiene como población 30 unidades vehiculares de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Muestra

En este caso los vehículos son idénticos y a la vez hacen las mismas actividades. Por lo tanto como muestra será los 30 vehículos de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Muestreo

Intencional – no probabilístico

Población y muestra = 30 unidades vehiculares.

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

En el siguiente cuadro se presenta los instrumentos a utilizar en la presente investigación de tal manera que el instrumento debe ser validado por un especialista.

TECNICA	INSTRUMENTO	OBGETO	OBGETIVO
Observación	Hoja de observación	Área de mantenimiento de Chimú Agropecuaria S.A.	Conocer el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente en Chimú Agropecuaria S.A.
Encuesta	Hoja de encuesta	Personal del área de mantenimiento de Chimú Agropecuaria S.A.	Conocer el sistema de mantenimiento actual de Chimú Agropecuaria S.A.
Registro de datos	Hoja Excel	Flota vehicular	Historial de fallas de los vehículos tiempo reparaciones y número de intervenciones

2.5 Métodos de análisis de datos

Se realizará análisis descriptivo, deductivo y analítico del sistema de mantenimiento actual en la empresa chimú agropecuaria para determinar la problemática actual y poder diseñar el modelo de gestión de mantenimiento en base a análisis de modo y efecto de falla.

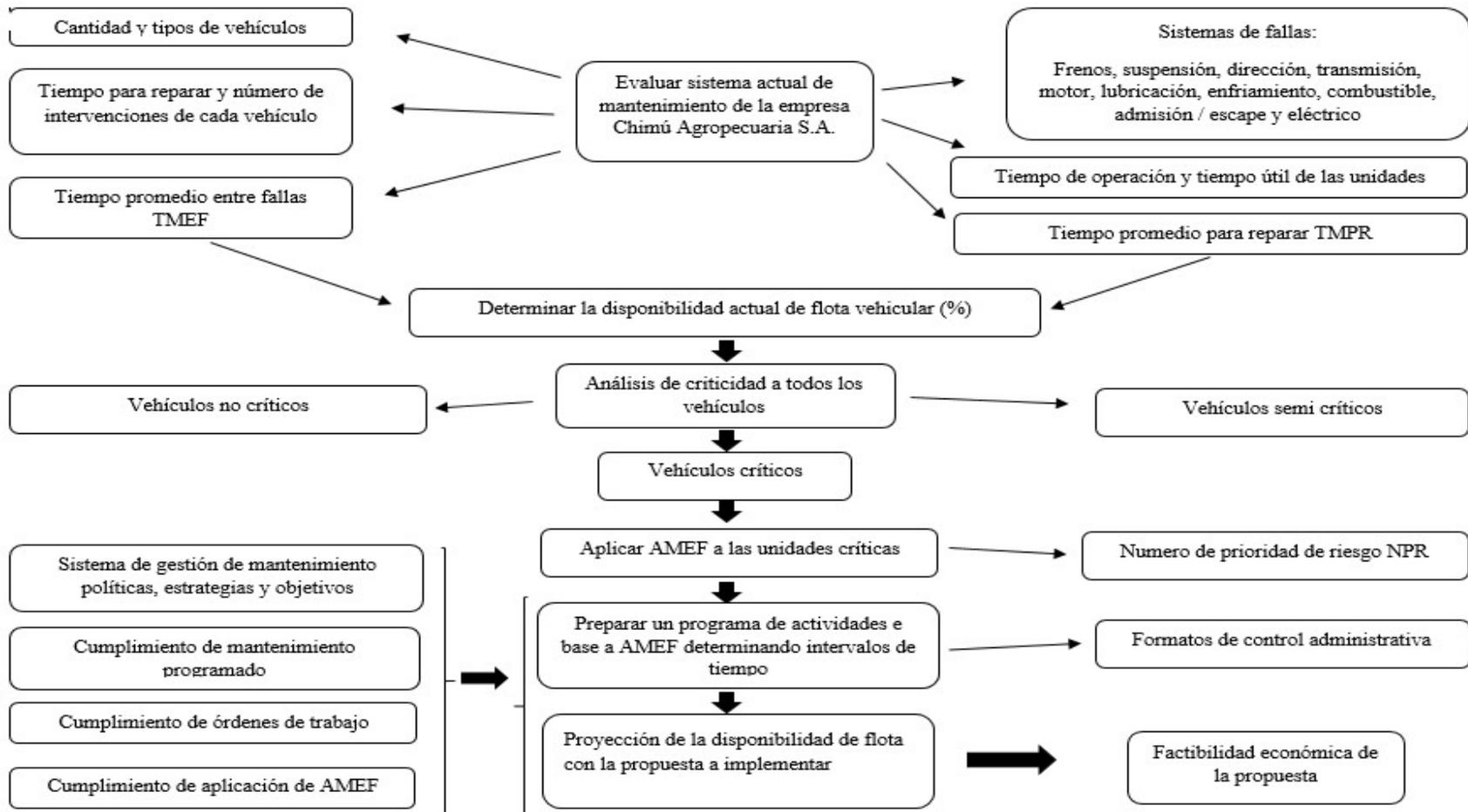


Figura N°12. Procedimiento de ejecución del proyecto de tesis

2.6 Aspectos éticos

En la presente investigación, se respetó la propiedad intelectual la veracidad del proyecto de investigación, lo cual garantizo el 100% de la información contenida en la presente investigación es propio.

III. RESULTADOS

3.1 Evaluación de la situación actual de Chimú Agropecuaria S.A.

3.1.1 Descripción general de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Chimú Agropecuaria S.A. es una empresa avícola enfocada a la crianza de aves para el consumo humano, fue fundada en el año 1985 con el nombre de Agropecuaria Chimú más tarde en el año 2004 fue cambiada de razón social por Chimú Agropecuaria S.A. su oficina principal está ubicada en la avenida España N° 1340 distrito de Trujillo provincia de Trujillo departamento de La Libertad, teniendo como sedes en diferentes partes del norte de nuestro país como: Casma, Huaras, Chiclayo, Piura, Jaén y Cajamarca. (Fernandez Oloya, 2018)

Visión

Ser reconocidos como un grupo empresarial, llegar a ser el mejor aliado estratégico del negocio para nuestros clientes y usuarios; ser la empresa líder en el mercado por nuestra innovación, soluciones, productos y servicios; ser reconocida por la calidad humana y profesional de nuestros colaboradores.

Misión

El propósito de chimú agropecuaria s.a. se manifiesta en satisfacer al consumidor, brindándoles productos de la mejor calidad, controlando minuciosamente cada detalle de nuestros procesos.

Razón social. Chimú Agropecuaria S.A.

Ruc. 20132373958

Página Web. <http://www.chimuagropecuaria.com.pe>

Principales clientes. Roky's, Norky's, Pardo's, Chic Ken, KfcChicken, KingChifas, Tottus.

Organización de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Se presenta la organización de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. el cual está constituida por un gerente general y cinco gerentes de cada área dentro ello el gerente de operaciones en la parte inferior se puede visualizar el área de mantenimiento vehicular.

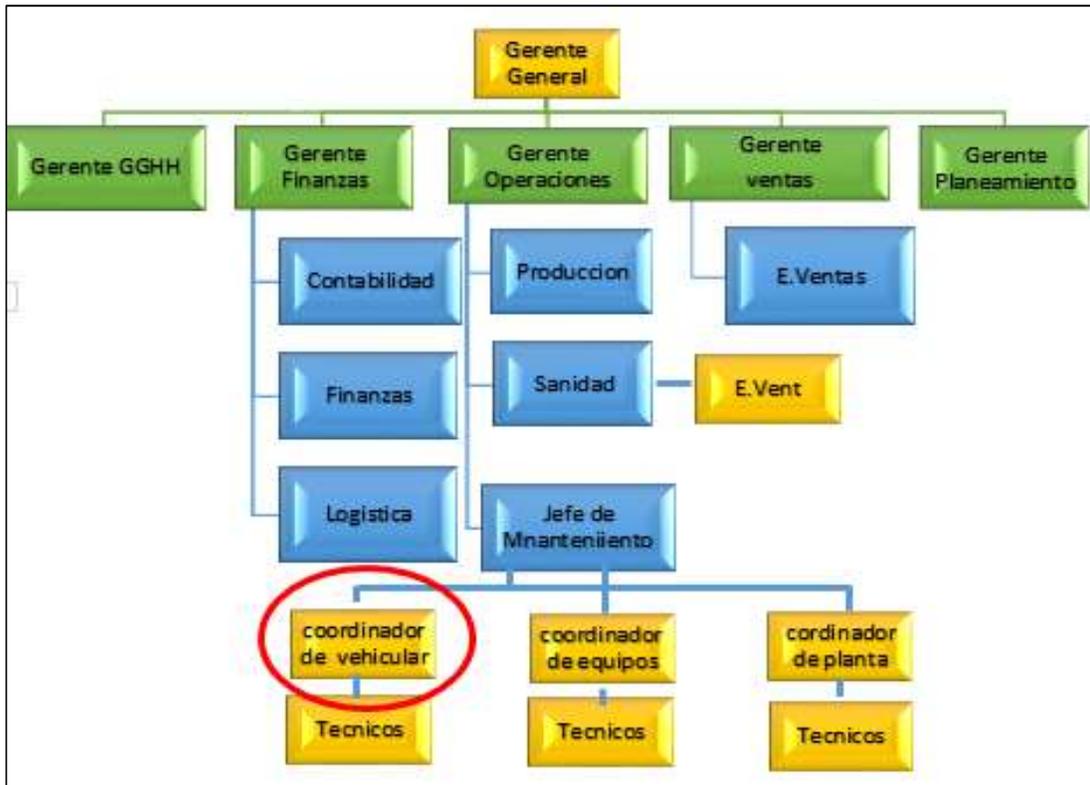


Figura N°13. Organización general de la empresa Chimu Agropecuaria S.A.

Fuente: Chimu Agropecuaria S.A.

3.1.2 Sistema de gestión actual del área de mantenimiento vehicular

Para poder describir el sistema de gestión de mantenimiento actual se elaboró encuestas sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento del AMEF dirigida a todo el personal de mantenimiento vehicular en el cual participaron 10 personas entre técnicos y administrativos.

Cumplimiento del mantenimiento programado. Se plantea una serie de preguntas dirigidas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, en donde cada pregunta tiene cinco alternativas y cada alternativa tiene un puntaje.

Tabla N° 7. Resultados de encuesta sobre el cumplimiento del mantenimiento programado

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Existe gestión de mantenimiento programado en base a análisis de modo y efecto de falla?	0	0	1	1	8	13
2	¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se cumple satisfactoriamente?		1	0	2	7	13
3	¿Está satisfecho con el modo en que se llevan a cabo los procesos de mantenimiento programado?		2	1	2	5	20
4	¿Cuentan con stock de repuestos para realizar los mantenimientos programados?	1	1	0	5	3	22
5	¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para realizar mantenimiento preventivo, predictivos y correctivo?	0	0	1	1	8	13
6	¿El área de mantenimiento cuenta con una persona encargada de la planificación del mantenimiento?	0	0	0	2	8	12
7	¿Usted tiene conocimiento de algún formato o registro de mantenimiento de los vehículos?	0	0	2	0	8	14
8	¿Las fallas se detectan anticipadamente mediante métodos de inspección?	0	0	1	2	7	14
9	¿Conoce las frecuencias de mantenimiento que se deben dar en las unidades?	0	0	3	1	6	17
10	¿Califique sobre la gestión que actualmente el área de mantenimiento?	0	0	1	3	6	15
Total							153

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Porcentaje} = \frac{153 \cdot 100}{500} = 30.6\%$$

Este resultado nos da a conocer que el 30.6% de la personas aprueban el cumplimiento del mantenimiento programado, mientras que el 69.4% de la personas dicen que no se está cumpliendo con el mantenimiento programado actualmente en el área de mantenimiento vehicular.

Cumplimiento de órdenes de trabajo. Se plantea una serie de preguntas dirigidas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, en donde cada pregunta tiene cinco alternativas y cada alternativa tiene un puntaje.

Tabla N°8. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de órdenes de trabajo

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Sabe usted que es una orden de trabajo?	0	5	4	1	0	34
2	¿Existe órdenes de trabajo Gestión de manteamiento programado en base al análisis de modo y efecto de falla?	0	0	1	1	8	13
3	¿Cree usted que las órdenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoriamente?	0	0	2	6	2	20
4	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 30 durante el mes?	0	0	0	5	5	15
5	¿Existe una persona encargada de crear las órdenes de trabajo?	0	0	0	0	10	10
6	¿Las ordene de trabajo se aprueban de manera inmediata?	0	0	0	8	2	18
7	¿Existe direccionamiento de flujo para ejecución de trabajos en base a órdenes de trabajo?	0	0	0	0	10	10
8	¿Las órdenes de trabajo son registradas por una persona responsable?	0	0	0	10	0	20
9	¿Todas las órdenes de trabajo generadas son ejecutadas?	0	0	0	1	9	11
10	¿Existe repuestos en base a órdenes de trabajo programados?	0	0	0	0	10	10
Total							161

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Porcentaje} = \frac{161 \cdot 100}{500} = 32.2\%$$

Este resultado nos da a conocer que el 32.2% de la personas aprueban que si se da el cumplimiento de órdenes de trabajo, mientras que el 67.8% de la personas dicen que no se da el cumplimiento de ordene de trabajo actualmente en el área de mantenimiento vehicular.

Cumplimiento del AMEF. Se plantea una serie de preguntas dirigidas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del mantenimiento programado en donde cada pregunta tiene cinco alternativas y cada alternativa tiene un puntaje.

Tabla N°9. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de AMEF

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Sabe usted de que trata la técnica AMEF?	0	0	0	0	10	10
2	¿Existe un plan de mantenimiento en base a análisis de modo y efecto de falla AMEF?	0	0	0	0	10	10
3	¿Cree usted que esta técnica de AMEF anticipe las fallas?	0	0	1	1	8	13
4	¿Existe una persona en el área de mantenimiento que pueda desarrollar esta demología de AMEF?	0	0	0	0	10	10
5	¿Sabe usted el procedimiento a aplicar la técnica de AMEF?	0	0	0	1	9	11
6	¿Sabe usted elaborar plan de mantenimiento en base a AMEF?	0	0	0	0	10	10
7	¿Sabe usted el rango de número de prioridad de riesgo NPR en base a AMEF para determinar fallas aceptables, inaceptables y reducibles?	0	0	0	0	10	10
8	¿El AMEF es una buena metodología a aplicar en los sistemas de los vehículos?	0	0	0	2	8	10
9	¿Está satisfecho con la metodología de AMEF?	0	0	1	3	6	15
Total							99

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Porcentaje} = \frac{99 \cdot 100}{450} = 22\%$$

Este resultado nos da a conocer que el 22% de la personas aprueban el cumplimiento de AMEF, mientras que el 78% de la personas dicen que no se da el cumplimiento de AMEF en el área de mantenimiento vehicular.

Resultado del sistema de gestión de mantenimiento actual. Se muestra el porcentaje del resultado de la encuesta dirigida al personal de mantenimiento sobre el sistema de gestión de mantenimiento actual; en el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y el cumplimiento del AMEF considerando que el 100% consiste en aprobación plena y el 0% en plena desaprobación.

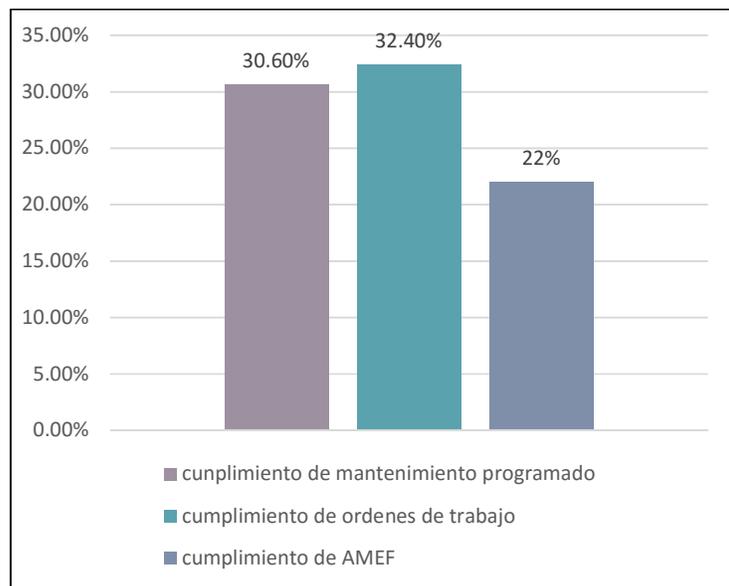


Figura N°14. Sistema de gestión de mantenimiento actual

Fuente: (Tablas N° 7,8 y 9)

En la figura N° 3.2 nos da a conocer que actualmente el cumplimiento de órdenes de trabajo tiene un mayor índice de aprobación con un 32.4%, mientras que el cumplimiento del AMEF tiene el menor índice de cumplimiento y aplicación con un 22%, pero cabe mencionar que los resultados actualmente sobre el sistema de gestión de mantenimiento en la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. son desfavorables, a la vez tienen bastante deficiencia en el cumplimiento de órdenes de trabajo, también nos da a conocer que el personal de mantenimiento no saben de qué se trata la metodología de AMEF.

3.1.3 Flota vehicular

La flota vehicular en estudio está conformado por 30 unidades de camiones de la marca Volvo en el cual están distribuidas en tres rutas, para la ciudad de Jaén está conformada por 12 unidades, para la ciudad de Huaras está conformada por 11 unidades y para la ciudad de Lima está conformada por 7 unidades.

Tabla N°10. Muestra seleccionada de la flota de camiones según ruta

N° VEHI	RUTA	MARCA	PLACA	AÑO_FA B	MODELO	SERIE
01	JAEN	VOLVO	T1W-923	2006	FH12 6X4R	93KASG0D77E730456
02		VOLVO	T1W-924	2006	FH12 6X4R	93KASG0D97E730457
03		VOLVO	T2N-894	2010	FH 6X4R	YV2AS02DXBA702151
04		VOLVO	T2N-916	2010	FH 6X4R	YV2AS02D5BA702204
05		VOLVO	T2N-802	2010	FH 6X4T	YV2AS02D7BA703967
06		VOLVO	T6D-802	2009	FH 6X4 T	9BVAS02D19E748524
07		VOLVO	T6C-930	2009	FH 6X4T	9BVAS02D49E748484
08		VOLVO	F3E-939	1998	NL12 (6x4)	9BVN2B4D9WG202953
09		VOLVO	F2A-840	1998	NL12 (6x4)	9BVN2B4D5WG202982
10		VOLVO	T8N-912	2016	FM11 6X4 R	YV2XM30D1HA796289
11		VOLVO	T8N-907	2016	FM11 6X4 R	YV2XM30D9HA796587
12		VOLVO	T8N-900	2016	FM11 6X4 R	YV2XM30D2HA796401
13	HUARAS	VOLVO	T4L-851	2012	G460 A6X4	9BSG6X400C3810617
14		VOLVO	T4L-890	2012	G460 B6X4	9BSG6X400C3810638
15		VOLVO	T4K-817	2012	G460 A6X4	9BSG6X400C3810641
16		VOLVO	T6O-821	2014	G460 A6X4	9BSG6X400E3856534
17		VOLVO	T6O-830	2014	G460 A6X4	9BSG6X400E3856525
18		VOLVO	T6O-841	2014	G460 A6X4	9BSG6X400E3856324
19		VOLVO	T4S-924	2012	G460 A6X4	9BSG6X400C3810598
20		VOLVO	T4T-829	2012	G460 A6X4	9BSG6X400C3810579
21		VOLVO	T6O-825	2014	G460 A6X4	9BSG6X400E3856331
22		VOLVO	T6O-827	2014	G460 A6X4	9BSG6X400E3856318
23		VOLVO	T6O-891	2014	P410 B6X4	9BSP6X400E3856482
24	LIMA	VOLVO	AFP-730	2013	92001 SBA 6X4	3HSCEAPT0EN045224
25		VOLVO	AFO-763	2013	92001 SBA 6X4	3HSCEAPT2EN045225
26		VOLVO	T1T-970	2005	92001 SBA 6X4	1UYVS248X5U466614
27		VOLVO	T1T-971	2004	92001 SBA 6X4	1UYVS24815U466615
28		VOLVO	AFR-720	2013	92001 SBA 6X4	3HSCEAPT7EN045222
29		VOLVO	AFX-740	2013	92001 SBA 6X4	3HSCEAPT5EN045221
30		VOLVO	T2D-887	2010	92001 SBA 6X4	3AKJC5CVXBDAX6721

Fuente: Chimu Agropecuaria S.A.

3.1.4 Historial de fallas de la flota vehicular

Se muestra un resumen del historial de fallas de la flota vehicular en el periodo 2017 sobre el tiempo empleado para reparar cada falla y el número de fallas que presento en el periodo mencionado.

Tabla N°11. Historial de fallas de la flota vehicular

Ruta	N° vehículo	tiempo en reparar horas/año	n° de intervenciones veces/año
Jaén	01	450	27
	02	924	51
	03	492	32
	04	512	41
	05	421	21
	06	621	47
	07	390	23
	08	1112	87
	09	624	34
	10	189	22
	11	234	22
	12	310	24
Huaras	13	321	29
	14	384	33
	15	894	49
	16	231	27
	17	457	32
	18	156	20
	19	297	25
	20	265	24
	21	654	33
	22	560	24
	23	314	33
Lima	24	631	57
	25	532	37
	26	452	24
	27	632	23
	28	398	22
	29	285	46
	30	198	23

Fuente: Chimu Agropecuaria S.A.

3.1.5 Evaluación de indicadores actuales de mantenimiento

Para efectuar los cálculos se hará uso de la información de la tabla N°3.5, también es necesario precisar el tiempo estimado de programación al año de cada vehículo de acuerdo a la ruta establecida.

Ruta con destino a Jaén. El tiempo estimado en llegar son 12 horas, los cuales las unidades trabajan una vez / día los 365 días del año por lo tanto el tiempo programado es de 4380 horas / año.

Ruta con destino a Huaras. El tiempo estimado en llegar son 9 horas, los cuales las unidades trabajan una vez / día los 365 días del año por lo tanto el tiempo programado es de 3285 horas / año.

Ruta con destino a Lima. El tiempo estimado en llegar son 10 horas, los cuales las unidades trabajan una vez / día los 365 días del año por lo tanto el tiempo programado es de 3650 horas / año.

Evaluación del tiempo promedio para reparar. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.3

$$TMPR = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ PARA\ REPARAR}{N^{\circ}\ DE\ INTERVENCIONES} = \frac{450}{27} = 16.67 \text{ horas para reparar / fallas}$$

Evaluación del tiempo promedio entre fallas. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.2

$$TMEF = \frac{T.\ PROGRAMADO - TIEMP\ PARA\ REPARAR}{N^{\circ}\ DE\ INTERVENCIONES} = \frac{4380 - 450}{27} = 145.56 \text{ horas operación / falla}$$

Evaluación de la tasa de fallas. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.5

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{145.56} = 0.0069 \text{ fallas / horas de operación}$$

Evaluación de la tasa de reparación. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.7

$$\mu = \frac{1}{TMPR} = \frac{1}{16.67} = 0.0600 \text{ fallas / horas reparación}$$

Evaluación de la disponibilidad. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.1

$$D = \frac{TMEF}{TMEF+TMER} * 100 = \frac{145.56}{145.56+16.67} * 100 = 89.73\%$$

Evaluación de la confiabilidad. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.4

$$C = (e^{-\frac{\lambda * t}{100}}) * 100 = e^{-\frac{0.0069 * 4380}{100}} * 100 = 74.01\%$$

Evaluación de la mantenibilidad. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N° 1.6

$$M = (1 - e^{-\frac{\mu * t}{100}}) * 100 = (1 - e^{-\frac{0.0600 * 4380}{100}}) * 100 = 92.78 \%$$

Evaluación de los indicadores de mantenimiento. En la siguiente tabla se presenta el resultado de los cálculos para la evaluación de los indicadores actuales de mantenimiento de la flota vehicular en el periodo 2017.

Tabla N°12. Indicadores de mantenimiento actual de la flota vehicular

RUTA	N° V.	TMPR	TMEF	λ	μ	D	C	M
JAÉN = 4380 HR/AÑO PROGRAMADAS	01	16.67	145.56	0.0069	0.0600	89.73	74.01	92.78
	02	18.12	67.76	0.0148	0.0552	78.90	52.40	91.09
	03	15.38	121.50	0.0082	0.0650	88.77	69.73	94.21
	04	12.49	94.34	0.0106	0.0801	88.31	62.86	97.00
	05	20.05	188.52	0.0053	0.0499	90.39	79.27	88.75
	06	13.21	79.98	0.0125	0.0757	85.82	57.83	96.37
	07	16.96	173.48	0.0058	0.0590	91.10	77.69	92.45
	08	12.78	37.56	0.0266	0.0782	74.61	31.16	96.75
	09	18.35	110.47	0.0091	0.0545	85.75	67.27	90.81
	10	8.59	190.50	0.0052	0.1164	95.68	79.46	99.39
	11	10.64	188.45	0.0053	0.0940	94.66	79.26	98.37
	12	12.92	169.58	0.0059	0.0774	92.92	77.24	96.63
HUARAS = 3285 HR/AÑO PROGRAMADAS	13	11.07	102.21	0.0098	0.0903	90.23	72.51	94.86
	14	11.64	87.91	0.0114	0.0859	88.31	68.82	94.06
	15	18.24	48.80	0.0205	0.0548	72.79	51.01	83.48
	16	8.56	113.11	0.0088	0.1169	92.97	74.79	97.85
	17	14.28	88.38	0.0113	0.0700	86.09	68.96	89.98
	18	7.80	156.45	0.0064	0.1282	95.25	81.06	98.52
	19	11.88	119.52	0.0084	0.0842	90.96	75.97	93.70
	20	11.04	125.83	0.0079	0.0906	91.93	77.02	94.90
	21	19.82	79.73	0.0125	0.0505	80.09	66.23	80.94
	22	23.33	113.54	0.0088	0.0429	82.95	74.88	75.53
	23	9.52	90.03	0.0111	0.1051	90.44	69.43	96.83
LIMA = 3650 HR/AÑO PROGRAMADAS	24	11.07	52.96	0.0189	0.0903	82.71	50.20	96.30
	25	14.38	84.27	0.0119	0.0695	85.42	64.85	92.10
	26	18.83	133.25	0.0075	0.0531	87.62	76.04	85.60
	27	27.48	131.22	0.0076	0.0364	82.68	75.72	73.51
	28	18.09	147.82	0.0068	0.0553	89.10	78.12	86.70
	29	6.20	73.15	0.0137	0.1614	92.19	60.72	99.72
	30	8.61	150.09	0.0067	0.1162	94.58	78.41	98.56
PROMEDIO						87.8%	69.2%	92%

Fuente: Elaboración propia

Resultado de indicadores de mantenimiento. En la siguiente figura se muestra el resultado de los indicadores de mantenimiento actuales de las tres rutas mencionadas de la flota vehicular en el periodo 2017.

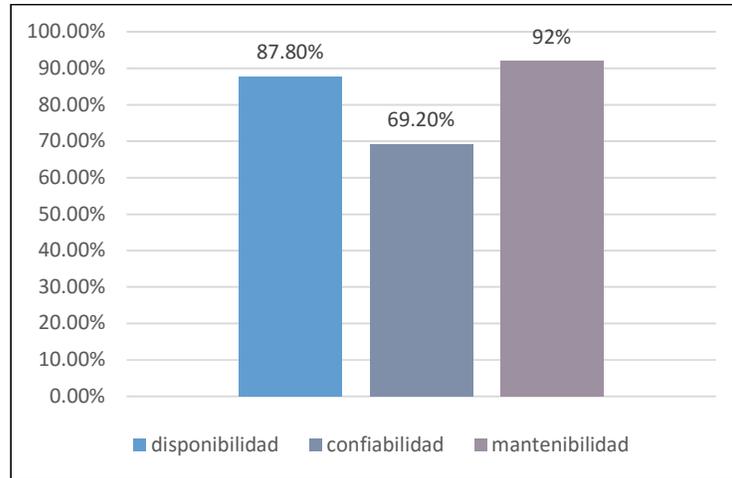


Figura N°15. Indicadores actuales de mantenimiento

Fuente: Tabla N°12

Se muestra el promedio de indicadores de mantenimiento obteniendo como resultado más alto en mantenibilidad de 91.96% y como resultado más bajo de confiabilidad de un 69.15%, los resultados obtenidos en una buena gestión de mantenimiento son desfavorables.

3.2 Realizar análisis de criticidad a la flota vehicular

Para realizar el análisis de criticidad se tomara en cuenta las tabla N°1.1 matriz de criticidad, la tabla N°1.2 criterios para seleccionar la frecuencia de falla y la tabla N°1.3 criterios para seleccionar la consecuencia de falla, para ello elegimos al vehículo N° 01 como muestra para efectuar el cálculo.

Determinar la frecuencia de fallas (Ff)

$$\text{N}^\circ \text{ de intervenciones } 27 \frac{\text{veces}}{\text{año}} \longrightarrow \text{Ff} = 2 \text{ (tabla N}^\circ 2)$$

Determinar la consecuencia de falla (C)

Tráfico anual de carga (TAC)

Cada camión transporta 20 toneladas por día durante todo el año

$$(365-27)*20 = 6760 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}} \longrightarrow \text{T.A.C.} = 2 \text{ (tabla N}^\circ\text{3)}$$

Número de viajes anual (NVA)

Los camiones viajan todos los días del año

$$365 - 27 = 338 \frac{\text{viajes}}{\text{año}} \longrightarrow \text{N.V.A.} = 2 \text{ (tabla N}^\circ\text{3)}$$

Tiempo medio para reparar (TMPR)

$$\text{TMPR} = 16.67 \longrightarrow \text{TMPR} = 2 \text{ (tabla N}^\circ\text{3)}$$

Impacto operacional (IO)

Provoca parada de línea de producción de la empresa \longrightarrow I.O = 6 (tabla N°3)

Calcular la consecuencia: Según ecuación N° 1.9

$$C = \text{TAC} * \text{NVA} * \text{TMPR} * \text{IO} = 2 * 2 * 2 * 6 = 48$$

Determinar el valor crítico: Según ecuación N° 1.8

$$\text{Cr} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} = 2 * 48 = 96$$

Tabla N°13. Matriz de criticidad del vehículo N° 01

4	SC	C	C	C	C
3	SC	SC	C	C	C
2	NC	NC	SC	C	C
1	NC	NC	NC	SC	C
	20	40	60	80	100

Fuente: elaboración propia

Según la matriz de criticidad el vehículo N° 01 tiene un nivel de criticidad de semi crítico.

Evaluación de análisis de criticidad de toda la flota vehicular. En la siguiente tabla se presenta el índice de criticidad de cada vehículo de la flota vehicular en su estado actual en el periodo 2017.

Tabla N°14. Resultado del análisis de criticidad de la flota vehicular

N° VEH	CRITERIO							CRITICIDAD
	Ff	T.A.C	N.V.A	TMPR	I.O	C	Cr	
01	2	2	2	2	6	48	96	SC
02	4	3	3	2	4	72	288	C
03	3	2	2	2	6	48	144	C
04	4	3	3	1	6	54	216	C
05	1	1	1	3	6	18	18	NC
06	4	3	3	1	6	54	216	C
07	1	1	1	2	6	12	12	NC
08	4	4	4	1	6	96	384	C
09	3	2	2	2	6	48	144	C
10	1	1	1	1	6	6	6	NC
11	1	1	1	1	6	6	6	NC
12	1	1	1	1	6	6	6	NC
13	2	2	2	1	6	24	48	NC
14	3	2	2	1	6	24	72	SC
15	4	3	2	2	6	72	288	C
16	2	2	2	1	6	24	48	NC
17	3	2	2	1	6	24	72	SC
18	1	1	1	1	6	6	6	NC
19	2	2	2	1	6	24	48	NC
20	1	1	1	1	6	6	6	NC
21	3	2	2	2	6	48	144	C
22	1	1	1	3	6	18	18	NC
23	3	2	2	1	6	24	72	SC
24	4	3	3	1	6	54	216	C
25	3	2	3	1	6	36	108	SC
26	1	1	1	2	6	12	12	NC
27	1	1	1	4	6	24	24	NC
28	1	1	1	2	6	12	12	NC
29	4	3	3	1	6	54	216	C
30	1	1	1	1	6	6	6	NC

Fuente: Elaboración propia

Resultado de análisis de criticidad de la flota vehicular. En la siguiente tabla se presenta un resumen del resultado del análisis de criticidad de la flota vehicular, según el nivel de criticidad.

Tabla N°15. Resultado de análisis de criticidad

Nivel de criticidad	cantidad
critico	10 vehículos
Semi critico	5 vehículos
No critico	15 vehículos
total	30 vehículos

Fuente: tabla N°14

3.3 Aplicación del AMEF al vehículo más crítico

Mediante esta técnica, se analizará cada modo de falla, el efecto y la causa que presenta actualmente el vehículo más crítico en sus diferentes sistemas según tabla N°14. Luego se hallará el nivel de prioridad de riesgo (NPR) según ecuación N°1.10 para asignar la frecuencia de mantenimiento y las acciones recomendadas para minimizar las fallas causantes de una baja disponibilidad.

Número de prioridad de riesgo (NPR)

Falla inaceptable = 200 NPR a mas

Falla deseable = entre 100-200 NPR

Falla aceptable = entre 1-100 NPR

Para la elección de la unidad a analizar tomaremos en cuenta el siguiente criterio como todas las unidades son camiones de transporte de carga y a la vez las fallas de todos los vehículos son comunes en todos los sistemas se elegirá al vehículo más crítico o al que haya presentado más fallas durante todo el año el cual nos servirá como guía para el resto de unidades.

Elegimos al vehículo N° 08. Esta unidad tiene un valor crítico según tabla N°14 de (Cr = 384) y según anexo N°7 (1112 horas de reparación y 87 intervenciones durante el periodo 2017)

Tabla N°16. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de enfriamiento

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH		SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:								
SIS TE M A	DESCRIPCION DEL COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIONES ACTUALES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONES ADOPTADAS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Enfriamiento de motor	Válvula termostática	Regular la temperatura del motor	deteriorado	Recalentamiento del motor	Corrosión	Cambio de válvula	6	9	7	378	Inaceptable	Controlar la temperatura de motor una vez / día. Cambio de refrigerante cada 2000 horas.	Técnico mecánico	Se implanto lo recomendado	4	4	4	64	acceptable
	Bomba de agua	Es el responsable de hacer circular el refrigerante.	Fuga de refrigerante	Recalentamiento del motor	desgaste	Cambio de bomba de agua	5	8	4	160	deseable	Realizar pruebas de presión en la salida. Controlar la temperatura del motor.	Técnico mecánico	Se implementó todo lo recomendado.	3	4	3	36	acceptable
	radiador	Cede el calor del refrigerante al medio ambiente	Fuga de refrigerante	Recalentamiento del motor	corrosión	Soldado de panel	6	7	4	168	deseable	Hacer pruebas de hermeticidad.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	5	5	3	75	acceptable
	Junta de culata	Mantener hermético la cámara de combustión.	Gases de combustión pasan al sistema de refrigeración	Recalentamiento del motor	Recalentamiento de la junta	Cambiar junta De culata	6	10	8	480	inaceptable	Controlar la temperatura del motor una vez al día.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	5	6	4	120	deseable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°17. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de lubricación

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH		SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:								
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPO NENTE	FUNCION DEL COMPONE NTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCUR RENCIA	SEVERI DAD	DETECC ION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCUR RENCIA	SEVERI DAD	DETECC ION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Lubricación del motor	Bomba de aceite	Hacer circular el aceite a las partes móviles de motor	Perdida de presión de aceite.	Lubricación deficiente	desgaste	Cambio de elementos de la bomba.	5	9	8	360	inaceptable	Cambio de aceite de motor, controlar la presión de aceite y realizar análisis de aceite cada 250 horas de operación.	Técnico mecánico Jefe de mantenimiento	Se implanto todo lo recomendado	4	6	4	96	acceptable
	Filtro de aceite	Filtrar la impurezas del aceite	Obstrucción en los filtros	Lubricación deficiente	Aceite con alta contaminación	Cambio de filtros de aceite	9	9	9	729	inaceptable	Realizar el mantenimiento a tiempo Hacer análisis de aceite en cada mantenimiento para evaluar el índice de contaminación.	Jefe de mantenimiento	Se implanto todo lo recomendado	3	3	4	36	acceptable
	Válvula de derivación y resorte	Liberar la presión de aceite ante una obstrucción	Presión de aceite elevada	Lubricación deficiente	Aceite con alta contaminación	Liberar la obstrucción del conducto	6	8	10	480	inaceptable	Realizar mantenimiento a tiempo Realizar análisis de aceite	Jefe de mantenimiento	Se implanto todo lo recomendado	4	6	8	192	deseable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°18. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de combustible

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO			MODELO: FH			SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:						
SIS TE M A	DESCR IPCION DEL COMP ONENT E	FUNCION DEL COMPONE NTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALL A	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Combustible	Filtros de combustible	Filtrar las impurezas del combustible	Obstrucción en los filtros de aceite	Perdida de potencia del motor	Combustible contaminado	Cambio de filtros de combustible	10	8	7	560	inaceptable	Realizar cambio de filtros de combustible cada 250 horas de operación.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	5	4	60	acceptable
	Bomba de inyección de combustible	Generar presión y caudal suficiente para enviar a los inyectores	Perdida de presión en la boba de inyección	Perdida de potencia del motor	Desgaste interno por combustible contaminado	Cambio de componentes internos de la bomba	6	10	9	540	inaceptable	Realizar mantenimiento a tiempo cambio de filtros Verificar el abastecimiento de combustible	Jefe de mantenimiento	Se implanto todo lo recomendado	4	6	6	144	deseable
	Toberas de inyector	Inyectar el combustible a la cámara de combustión	Toberas de inyector parcialmente pegadas	Perdida de potencia del motor	Por abrasión del combustible	Cambio de toberas de inyector	5	9	10	450	inaceptable	Realizar el mantenimiento a tiempo Verificar el índice de contaminación del combustible	Jefe de mantenimiento	Se implanto todo lo recomendado	5	6	4	120	deseable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de motor

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH		SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:								
SIS TE M A	DESCRIPCION DEL COMPO NENTE	FUNCION DEL COMPONE NTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDADAS	RESPO NSABLE	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIONES ACTUA LES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONES ADOPTADAS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Motor	Culata de motor	Cabeza de cilindro, alojamiento de válvulas.	Superficie de culata con desnivel	No hermetiza la culata con el monobloc	Recalentamiento de motor	Cepillado de superficie de culata	3	10	9	270	inaceptable	Controlar la temperatura del motor. Pruebas de compresión del motor cada 2000 horas	Conductor Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	2	6	5	60	acceptable
	Anillos y pistones de motor	Mantener una buena compresión en la cámara de combustión	Baja compresión del motor	Perdida de potencia del motor	Desgaste por contaminación	Cambio de anillos y pistones	3	9	8	216	inaceptable	Cambio de aceite a tiempo Pruebas de compresión Cambio de filtros de aire a tiempo	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	5	6	90	acceptable
	Válvulas de admisión y escape	Suministrar entrada de aire y salida de gases de escape	Baja compresión del motor	Perdida de potencia del motor	Desgaste por contaminación	Cambio de válvulas y asiento	4	9	8	288	inaceptable	Pruebas de compresión Cambio de filtros de aire a tiempo	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	6	4	72	acceptable
	Cojinetes de biela y bancada	Mantener alineadas las bielas del motor	Ruido anormal en el cigüeñal	Desalineamiento de bielas	Desgaste por contaminación de aceite	Cambio de cojinetes	5	10	9	450	inaceptable	Mantenimiento a tiempo Realizar análisis de aceite cada 250 horas	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	6	4	72	acceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°20. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de admisión y escape

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO			MODELO: FH				SERIE: 9BVN2B4D9WG202953		FECHA:						
SIS TE M A	DESCRIPCION DEL COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIONES ACTUALES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONES ADOPTADAS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Admisión y escape	Filtros de aire	Purificar las impurezas de aire al motor	Obstrucción de filtros	Pérdida de potencia del motor	Deterioro por contaminación	Cambio de filtros	7	8	9	504	inaceptable	Realizar el cambio de filtros primario y secundario cada 250 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	5	4	60	acceptable
	Silenciador de escape	Minimizar el sonido de gases de escape	Superficie rota salida de gases de escape	Sonido anormal en la salida	Rotura por vibración	Soldado de superficie	6	6	5	180	deseable	Revisar los soportes del silenciador cada 250 horas.	Técnico mecánico Técnico soldador	Se implanto todo lo recomendado	3	4	3	36	acceptable
	Turbo compresor	Suministrar mayor cantidad de aire al motor	Pérdida de potencia	Pérdida de potencia al motor	Desgaste en el hélice por contaminación	Cambio de turbo compresor	6	10	10	600	inaceptable	Inspeccionar si llega aceite en el eje de hélice Cambiar los filtros de aire cada 250 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	3	5	60	acceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°21. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de suspensión

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH			SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:							
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPON ENTE	FUNCIO N DEL COMPON ENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCUR RENCI	SEVERI DAD	DETECC ION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCUR RENCI	SEVERI DAD	DETECC ION	NPR	RESULTADO PROYECTAD
Suspensión	Fuelles de suspensión	Soportar el peso de la carrocería y la carga del vehículo	Fuga de aire por el cuerpo del fuelle	Suspensión no estable	rozamiento	Cambio de fuelle	6	8	7	336	inaceptable	Revisar si los fuelles no presentan grietas. Revisar si no está rosando con algo	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	6	3	72	aceptable
	Amortiguadores de suspensión	Minimizar las oscilaciones	Golpeo en la suspensión	Rajadura del chasis	alineación	Cambio de amortiguador	7	7	5	245	inaceptable	Realizar la prueba de temperatura para ver el estado de los amortiguadores.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	6	4	4	96	aceptable
	Ballestas de suspensión	Soportar el peso de la carrocería y la carga del vehículo	Ballestas rotas	Suspensión inestable	operación	Cambio de ballestas de suspensión	7	7	3	147	deseable	Operación apropiado cuando se pasa por lugares con desnivel	Conductor	Se implanto todo lo recomendado	4	4	2	32	aceptable
	Válvula de nivel	Controlar el nivel del sistema de suspensión	Suspensión inestable	Deterioro de las ballestas	Desgaste del vástago	Cambio de válvula de nivel	4	8	10	320	inaceptable	Realizar inspección de estilización de la suspensión	Conductor Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	6	5	120	deseable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°22. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de neumáticos

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO			MODELO: FH				SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:					
SISTEMA	DESCRIPCION DEL COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIONES ACTUALES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONES ADOPTADAS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTAD
Neumáticos	Neumáticos	Soportar y amortiguar todo el peso del vehículo y de la carga	Desgaste prematuro	Rajadura o deterioro del mismo	Mal alineamiento Mala conducción Presión de aire inadecuado	Cambio de llantas	8	10	4	320	inaceptable	Realizar alineamiento y balanceo. Conducción apropiada de acuerdo al terreno. Realizar la comprobación de la altura de la cocada Medir la presión de aire de acuerdo a la recomendación por el fabricante.	Técnico mecánico Conductor Inspector de neumáticos	Se implanto todo lo recomendado	4	4	2	32	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°23. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de dirección

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH		SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:								
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPON ENTE	FUNCIO N DEL COMPON ENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCURENCI	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCURENCI	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTAD
Dirección	Servo dirección	Suministrar el caudal y la presión adecuada	Perdida de presión del componente	Dirección poco manio brable	Desgaste por contaminación	Cambio de accesorios de servo dirección	6	10	9	540	inaceptable	Realizar el cambio de aceite de dirección cada 1000 horas Realizar análisis de aceite de dirección	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	5	5	100	aceptable
	caja de dirección	Realizar el movimiento de viraje de los ruedas	Excesivo juego en los cojinetes y sin fin	Dirección poco manio brable	Desgaste por contaminación	Cambio de cojinetes y sin fin	6	10	8	480	inaceptable	Realizar el cambio de aceite de dirección. Realizar análisis de aceite de dirección	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	5	5	4	100	aceptable
	Caja de dirección	Realizar el movimiento de viraje de los ruedas	Fuga de aceite	Dirección poco manio brable	desgaste	Cambio de reten de caja de dirección	6	8	3	144	deseable	Inspeccionar periódicamente si hay fugas de aceite de dirección.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	5	4	2	40	aceptable
	Crucetas de dirección	Transmitir el movimiento de la volante hacia la caja	Juego anormal en la volante	Dirección poco manio brable	desgaste	Cambio de crucetas	7	9	8	567	inaceptable	Inspeccionar si hay juego axial en las crucetas cada 1000 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	4	5	80	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de frenos

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO			MODELO: FH				SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:					
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPON ENTE	FUNCIO N DEL COMPON ENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALL A	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCURENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCURENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Frenos	Cilindros neumáticos	Accionar las zapatas para efectuar el frenado	Fuga de aire por el cilindro	Deficiencia en el frenado	Diafragmas rotos	Cambio de diafragma	6	7	5	210	inaceptable	Revisar cada 2000 horas si la presión de aire en el sistema es el adecuado.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	6	5	2	60	acceptable
	Compresor de aire	Cargar el aire para todo el sistema	No carga aire al sistema	Deficiencia en el frenado	Válvulas obstruidas y pegadas	Cambio de accesorios del compresor	6	9	8	432	inaceptable	Revisar constantemente la presión de aire del sistema. Cambio del filtro secador de aire cada 2000 horas.	Conductor Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	4	5	80	acceptable
	Pastillas y zapatas de freno	Adherirse en el tambor o disco para efectuarse el freno	Superficie de contacto con desgaste	Deficiencia en el frenado	Desgaste por abrasión	Cambio de forros de zapatas y cambio de pastillas	7	8	4	224	inaceptable	Revisar el espesor de zapatas y pastillas. Cambio de pastillas de freno cada 2000 horas. Mantenimiento al sistema de frenos cada 2000 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	6	5	4	120	deseable

Fuente: Elaboración propia

Continuación de la tabla N°24. Aplicación de AMEF al vehículo N° 08, sistema de frenos

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH			SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:							
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPON ENTE	FUNCIO N DEL COMPON ENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCUR RENCIA	SEVER IDAD	DETECC ION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCUR RENCIA	SEVER IDAD	DETECC ION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Frenos	Válvula de cuatro vías	Distribuir el aire	Falla en el sistema de aire comprimido	Falla al sistema de frenos y suspensión	Desgaste en los accesorios internos	Cambio de accesorios internos de válvula	4	6	8	192	deseable	Inspeccionar periódicamente el buen funcionamiento de la válvula (fuga de aire)	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	5	5	75	acceptable
	Válvula principal de freno	Enviar aire cada vez que se pisa el freno	Fuga de aire	No efectúa un buen frenado	Desgaste de accesorios por abrasión	Cambio de accesorios de válvula	4	6	6	144	deseable	Cambio del filtro secador de aire cada 2000 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	4	2	24	acceptable
	Freno de motor	Reducir la velocidad del vehículo	Freno de motor no activa	Deficiencia en el frenado	Electroválvula en mal estado	Cambio de electroválvula	5	8	7	280	inacceptable	Verificar de funcionamiento. Mantenimiento a la electroválvula /cambio cada 2000 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	4	4	64	acceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema de transmisión

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO			MODELO: FH				SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:					
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPON ENTE	FUNCIO N DEL COMPON ENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALL A	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Transmisión	Caja de cambios	Seleccionar las marchas de acuerdo al conductor	Dificultad al ingresar los cambios	Inoperativo el sistema	Desgaste en los sincronizadores por contaminación	Cambio de sincronizadores de la caja de cambios	6	9	6	324	inaceptable	Evaluar la conducción Cambio de aceite a caja de cambios cada 2000 horas Análisis de aceite de caja cada 2000 horas.	Conductor Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	5	6	3	90	acceptable
	Disco de embrague y plato de presión	Mantener acoplado el motor y la caja de cambios	Deficiencia en el desplazamiento del vehículo	Sistema no operativo	Desgaste por abrasión Mala operación	Se cambió disco y plato de presión	6	9	7	378	inaceptable	Inspeccionar periódicamente el espesor del disco / cambio de disco de embrague cada 4000 horas. Evaluar la conducción.	Técnico mecánico Conductor	Se implanto todo lo recomendado	4	5	3	60	acceptable
	Crucetas de cardan	Transmitir el movimiento por medio del cardan	Juego axial en las crucetas	Desalineación y vibración del cardan	Desgaste por falta de lubricación	Se cambió las crucetas	8	9	6	432	inaceptable	Lubricar cada 2000 horas las crucetas de cardan. Revisar el juego axial de las crucetas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	5	2	40	acceptable

Fuente: Elaboración propia

Continuación de la tabla N°25. Aplicación de AMEF al vehículo N° 08, sistema de transmisión

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO			MODELO: FH				SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:					
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPON ENTE	FUNCIO N DEL COMPON ENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCU RRENCIA	SE VERIDAD	DE TECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCU RRENCIA	SE VERIDAD	DE TECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Transmisión	Piñón y corona del diferencial	Convertir el movimiento lineal a rotatorio	Ruido anormal en el diferencial	Inoperativo el sistema	Desgaste por mala lubricación	Se cambió los componentes con desgaste del diferencial	5	10	8	400	inaceptable	Calibrar la holgura entre el piñón de ataque y corona cada 2000 horas. Realizar análisis de aceite de diferencial cada 2000 horas. Cambio de aceite de diferencial cada 2000 horas.	Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	5	3	45	aceptable
	Rodamientos de boca masa	Alinear y soportar la rueda en movimiento giratorio	Sonido anormal en la rueda	Recalentamiento del rodamiento	Desgaste por mala lubricación	Se cambió los rodamientos	7	9	4	252	inaceptable	Mantenimiento de rodamientos / cambio cada 2000 horas. Inspeccionar el juego de las ruedas cada 2000 horas.	Supervisor de mantenimiento Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	4	7	2	56	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°26. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema eléctrico

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH				SERIE: 9BVN2B4D9WG202953		FECHA:							
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPO NENTE	FUNCIO N DEL COMPO NENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALL A	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Eléctrico	arrancador	Hacer girar al motor para efectuar el arranque	No funciona	Arranque de motor	Carbones desgastados y piñón vendix en mal estado	Se cambió carbones y piñón vendix	6	9	6	324	inaceptable	Mantenimiento de arrancador cada 2000 horas	Técnico electricista	Se implanto todo lo recomendado	4	4	1	16	aceptable
	alternador	Suministra la carga a las baterías	No genera energía	Baterías con bajo voltaje	Iodos rectificadores y rotor en mal estado	Se reparó el arrancador	6	9	6	324	inaceptable	Mantenimiento de alternador cada 2000 horas	Técnico electricista	Se implanto todo lo recomendado	4	4	2	32	aceptable
	Faros delanteros	Iluminar al vehículo	No enciende	Claridad insuficiente	Faros quemados Falso contacto	Se cambió los faros	6	6	2	72	aceptable	Revisar las luces en general cada 250 horas. Mantenimiento a los conectores cada 250 horas.	Conductor Técnico electricista	Se implanto todo lo recomendado	4	3	1	12	aceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°27. Aplicación de AMEF en el vehículo N° 08, sistema eléctrico y carrocería

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA																			
VEHICULO: N° 08				MARCA: VOLVO		MODELO: FH		SERIE: 9BVN2B4D9WG202953			FECHA:								
SIS TE M A	DESCRIP CION DEL COMPO NENTE	FUNCIO N DEL COMPO NENTE	MODO DE FALLA	EFEC TO DE FALL A	CAUSA DE FALLA	SITUACION ACTUAL					ACCIONES RECOMENDAD AS	RESPO NSABL E	EVALUACION DE MEJORAS						
						ACCIO NES ACTUA LES	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR			RESULTADO ACTUAL	ACCIONE S ADOPTAD AS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION	NPR	RESULTADO PROYECTADO
Eléctrico	Sensores de motor	Emitir señal para el modulo	Se pierde la señal	No arranca el motor	Deterioro o falso contacto	Se cambió los sensores	3	9	9	243	inaceptable	Mantenimiento a los conectores de cada sensor cada 500 horas.	Técnico electricista	Se implanto todo lo recomendado	2	9	8	144	deseable
	Módulo de motor	Recibir la señal de los sensores	Se pone inoperativo todos los comandos del motor	No arranca el motor	Deterioro o falso contacto	Se cambió el modulo	3	10	10	300	inaceptable	Mantenimiento al módulo del motor cada 2000 horas.	Técnico electricista	Se implanto todo lo recomendado	3	8	8	192	deseable
Chasis / carrocería	chasis	Soportar el peso de la carrocería	Rajadura en el chasis	Pone inoperativo al vehículo	Vibración y esfuerzos no dimensionados.	Se soldó al chasis	4	10	4	160	deseable	Realizar un diagnóstico a todo el sistema de suspensión cada 500 horas	Técnico soldador Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	8	3	72	acceptable
	Soportes de cabina	Suspender la cabina	Soportes deformados	En el sistema a mismo	Vibración por desgaste de soportes	Se soldó y cambio los soportes	3	9	5	135	deseable	Realizar un diagnóstico a todo el sistema de suspensión de la cabina cada 500 horas	Técnico soldador Técnico mecánico	Se implanto todo lo recomendado	3	7	4	84	acceptable

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Evaluación de NPR actual

Se realiza el cálculo del NPR en el estado actual según tablas de aplicación de AMEF N°16 al N°27 se obtiene los siguientes resultados presentados en la siguiente tabla.

Tabla N°28. Resultado del NPR actual

Nivel de falla	Cantidad de falla	resultados
inaceptable	33	76.7 %
Reducción deseable	9	20.9 %
aceptable	1	2.3 %

Fuente: elaboración propia.

3.3.2 Evaluación de NPR proyectado

Luego de haber identificado el modo, efecto y causa de falla se plantearon acciones preventivas con el fin de disminuir el nivel de prioridad de riesgo según tablas de aplicación del AMEF N°16 al N°27. En la siguiente tabla se presenta los resultados de reducción del nivel de prioridad de riesgo, obteniendo resultados favorables.

Tabla N°29. Resultado de NPR proyectado

Nivel de falla	Cantidad de falla	resultados
inaceptable	0	0 %
Reducción deseable	8	18.6 %
aceptable	35	81.4 %

Fuente: Elaboración propia

Esto nos da a conocer que aplicando las acciones preventivas descritas en el análisis de modo y efecto de falla (AMEF) se puede lograr reducir las fallas imprevistas que vienen afectando la baja disponibilidad a la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

3.4 Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento

3.4.1 Visión del área de mantenimiento vehicular

Establecer un modelo de liderazgo en el mantenimiento preventivo de los vehículos automotores mantener un crecimiento continuo en el mantenimiento y ser reconocida por la calidad humana y profesional de nuestros colaboradores.

3.4.2 Misión del área de mantenimiento vehicular

Conservar los vehículos de nuestra compañía en un estado de operación eficiente y seguro, superando las expectativas de mantenimiento en un menor tiempo posible para la satisfacción del cliente.

3.4.3 Valores del área de mantenimiento vehicular

Compromiso: cumpliendo a tiempo los mantenimientos programados.

Honestidad: garantizando la buena calidad de trabajo.

Respeto: conduciéndonos de manera respetuosa ante nuestros semejantes.

Lealtad: guiándonos de manera fiel ante nuestra compañía.

3.4.4 Objetivos de área de mantenimiento vehicular

Optimización de la disponibilidad de las unidades.

Reducción de costos de mantenimiento.

Optimización de los recursos humanos.

Prolongación de la vida útil de los vehículos

3.4.5 Políticas de mantenimiento del área de mantenimiento vehicular

- La administración de mantenimiento vehicular necesita contar con medios claros para solicitar, autorizar y ejecutar los trabajos; computar tiempos materiales y costos y ver qué acciones tomar para reducir el mínimo costo y tiempo de mantenimiento y evaluar los resultados comparando con un planeado o proyectado.
- Todo trabajo de inspecciones, lubricación y limpieza debe originarse en un documento fijo como ordenes de trabajo.
- Se debe de contar con plan de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla especificando la frecuencia, especialidad y duración de los trabajos de mantenimiento.
- Todo mantenimiento debe ser de tipo preventivo utilizando técnicas predictivas de manera planificada o programada para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de flota.

- El área de mantenimiento debe de contar con las siguientes áreas mecánica, eléctrica y soldadura y personal especializado en cada una de ellas.
- Para la ejecución del plan de mantenimiento se necesita contar con un stock de repuestos en el almacén.
- El área debe contar con herramientas y equipos necesarios para la ejecución de trabajos de mantenimiento.
- Todo trabajo debe sostenerse a procedimientos establecidos y normas de seguridad ocupacional.

3.4.6 Estructura de autoridad y responsabilidad del área

El área de mantenimiento vehicular necesita tener establecido un organigrama de cada puesto de trabajo, también necesita tener establecido las funciones que debe cumplir cada puesto de trabajo y el perfil profesional de cada puesto de trabajo.

Organización del área de mantenimiento vehicular

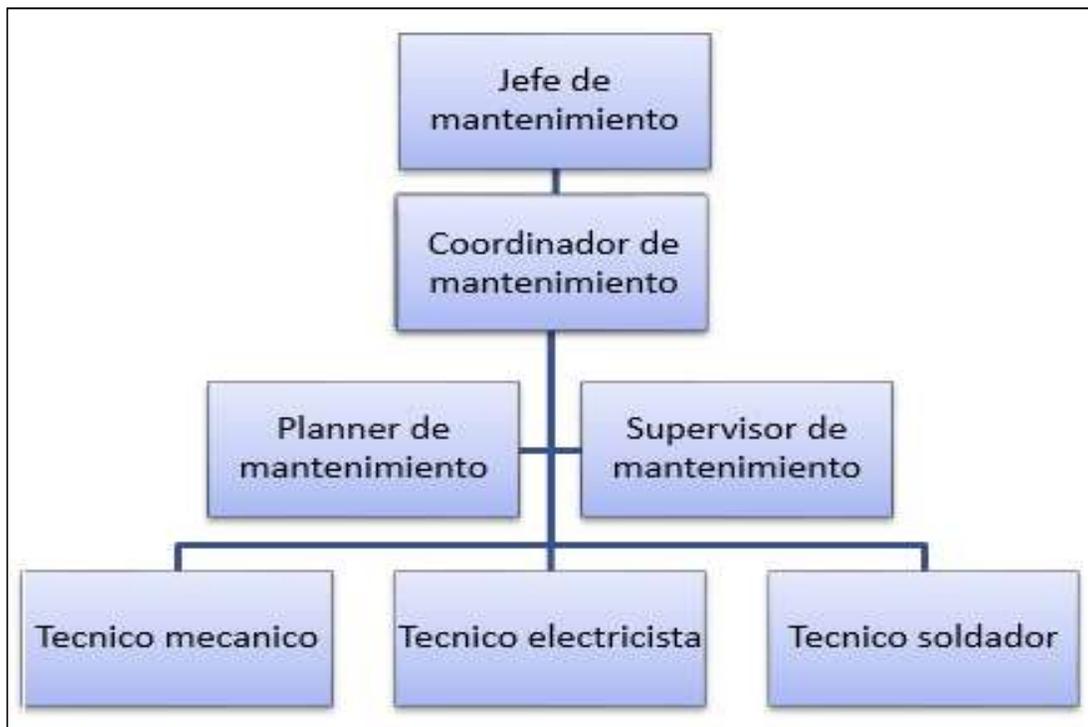


Figura N°16. Organigrama propuesto para el área de mantenimiento de flota vehicular

Fuente: Elaboración propia

Funciones de cada puesto de trabajo

Funciones de cada puesto de trabajo	
Jefe de mantenimiento	Se encarga de gestionar y garantizar el cumplimiento de los trabajos de mantenimiento de flota.
Coordinador de mantenimiento	Coordina con el área de transportes y controla el mantenimiento preventivo de los vehículos.
Planner de mantenimiento	Planifica mediante órdenes de trabajo los mantenimientos programados y registra el historial de los vehículos.
Supervisor de mantenimiento	Supervisa y controla la ejecución de trabajos de los técnicos mecánico, electricistas y soldadores.
Técnico mecánico	Ejecuta las labores de mantenimiento y reparaciones de acuerdo a un procedimiento establecido teniendo en cuenta la seguridad.
Técnico electricista	Ejecuta los trabajos de mantenimiento de sistema eléctrico del equipo respetando los procedimientos establecidos y la seguridad.
Técnico soldador	Ejecuta los trabajos de soldadura y reparación de carrocerías de los vehículos.

Fuente: Elaboración propia

Perfil profesional de cada puesto de trabajo

Perfil profesional de cada puesto de trabajo	
Jefe de mantenimiento	Ser ingeniero mecánico electricista con pos grado en gestión de activos, mínimo cinco años de experiencia en mantenimiento de flota vehicular.
Coordinador de mantenimiento	Ser ingeniero industrial mínimo dos años de experiencia en mantenimiento de flota vehicular.
Planer de mantenimiento	Ser ingeniero mecánico o industrial con conocimiento de Excel avanzado con dos años de experiencia en planeamiento.
Supervisor de mantenimiento	Ser ingeniero mecánico electricista con conocimientos técnicos de mantenimiento y reparación de flota vehicular.
Técnico mecánico	Ser técnico en la carrera de mecánica diésel con dos años de experiencia en mantenimiento y reparaciones de vehículos pesados.
Técnico electricista	Ser técnico en la carrera de electricista automotriz con dos años de experiencia en mantenimiento eléctrico de vehículos pesados.
Técnico soldador	Ser técnico soldador con dos años de experiencia en reparación de chasis y carrocería de vehículos pesados.

Fuente: Elaboración propia

3.4.7 Flujo grama de ejecución de trabajos

Nos indica los pasos a seguir en la ejecución de un trabajo de mantenimiento en donde se puede ver el inicio y el final del procedimiento en donde están presentes los formatos de control y la persona responsable en ejecutarlo.

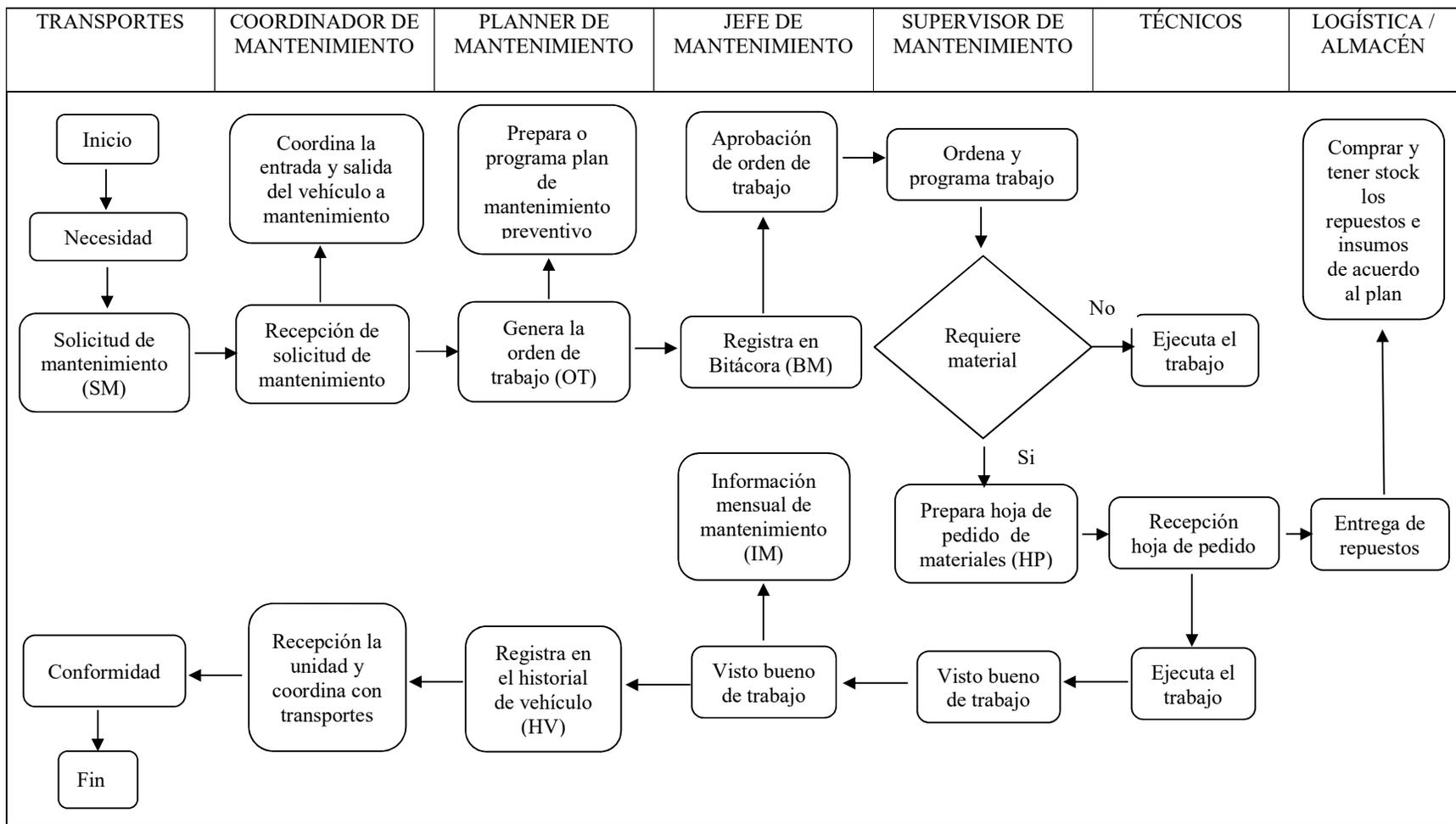


Figura N°17. Flujo grama de responsables y formatos en la ejecución de trabajos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Secuencia en la ejecución de actividades de mantenimiento

El vehículo requiere mantenimiento el jefe del área de transportes genera la solicitud de mantenimiento (SM), luego le pasa al coordinador de mantenimiento.

El coordinador de mantenimiento recepción la solicitud de mantenimiento y coordina la entrada del vehículo a mantenimiento y coordina con el planner de mantenimiento.

El planner de mantenimiento es el encargado de preparar el programa de mantenimiento y a la vez genera la orden de trabajo (OT) y luego le pasa al jefe de mantenimiento.

El jefe de mantenimiento aprueba la orden de trabajo y a la vez registra la orden de trabajo en la Vitacura de mantenimiento y luego le pasa la orden de trabajo al supervisor de mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento ordena la ejecución del trabajo al técnico de la especialidad para el diagnóstico, si el mantenimiento no necesita materiales el técnico ejecuta el trabajo.

Si el mantenimiento necesita materiales el supervisor de mantenimiento prepara la hoja de pedido de materiales (HP) y le pasa al técnico asignado.

El área de logística y almacén entrega los materiales al técnico, que a la vez son los encargados de comprar y tener en stock los repuestos e insumos de acuerdo al programa de mantenimiento anual.

El técnico recepción y retira los materiales de almacén y luego ejecuta el trabajo.

El supervisor de mantenimiento da el visto bueno del trabajo y luego informa al jefe de mantenimiento.

El jefe de mantenimiento da el visto bueno y registra el mantenimiento para elaborar el informe mensual (IM) y luego le pasa al planer de mantenimiento.

El planner de mantenimiento registra el trabajo en el historial de mantenimiento (IM) y luego le informa al coordinador de mantenimiento.

El coordinador coordina con el jefe de transportes acerca del vehículo para retirar la unidad de mantenimiento.

El jefe de transportes da la conformidad del servicio y programa a la unidad para realizar el transporte de carga.

3.4.8 formatos de control administrativa

Es necesario implementar formatos de control administrativa al sistema de gestión de mantenimiento cada formato tiene que tener un código para poder ser implementado en el flujo grama.

Formatos	Código
Solicitud de mantenimiento	SM
Orden de trabajo	OT
Bitácora de mantenimiento	BM
Hoja de pedido de almacén	HP
Información mensual de mantenimiento	IM
Historial de vehículos	HV
Hoja Chek list	HCL
Hoja de control de llantas	HCN

Fuente: Elaboración propia

3.4.9 Plan de mantenimiento

Al aplicar la metodología de análisis de modo y efecto de falla, según tablas N°3.10 al N°3.21 se hace uso de la información de acciones recomendadas para preparar un programa de actividades de mantenimiento preventivo de los diferentes sistemas de las unidades, el cual debe ser implementado de manera que se pueda comprobar su eficiencia, considerando que se debe hacer un seguimiento en cada actividad planificada, enfocándose a la mejora continua.

Este plan de actividades de mantenimiento preventivo se ejecutara en todos los vehículos en el periodo 2018 como plan de mejora, en el cual detalla el tipo de mantenimiento a ejecutarse en un determinado intervalo de tiempo y el tiempo establecido para cada tarea y la especialidad de cada tarea de mantenimiento resumiéndose en 16 intervenciones al año para cada uno de los vehículos.

Tabla N°30. Plan de mantenimiento en base a AMEF para la flota vehicular

PLAN DE MANTENIMIENTO						FRECUENCIA en HORAS / KILOMETROS																	
SIST EMA	ACTIVIDAD	TIEMPO horas/acti vidad	TIEMPO horas/año	TIPO	ESPECIALI DAD	1000	1500	3000	4500	6000	7500	9000	10500	12000	13500	15000	16500	18000	19500	21000	22500	24000	
						15	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	
enfriamiento	Revisar el nivel de líquido refrigerante (rellenar)	0.1		preventivo	conductor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Comprobar la temperatura del motor	0.1		preventivo	conductor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cambio de líquido refrigerante	0.5	1	preventivo	mecánico									x									x
	Revisar el estado del termostato (cambiar)	0.5	1	preventivo	mecánico									x									x
	Revisar el estado de la bomba de agua (cambiar)	01	2	preventivo	mecánico									x									x
	Revisar el sensor de temperatura (cambiar)	0.2	0.4	preventivo	electricista									x									x
Lubricación del motor	Revisar el nivel de aceite de motor	0.1		preventivo	conductor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cambio de aceite de motor	0.5	8	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cambio de filtro de aceite	0.2	3.2	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Comprobar la presión de la bomba de aceite	0.2	1.6	preventivo	mecánico			x		x		x		x		x		x		x		x	
	Comprobar el estado de la válvula de derivación (cambiar)	0.2	1.6	preventivo	mecánico			x		x		x		x		x		x		x		x	
	Revisar el sensor de temperatura/presión de aceite (cambiar)	0.3	2.4	preventivo	electricista			x		x		x		x		x		x		x		x	
	Realizar análisis de aceite de motor	0.3	4.8	predictivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
combustible	Cambio de filtro de combustible	0.2	3.2	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cambio de filtro sedimentado de combustible	0.2	3.2	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Comprobar el estado de bomba de inyección (mantenimiento)	5	5	preventivo	mecánico																		x
	Comprobar el estado de inyectores (mantenimiento)	4	4	preventivo	mecánico																		

Fuente: Elaboración propia

Continuación de la tabla N°30. Plan de mantenimiento en base a AMEF para la flota vehicular

PLAN DE MANTENIMIENTO						FRECUENCIA en HORAS / KILOMETROS																	
SISTEMA	ACTIVIDAD	TIEMPO horas/actividad	TIEMPO horas/año	TIPO	ESPECIALIDAD	1000	1500	3000	4500	6000	7500	9000	10500	12000	13500	15000	16500	18000	19500	21000	22500	24000	
						15	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	
motor	Comprobar la compresión en el motor	1	2	predictivo	mecánico										x								x
	Diagnosticar sonidos extraños en la parte interna del motor	1	2	predictivo	mecánico										x								x
	Comprobar la holgura de válvulas del motor (calibrar)	2	4	predictivo	mecánico										x								x
	Realizar pruebas en vacío / carga (potencia del motor)	1	2	predictivo	mecánico										x								x
Admisión y escape	Cambio de filtro de aire primario / secundario	0.2	3.2	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Verificar la presión de salida del turbo compresor	0.2	0.4	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar el estado de los sensores de presión de admisión	0.2	0.4	preventivo	electricista										x								x
	Verificar el buen estado del conducto de escape (reparar)	0.5	1	correctivo	soldador										x								x
suspensión	Verificar el estado de los fuelles (cambiar)	1.5	3	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar el estado de las ballestas (cambiar)	2	4	preventivo	soldador										x								x
	Verificar el estado de los amortiguadores (cambiar)	1.5	3	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar el buen funcionamiento de la válvula de nivel (cambio)	0.5	1	preventivo	mecánico										x								x
	Verificación de los neumáticos altura de banda / presión aire	0.3	4.8	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Verificar el estado de los rodamiento de ruedas (cambio)	2	4	preventivo	mecánico										x								x
dirección	Cambio de aceite de dirección	0.5	2	preventivo	mecánico					x				x				x					x
	Cambio de filtro de aceite de dirección	0.2	0.8	preventivo	mecánico					x				x				x					x

Fuente: elaboración propia

Continuación de la tabla N°30. Plan de mantenimiento en base a AMEF para la flota vehicular

PLAN DE MANTENIMIENTO						FRECUENCIA en HORAS / KILOMETROS																	
SISTEM A	ACTIVIDAD	TIEMPO horas/acti vidad	TIEMPO horas/año	TIPO	ESPECIALID AD	1000	15	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000
						15000	30000	45000	60000	75000	90000	105000	120000	135000	150000	165000	180000	195000	210000	225000	240000		
Dirección	Cambio de filtro de aceite de dirección	0.2	0.8	preventivo	mecánico						x							x					x
	Comprobar el buen funcionamiento del servo dirección	0.4	1.6	preventivo	mecánico						x							x					x
	funcionamiento de caja de dirección (mantenimiento)	2	4	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar crucetas y eje de dirección (cambiar)	0.5	2	preventivo	mecánico						x								x				x
	Realizar análisis de aceite de caja de dirección	0.3	1.2	predictivo	mecánico						x								x				x
frenos	Verificar la altura de pastillas / zapatas de freno (cambiar)	2	4	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar el estado de los cilindros neumáticos (cambiar)	1	2	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar el compresor de aire (mantenimiento)	1.5	3	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar válvula principal y válvula de cuatro vías (cambiar)	0.5	1	preventivo	mecánico										x								x
	Verificar su buen funcionamiento del freno motor	0.5	1	preventivo	mecánico										x								x
	Cambio de filtro secador de aire	0.2	0.4	preventivo	mecánico											x							
transmisión	Verificar el nivel de aceite de caja y diferencial	0.1	1.6	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Cambio de aceite a caja de cambios	0.5	1	preventivo	mecánico										x								x
	Cambio de filtro de aceite de caja de cambios	0.2	0.4	preventivo	mecánico										x								x
	Realizar análisis de aceite de caja de cambios	0.3	0.6	predictivo	mecánico											x							x
	Cambio de aceite a diferencial	0.5	1	preventivo	mecánico											x							x
	Cambio de filtro de aceite de diferencial	0.2	0.4	preventivo	mecánico											x							x
	Realizar análisis de aceite de diferencial	0.	0.6	predictivo	mecánico											x							x
	verificar el espesor del disco de embrague (cambiar)	2.5	5	preventivo	mecánico											x							x

Fuente: Elaboración propia

Continuación de la tabla N°30. Plan de actividades en base a AMEF para la flota vehicular

PLAN DE MANTENIMIENTO						FRECUENCIA en HORAS / KILOMETROS																	
SISTEMA	ACTIVIDAD	TIEMPO horas/actividad	TIEMPO horas/año	TIPO	ESPECIALIDAD	15	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	
						1000	15000	30000	45000	60000	75000	90000	105000	120000	135000	150000	165000	180000	195000	210000	225000	240000	
Transmisión	Cambiar liquido de embrague	0.3	0.6	preventivo	mecánico									x									x
	Calibrar la holgura del piñón de ataque y corona	0.3	0.6	preventivo	mecánico									x									x
	Verificar el estado de las crucetas (cambiar)	1.5	3	preventivo	mecánico									x									x
eléctrico	Mantenimiento arrancador	4	8	preventivo	electricista									x									x
	Mantenimiento alternador	4	8	preventivo	electricista									x									x
	Verificación de luces en general (cambio)	1	16	preventivo	electricista	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Mantenimiento a sensores del motor	0.2	1.6	preventivo	electricista			x		x		x		x		x		x		x		x	
	Mantenimiento al módulo ECM	1	2	preventivo	electricista									x									
Chasis / carrocería	Verificación de la carrocería / chasis (reparar)	0.5	4	correctivo	soldador			x		x		x		x		x		x		x		x	
	Verificación de la cabina (reparar)	0.3	2.4	correctivo	soldador			x		x		x		x		x		x		x		x	
	Verificación de soportes de cabina (cambiar)	1.5	3	preventivo	soldador									x									x
	Verificación de sus implementos de seguridad	0.5		preventivo	conductor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realizar inspección con hoja de check list.		0.5	8	preventivo	mecánico		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia

3.4.10 Repuesto, insumos y herramientas requeridas para el plan de mantenimiento

Para realizar adecuadamente los trabajos de mantenimiento es necesario contar con stock de repuestos de buena calidad, insumos y herramientas e equipos adecuados.

Tabla N°31. Repuestos requeridos para el plan de mantenimiento anual por cada unidad

Ítems	Descripción	cantidad
1	Termostato	01 unid
2	Bomba de agua	01 unid
3	Anillo reten	01 unid
4	Refrigerante	20 gal
5	Aceite volvo VDS 15W40	160 gal
6	Kits de filtro de aceite	16 kits
7	Kits de filtro de petróleo	16 kits
8	Junta de culata	01 unid
9	Bomba de aceite	01 unid
10	Camisetas	01 kits
11	Válvula de escape	01 kits
12	Válvula de admisión	01 kits
13	Main bearing	01 kits
14	Metal de biela	01 kits
15	Bolsa de aire	02 unid
16	Bolsas de aire	02 unid
17	Amortiguador	04 unid
18	Bomba de dirección	01 unid
19	Barra de volante completa	01 unid
20	Kits de reparación de caja dirección	01 kits
21	Cilindro de frenos	01 unid
22	Cilindro de frenos de resorte	01 unid
23	Cilindro de frenos	02 unid
24	Kits de reparación de compresor	01 kits
25	Juego de pastillas de freno	02 juego
26	Juego de pastillas de freno	04 juegos
27	Válvula	01 unid
28	Válvula de freno electroválvula	01 unid
29	Collarín de embrague	01 unid

Fuente: Elaboración propia

Continuación Tabla N°31. Repuestos requeridos para el plan de mantenimiento anual

Ítems	Descripción	cantidad
30	Disco de embregue	01 unid
31	Disco de embregue	01 unid
32	Anillo intermedio	01 unid
33	Plato de presión	01 unid
34	Juego de crucetas	01 juego
35	cojinete	02 unid
36	Faro derecho	01 unid
37	Faro izquierdo	01 unid
38	Amortiguador de cabina	02 unid
39	Reparación alternador 28V 80 A	01 kits
40	Reparación motor de arranque	01 kits
41	Baterías 12V/170AH	02 unid
42	Filtro de aire	16 unid
43	Filtro de aire secundario	08 unid
44	Aceite de caja	10 gal
45	Kits de filtro de aceite de caja	02 kits
46	Aceite de diferencial	30 gal
47	Aceite de caja automática	04 gal
48	Filtro hidráulico	04 unid
49	Válvula de control	01 unid
50	Válvula de control	01 unid
51	Válvula de aire	01 unid
52	Rencauche de neumáticos	08 unid
53	Neumáticos direccionales	02 unid

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°32. Insumos requeridos para el plan de mantenimiento anual

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Paños absorbentes	30 rollos
2	Limpiador de contactos	50 unid
3	Silicona	50 unid
4	desengrasante	100 gal

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°33. Herramientas e instrumentos requeridos para ejecutar los trabajos

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Juego de llaves mixtas en mm	04 juegos
2	Juego de llaves mixtas en pulgadas	04 juegos
3	Juego de dados en mm	04 juegos
4	Juego de dados en pulgadas	04 juegos
5	Juego de destornilladores	04 juegos
6	Juego de llaves halen en mm	04 juegos
7	Juego de llaves halen en pulgadas	04 juegos
8	Juego de dados tors	04 juegos
9	Suple de 2.5 pulgadas	04 unid
10	Suple de 5 pulgadas	04 unid
11	Suple de 10 pulgadas	04 unid
12	Rache encastre de 1/2	04 unid
13	Juegos de pinzas de abrir	04 juegos
14	Juego de pinzas de cerrar	04 juegos
15	Alicate mecánico	04 unid
16	Extractor de filtros	04 unid
17	Compresor de anillos	04 unid
18	Torqui metro	01 unid
19	Pie de rey	04 unid
20	Micrómetro	02 unid
21	Reloj comparador	01 unid
22	Calibrador de laminas	04 unid
23	Gata de 20 toneladas	04 unid
24	Linterna	04 unid

Fuente: Elaboración propia

3.4.11 Evaluacion del Sistema de gestion de mantenimiento propuesto

Para poder describir el sistema de gestión de mantenimiento después de implementar la propuesta se elaboró encuestas sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento del AMEF dirigida a todo el personal de mantenimiento vehicular en el cual participaron 10 personas entre técnicos y administrativos.

Cumplimiento del mantenimiento programado. Se plantea una serie de preguntas dirigidas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, en donde cada pregunta tiene cinco alternativas y cada alternativa tiene un puntaje.

Tabla N°34. Resultados de encuesta del cumplimiento del mantenimiento programado

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Existe gestión de mantenimiento programado en base a análisis de modo y efecto de falla?	8	2	0	0	0	48
2	¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se cumple satisfactoriamente?	7	2	1	0	0	46
3	¿Está satisfecho con el modo en que se llevan a cabo los procesos de mantenimiento programado?	6	2	2	0	0	44
4	¿Cuentan con stock de repuestos para realizar los mantenimientos programados?	8	2	0	0	0	48
5	¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para realizar mantenimiento preventivo, predictivos y correctivo?	5	2	3	0	0	37
6	¿El área de mantenimiento cuenta con una persona encargada de la planificación del mantenimiento?	5	3	2	0	0	43
7	¿Usted tiene conocimiento de algún formato o registro de mantenimiento de los vehículos?	5	5	0	0	0	45
8	¿Las fallas se detectan anticipadamente mediante métodos de inspección?	7	3	0	0	0	47
9	¿Conoce las frecuencias de mantenimiento que se deben dar en las unidades?	6	4	0	0	0	46
10	¿Califique sobre la gestión que actualmente el área de mantenimiento?	4	5	1	0	0	43
Total							447

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Porcentaje} = \frac{447 \cdot 100}{500} = 89.4\%$$

Este resultado nos da a conocer que el 89.4% de la personas aprueban el cumplimiento del mantenimiento programado, mientras que el 10.6% de la personas dicen que no se está cumpliendo con el mantenimiento programado.

Cumplimiento de órdenes de trabajo. Se plantea una serie de preguntas dirigidas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, en donde cada pregunta tiene cinco alternativas y cada alternativa tiene un puntaje.

Tabla N°35. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de órdenes de trabajo

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Sabe usted que es una orden de trabajo?	4	5	1			43
2	¿Existe órdenes de trabajo Gestión de manteamiento programado en base al análisis de modo y efecto de falla?	8	2	0	0	0	48
3	¿Cree usted que las órdenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoriamente?	4	4	2	0	0	42
4	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 30 durante el mes?	8	2	0	0	0	48
5	¿Existe una persona encargada de crear las órdenes de trabajo?	5	5	0	0	0	45
6	¿Las ordene de trabajo se aprueban de manera inmediata?	9	1	0	0	0	49
7	¿Existe direccionamiento de flujo para ejecución de trabajos en base a órdenes de trabajo?	10	0	0	0	0	50
8	¿Las órdenes de trabajo son registradas por una persona responsable?	10	0	0	0	0	50
9	¿Todas las órdenes de trabajo generadas son ejecutadas?	9	1	0	0	0	49
10	¿Existe repuestos en base a órdenes de trabajo programados?	7	3	0	0	0	47
Total							471

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Porcentaje} = \frac{471 \cdot 100}{500} = 94.2\%$$

Este resultado nos da a conocer que el 94.2% de la personas aprueban que si se da el cumplimiento de órdenes de trabajo, mientras que el 5.8% de la personas dicen que no se da el cumplimiento de ordene de trabajo.

Cumplimiento del AMEF. Se plantea una serie de preguntas dirigidas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del mantenimiento programado.

Tabla N°36. Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de AMEF

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Sabe usted de que trata la técnica AMEF?	9	1	0	0	0	49
2	¿Existe un plan de mantenimiento en base a análisis de modo y efecto de falla AMEF?	7	3	0	0	0	47
3	¿Cree usted que esta técnica de AMEF anticipe las fallas?	6	4	0	0	0	46
4	¿Existe una persona en el área de mantenimiento que pueda desarrollar esta demología de AMEF?	10	0	0	0	0	50
5	¿Sabe usted el procedimiento a aplicar la técnica de AMEF?	5	5	0	0	0	45
6	¿Sabe usted elaborar plan de mantenimiento en base a AMEF?	5	3	0	0	0	43
7	¿Sabe usted el rango de número de prioridad de riesgo NPR en base a AMEF para determinar fallas aceptables, inaceptables y reducibles?	5	5	0	0	0	45
8	¿El AMEF es una buena metodología a aplicar en los sistemas de los vehículos?	4	4	2	0	0	42
9	¿Está satisfecho con la metodología de AMEF?	10	0	0	0	0	50
Total							417

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Porcentaje} = \frac{417 \cdot 100}{450} = 92.6\%$$

Este resultado nos da a conocer que el 92.6% de la personas aprueban el cumplimiento de AMEF, mientras que el 7.4% de la personas dicen que no se da el cumplimiento de AMEF en el área de mantenimiento vehicular.

Resultado del sistema de gestión de mantenimiento actual. Se muestra el porcentaje del resultado de la encuesta dirigida al personal de mantenimiento sobre el sistema de gestión de mantenimiento; en el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes y el cumplimiento del AMEF considerando que el 100% consiste en aprobación plena y el 0% en plena desaprobación.

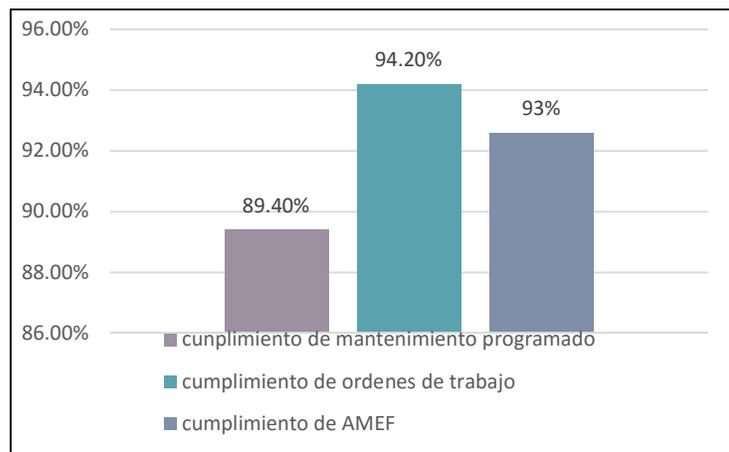


Figura N°18. Sistema de gestión de mantenimiento después de lo implementado

Fuente: (Tablas N° 34,35 y 36)

En la figura N° 3.2 nos da a conocer que actualmente el cumplimiento de órdenes de trabajo tiene un mayor índice de aprobación con un 94.2%, mientras que el cumplimiento de mantenimiento programado tiene el menor índice de aprobación con un 89.4%, los resultados después de implementar el sistema de gestión de mantenimiento en la flota vehicular son favorables.

Comparativa del sistema de gestión actual y después del propuesto. En el siguiente cuadro se muestra el estado actual del sistema de gestión de mantenimiento y el estado después de implementar el sistema de gestión, también se indica el incremento de porcentaje de acuerdo al resultado de las encuestas.

Tabla N°37. Comparativa del sistema de gestión antes y después

Indicadores	Antes	Después	Incremento
Cumplimiento del mantenimiento programado.	30.6%	89.4%	58.8%
Cumplimiento de órdenes de trabajo.	32.4%	94.2%	61.8%
Cumplimiento del AMEF	22%	93%	71%

Fuente: Elaboración propia

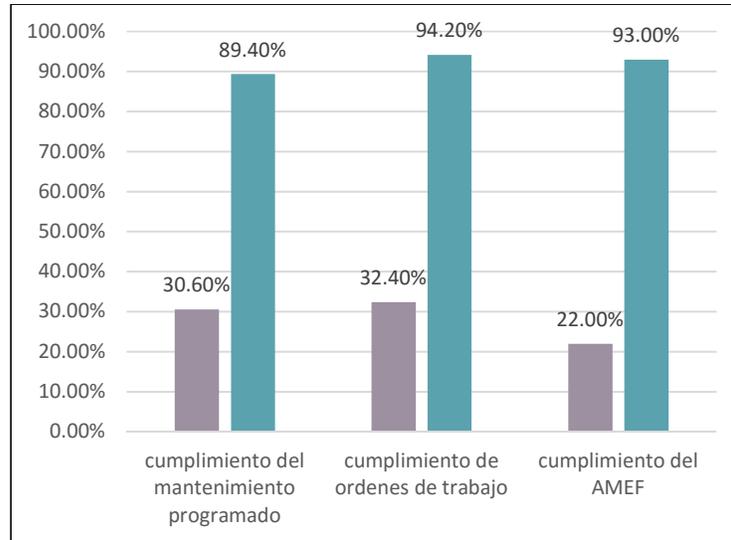


Figura N°19. Comparativa del sistema de gestión de mantenimiento antes y después

Fuente: Tabla N°37

En la figura N°19 se presenta el porcentaje de comparación de la encuesta dirigida al personal de mantenimiento sobre el sistema de mantenimiento actual y después de lo implementado la propuesta; en el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y el cumplimiento del AMEF. En el cual nos podemos dar cuenta que con la implementación de la propuesta hay un cambio significativo en el sistema de gestión de mantenimiento.

3.5 Evaluación de indicadores de mantenimiento proyectados

Para estimar los indicadores de mantenimiento se hace uso de la información del plan de mantenimiento (Tabla N°30) sobre las horas requeridas para el mantenimiento anual, número de intervenciones al año y horas programadas según ruta el cual se presentan en las siguientes tablas.

Tabla N°38. Horas anuales requeridas para el mantenimiento

ESPECIALIDAD	HORAS/AÑO POR CADA VEHICULO	HORAS/AÑO POR 30 VEHICULOS
Mecánico	113.80	3414
Electricista	38.80	1164
Soldador	14.40	432
total		5010

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°39. Horas anuales programadas según ruta

RUTA	CANTIDAD DE VEHICULOS	HORAS/AÑO POR CADA VEHICULO	HORAS/AÑO POR 30 VEHICULOS
Jaén	12	4380	52560
Huaras	11	3285	36135
Lima	7	3650	25550
TOTAL			114245

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°40. Número de intervenciones anual

RUTA	CANTIDAD DE VEHICULOS	16 INTERVENCIONES/AÑO POR CADA VEHICULO
Jaén	12	192
Huaras	11	176
Lima	7	112
TOTAL		480

Fuente: Elaboración propia

Evaluación del tiempo promedio para reparar. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.3

$$TMPR = \frac{TIEMPO\ TOTAL\ PARA\ REPARAR}{N^{\circ}\ DE\ INTERVENCIONES} = \frac{5010}{480} = 10.4375 \text{ horas para reparar / fallas}$$

Evaluación del tiempo promedio entre fallas. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.2

$$TMEF = \frac{T. PROGRAMADO-TIEM PARA REPARAR}{N^{\circ} DE INTERVENCIONES} = \frac{114245-5010}{480} = 227.5729 \text{ horas operación / falla}$$

Evaluación de la tasa de fallas. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.5

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{227.5729} = 0.004394 \text{ fallas / horas de operación}$$

Evaluación de la tasa de reparación. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.7

$$\mu = \frac{1}{TMPR} = \frac{1}{10.4375} = 0.09580 \text{ fallas / horas reparación}$$

Evaluación de la disponibilidad. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.1

$$D = \frac{TMEF}{TMEF+TMER} * 100 = \frac{227.5729}{227.5729+10.4375} * 100 = 95.61 \%$$

Evaluación de la confiabilidad. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.4

$$C = (e^{-\frac{\lambda * t}{100 * cantidad \ de \ vehiculo}}) * 100 = e^{-\frac{0.004394 * 114245}{100 * 30}} * 100 = 84.59 \%$$

Evaluación de la mantenibilidad. En el mantenimiento actual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Elegimos al vehículo N° 01; según ecuación N°1.6

$$M = (1 - e^{-\frac{\mu * t}{100 * cantidad \ de \ vehiculo}}) * 100 = (1 - e^{-\frac{0.09580 * 114245}{100 * 30}}) * 100 = 97.39 \%$$

Resultado de los indicadores de mantenimiento proyectados. Se muestra el promedio de indicadores de mantenimiento proyectado de disponibilidad con un 95.6%, confiabilidad con 84.6% y mantenibilidad con un 97.4% implementando el sistema de gestión de mantenimiento propuesto en el área de mantenimiento vehicular para la flota vehicular.

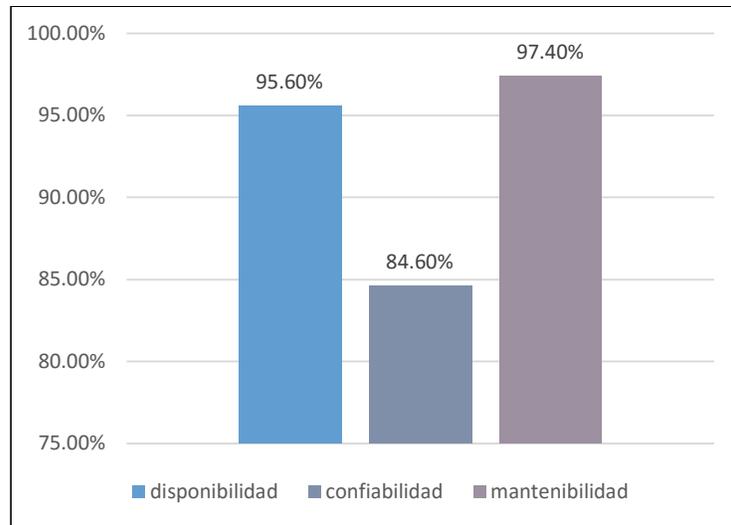


Figura N°20. Proyección de indicadores de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Comparativa de indicadores de mantenimiento actual y después del propuesto.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados y comparativa de los indicadores de mantenimiento de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en el estado actual y después de implementar el sistema de gestión, también se indica el incremento del porcentaje de cada indicador de mantenimiento. Luego se presenta una gráfica donde se puede visualizar cada indicador y su mejora.

Tabla N°41. Comparativa del sistema de gestión antes y después

Indicadores	Antes	Después	Incremento
Disponibilidad	87.8%	95.6%	7.8%
Confiabilidad	69.2%	84.6%	15.4%
Mantenibilidad	92%	97.4%	5.4%

Fuente: Elaboración propia

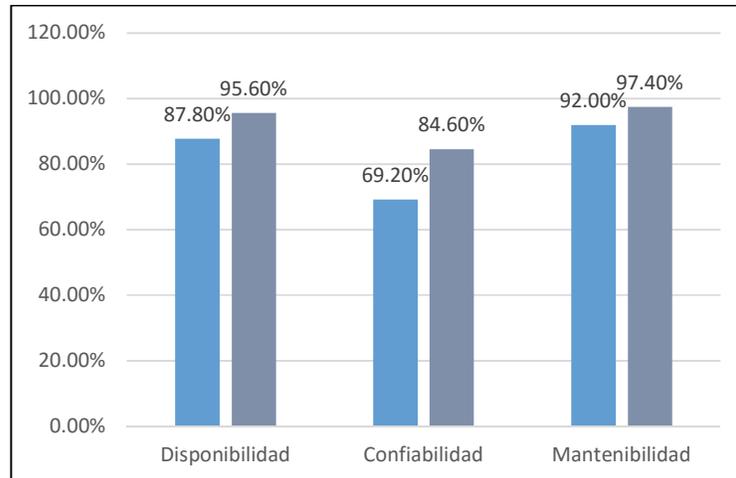


Figura N°21. Comparativa de indicadores de mantenimiento actual y proyectado

Fuente: Tabla N°41

Se muestra el comparativo de indicadores de mantenimiento actual en el periodo 2017 y proyectado en el periodo 2018 obteniendo un resultado favorable del crecimiento 7.8% en disponibilidad, 15.4% en confiabilidad y 5.4% en mantenibilidad.

3.6 Presupuesto y viabilidad económica del sistema de gestión de mantenimiento

Para presupuestar el sistema de gestión de mantenimiento hay que tener en cuenta los costos en repuesto, costos en insumos, costos en herramientas e instrumento y costo de mano de obra. Luego se evaluara la viabilidad del proyecto a implementar con el ahorro en alquiler mejorando la disponibilidad.

3.6.1 Presupuesto anual del sistema de gestión de mantenimiento

Costo de insumos. En la siguiente tabla se presenta el precio de insumos.

Tabla N°42. Costo de insumos requeridos para el plan de mantenimiento anual

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio / unidad	Precio total
1	Paños absorbentes	30 rollos	49.99	1499.70
2	Limpiador de contactos	50 unid	19.99	999.50
3	Silicona	50 unid	24.99	1249.50
4	desengrasante	100 gal	34.99	3499.00
Total				7248

Fuente: Elaboración propia

Costo de repuestos. En la siguiente tabla se presenta el precio de repuestos requeridos para el plan de mantenimiento anual para cada unidad vehicular, los precios están referenciados según anexo N°16.

Tabla N°43. Costo de repuestos para el plan de mantenimiento anual de cada unidad

Ítems	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio total
1	Termostato	01 unid	60.35	60.35
2	Bomba de agua	01 unid	288.13	288.13
3	Anillo reten	01 unid	11.99	11.99
4	Refrigerante	20 gal	35.22	704.40
5	Aceite volvo VDS 15W40	160 gal	62.15	9944.00
6	Kits de filtro de aceite	16 kits	156.64	2506.24
7	Kits de filtro de petróleo	16 kits	96.89	1550.24
8	Junta de culata	01 unid	115.35	115.35
9	Bomba de aceite	01 unid	268.12	268.12
10	Camisetas	01 kits	656.24	656.24
11	Válvula de escape	01 kits	39.63	39.63
12	Válvula de admisión	01 kits	23.47	23.47
13	Main bearing	01 kits	20.02	20.02
14	Metal de biela	01 kits	16.87	16.87
15	Bolsa de aire	02 unid	131.35	262.70
16	Bolsas de aire	02 unid	122.87	245.75
17	Amortiguador	04 unid	121.61	486.44
18	Bomba de dirección	01 unid	593.21	593.21
19	Barra de volante completa	01 unid	919.79	919.79
20	Kits de reparación de caja dirección	01 kits	79.28	79.28
21	Cilindro de frenos	01 unid	638.13	638.13
22	Cilindro de frenos de resorte	01 unid	636.29	636.29
23	Cilindro de frenos	02 unid	127.15	254.29
24	Kits de reparación de compresor	01 kits	665.25	665.25
25	Juego de pastillas de freno	02 juego	169.48	338.96
26	Juego de pastillas de freno	04 juegos	191.52	766.08
27	Válvula	01 unid	266.22	266.22
28	Válvula de freno electroválvula	01 unid	695.36	695.36
29	Collarín de embrague	01 unid	238.13	238.13

Fuente: Anexo N°16

Continuación de la tabla N°43. Costo de repuestos para el plan de mantenimiento

Ítems	Descripción	Cantidad	Precio unidad	Precio total
30	Disco de embrague	01 unidad	508.47	508.47
31	Disco de embrague	01 unidad	508.47	508.47
32	Anillo intermedio	01 unidad	720.33	720.33
33	Plato de presión	01 unidad	1016.94	1016.94
34	Juego de crucetas	01 juego	431.18	431.18
35	cojinete	02 unidad	423.72	423.72
36	Faro derecho	01 unidad	602.86	602.86
37	Faro izquierdo	01 unidad	482.29	482.29
38	Amortiguador de cabina	02 unidad	63.55	127.11
39	Reparación alternador 28V 80 A	01 kits	483.05	483.05
40	Reparación motor de arranque	01 kits	669.49	669.49
41	Baterías 12V/170AH	02 unidad	508.47	1016.94
42	Filtro de aire	16 unidad	110.16	1762.56
43	Filtro de aire secundario	08 unidad	118.64	949.12
44	Aceite de caja	10 gal	20.16	201.60
45	Kits de filtro de aceite de caja	02 kits	15.25	30.50
46	Aceite de diferencial	30 gal	20.76	622.80
47	Aceite de caja automática	04 gal	45.42	181.68
48	Filtro hidráulico	04 unidad	8.50	34.00
49	Válvula de control	01 unidad	1026.24	1026.24
50	Válvula de control	01 unidad	847.45	847.45
51	Válvula de aire	01 unidad	460.97	460.97
52	Rencauche de neumáticos	08 unidad	456.14	3649.12
53	Neumáticos direccionales	02 unidad	936.14	1872.28
54	Análisis de aceites	24 análisis	00	00
Total				S/ 40476

Fuente: Anexo N°16

Tabla N°44. Costo total en repuestos para toda la flota vehicular

Cantidad vehículos	Costo por cada vehículo	Costo total
30	40475.63	S/ 1,214269

Fuente: Elaboración propia

Costo de herramientas e instrumentos. Para realizar los trabajos de mantenimiento adecuadamente es necesario implementar herramientas e instrumento de medición adecuada, en la siguiente tabla se presenta el costo de herramientas e instrumento necesarios para el plan de mantenimiento propuesto, los precios están referenciados a un catálogo de herramientas de la marca Stanley.

Tabla N°45. Costo de herramientas e instrumentos

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio / unidad	Precio total
1	Juego de llaves mixtas en mm	04 juegos	189.99	759.96
2	Juego de llaves mixtas en pulgadas	04 juegos	179.99	719.96
3	Juego de dados en mm	04 juegos	229.99	919.96
4	Juego de dados en pulgadas	04 juegos	229.99	919.96
5	Juego de destornilladores	04 juegos	39.99	159.96
6	Juego de llaves halen en mm	04 juegos	18.99	75.96
7	Juego de llaves halen en pulgadas	04 juegos	19.99	79.96
8	Juego de dados tors	04 juegos	24.99	99.96
9	Suple de 2.5 pulgadas	04 unid	8.99	35.96
10	Suple de 5 pulgadas	04 unid	12.99	51.96
11	Suple de 10 pulgadas	04 unid	15.99	63.96
12	Rache encastre de 1/2	04 unid	20.99	83.96
13	Juegos de pinzas de abrir	04 juegos	59.99	239.96
14	Juego de pinzas de cerrar	04 juegos	59.99	239.96
15	Alicate mecánico	04 unid	12.99	51.96
16	Extractor de filtros	04 unid	19.99	79.96
17	Compresor de anillos	04 unid	29.99	119.96
18	Torqui metro	01 unid	899.99	899.96
19	Pie de rey	04 unid	59.99	239.96
20	Micrómetro	02 unid	249.99	499.98
21	Reloj comparador	01 unid	259.99	259.99
22	Calibrador de laminas	04 unid	19.99	79.96
23	Gata de 20 toneladas	04 unid	149.99	599.96
24	Linterna	04 unid	24.99	99.96
Total				S/ 7383

Fuente: Catalogo de herramientas Stanley

Costo de mano de obra del personal

Tabla N°46. Salario mensual y por hora de cada puesto de trabajo

Puesto de trabajo	Salario mensual	Horas al mes	Salario / hora
Jefe de mantenimiento	6000	176	34.1
Coordinador de mantenimiento	4000	176	22.7
Planner de mantenimiento	3000	176	17
Supervisor de mantenimiento	3000	176	17
Técnico mecánico	2200	208	10.6
Técnico electricista	2000	208	9.6
Técnico soldador	2400	208	11.5

Fuente: Chimu Agropecuaria S.A.

Tabla N°47. Costo anual de mano de obra del personal involucrado

Especialidad	Horas requeridas/año	Salario / hora	Costo total
Jefe de mantenimiento 1 hora / día	240	34.1	8181.6
Coordinador de mantenimiento 2 horas / día	480	22.7	10905.6
Planner de mantenimiento 3 horas / día	720	17	12268.8
Supervisor de mantenimiento 4 horas / día	960	17	16358.4
Técnico mecánico	3414	10.6	36085
Técnico electricista	1164	9.6	11186
Técnico soldador	432	11.5	4981
Total			S/ 99966

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto total del proyecto

Tabla N°48. Presupuesto para la implementación del sistema de gestión

Descripción	Coste total
Stock de repuestos	1214268.9
Costo de mano de obra	99966.4
Insumos	7247.7
Herramientas / equipos	7383.1
Total	S/ 1,328866

Fuente: Tabla N°42 al N°47

3.6.2 Viabilidad económica del proyecto

Ingreso anual en transporte de mercadería

Tabla N°49. Ingreso anual en transporte de mercadería según ruta

Ruta	Vehículos / ruta	Viajes / año	Ingreso / viaje	Ingreso /año
Jaén	12	365	3500	15330000
Huaras	11	365	2800	11242000
Lima	7	365	3000	7665000
total				S/ 34,237000

Fuente: Elaboración propia

Reducción de gastos en alquiler anual según la disponibilidad

Tabla N°50. Evaluación de gastos en alquiler según la disponibilidad

Disponibilidad	Ingreso / año	Cumplimiento de servicio	Gastos en alquiler / año
Actual (0.8757)	3,4237000	2,9981341	4,255659
Proyectado (0.9561)	3,4237000	3,2733996	1,503004
Reducción de gastos en alquiler			S/ 2,752655

Fuente: Elaboración propia

Ingreso neto anual

Como se puede observar los gastos en alquiler disminuye con el sistema de gestión de mantenimiento y con una disponibilidad de 95.6 % de flota entonces la viabilidad económica del proyecto de tesis se calcula de la siguiente manera:

Ingreso neto = Reducción de gastos en alquiler – Presupuesto de proyecto

Ingreso neto = S/ 2,752655 – S/1,328866

Ingreso neto = S/ 1,423789 un millón cuatrocientos veinte tres mil setecientos ochenta y nueve soles / año.

IV. DISCUSIÓN

En el estudio de Valdivieso (2017), titulada “incremento de la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Valdivieso S.R.L. Implementando un programa de mantenimiento” en el cual para evaluar las condiciones actuales se basó en el historial de mantenimiento de la flota vehicular obteniendo algunos tiempos empleados en reparación y número de intervención anual; en comparación con la presente tesis también se basa en evaluación del sistema de gestión actual en el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento del AMEF. También se basa en el historial de mantenimiento obteniendo tiempo total de reparación y número de intervenciones anual en el periodo 2017.

En el estudio de Vásquez (2016), titulada “sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo” se evaluaron los indicadores de mantenimiento actuales obteniendo como resultado de disponibilidad con un 87.17%, confiabilidad con un 78.33% y mantenibilidad con un 12.94%; en comparación con la presente tesis también se evaluó los indicadores actuales de mantenimiento en el periodo 2017 obteniendo como resultado de disponibilidad con un 87.8%, confiabilidad con un 69.2% y mantenibilidad con un 92%.

En el estudio de Vásquez (2016), titulada “sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo” aplico la técnica de análisis de criticidad en los cuales se basó en los siguientes criterios de frecuencia de falla, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento y seguridad ambiental y humana en los cuales obtuvo 8 máquinas críticas; en la presente tesis también se hace uso de la técnica de análisis de criticidad a 30 vehículos utilizando los siguientes criterios de frecuencia de falla, tráfico anual de carga, número de viajes anual, tiempo medio para reparar TMPR e impacto operacional de los cuales se obtuvo como resultado de 10 vehículos críticos siendo el 33.3% de la flota, 5 vehículos semi críticos siendo el 16.6% de la flota y 15 vehículos no críticos siendo el 50% de la flota.

En el estudio de Vásquez (2016), titulada “sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo” aplico la metodología de AMEF se involucró un total de un total de 133 fallas de los cuales 59 fallas fueron inaceptables (44.36%), 23 fallas reducibles o deseables (17.30%) y 51 fallas aceptables (38.34%) luego la programación de actividades se basó en las 59 fallas inaceptables generando soluciones preventivas para cada falla inaceptable; en la presente tesis también se aplicó la metodología AMEF a un total de 43 fallas con el cálculo del NPR actual los resultados fueron 33 falla inaceptables (76.7%), 9 fallas reducibles o deseables (20.9%) y 1 falla aceptable (2.3%) luego de aplicar las acciones preventivas del AMEF y con el plan de mantenimiento se proyectó el cálculo del NPR proyectado se obtuvo resultados favorables de 0 fallas inaceptables (0%), 8 fallas de reducción o deseable (18.6%) y 35 fallas aceptables (81.4%).

El estudio de Hamid (2016), titulada “propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular Mega log” implemento formatos de control administrativa como inventario actualizado de la maquinaria, fichas de inspección rutinaria, fichas técnicas de los vehículos y el procedimiento para desarrollar el plan de mantenimiento; en la presente tesis se implementó el sistema de gestión de mantenimiento como misión, visión, objetivos, políticas, organización de responsabilidades, flujo grama de procedimiento y formatos de control administrativa como orden de trabajo, solicitud de mantenimiento, hoja de inspecciones y hoja de registro del historial de los vehículos.

En el estudio de Vásquez (2016), titulada “sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo”, se estimó los indicadores de mantenimiento proyectados obteniendo como resultado de disponibilidad con un 92.23% con un incremento de 5.06% , confiabilidad con un 87.05% con un incremento de 8.72% y mantenibilidad con un 12.83% con un incremento de forma estable; en comparación con la presente tesis también se estimó los indicadores proyectados de mantenimiento en el periodo 2018 obteniendo como resultado de disponibilidad con un 95.6% con un incremento de 7.8%, confiabilidad con un 84.6% con un incremento de 15.4% y mantenibilidad con un 97.4% con un incremento de 5.4%.

En el presente proyecto se describe las siguientes fortalezas, se logró mejorar el sistema de gestión de mantenimiento en el cumplimiento de programa de mantenimiento, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento de AMEF de igual manera se logró incrementar los indicadores de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad; de la misma razón es rentable porque tiene un ingreso neto anual de un 1,423789 soles al año.

En la presente investigación tiene algunas debilidades como la falta de información sobre el mantenimiento actual, el escás de indicadores de mantenimiento en el área para poder tener una idea en cuanto estuvo los años anteriores. También el cumplimiento de indicadores proyectados de mantenimiento depende del cumplimiento al 100% de mantenimiento programado, ordenes de trabajo y del AMEF. Otra de las deficiencias de la presente investigación es que no existe el costo actual en el mantenimiento de la flota vehicular.

La flota vehicular de 30 camiones de la marca volvo se seleccionó como unidad de estudio porque es la flota con mayor deficiencia en el servicio actualmente y al ves es la más importante de la empresa enfocada al transporte de productos consumibles por los clientes el cual necesita tener el 100% disponibles y operativos las unidades para el buen cumplimiento de sus actividades. La muestra fue seleccionada de manera intencional no probabilístico porque todas las unidades realizan las mismas actividades de transporte en ruta y a la vez son de la misma marca.

Para realizar el estudio sobre el sistema de gestión de mantenimiento de la situación actual de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. en el área de mantenimiento vehicular se elaboró tres encuestas sobre el cumplimiento del mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento de AMEF el cual fue validado por un especialista en gestión de mantenimiento. Cada encuesta consta de diez preguntas y cada pregunta tiene cinco alternativas. Las encuestas estuvo dirigidas a todo el personal de mantenimiento vehicular de los cuales participaron diez personas entre ellos personal técnico y personal administrativo.

V. CONCLUSIÓN

Se implementó el sistema de gestión de mantenimiento basado en el círculo de calidad y mejora continua el cual consta de políticas, estrategias y plan de mantenimiento basado en la metodología de análisis de modo y efecto de falla.

Para la evaluación del sistema de gestión de mantenimiento actual se emplearon encuestas al personal de mantenimiento sobre el cumplimiento del plan de mantenimiento programado, cumplimiento de órdenes de trabajo y cumplimiento del AMEF y como resultado se obtuvieron en cumplimiento de mantenimiento programado en un 30.6%, cumplimiento de órdenes de trabajo en un 32.4% y cumplimiento del AMEF en un 22%. También se evaluaron los indicadores actuales de mantenimiento en el periodo 2017 obteniendo como resultado de disponibilidad con un 87.8%, confiabilidad con un 69.2% y mantenibilidad con un 92%.

Se realizó análisis de criticidad a 30 vehículos utilizando los siguientes criterios de frecuencia de falla, tráfico anual de carga, número de viajes anual, tiempo medio para reparar e impacto operacional de los cuales se obtuvo como resultado de 10 vehículos críticos (33.3%), 5 vehículos semi crítico (16.6%) y 15 vehículos no críticos (50%).

Al vehículo con mayor índice de criticidad se aplicó la metodología AMEF a un total de 43 fallas con el cálculo del NPR actual los resultados fueron 33 falla inaceptables (76.74%), 9 fallas reducibles o deseables (20.93%) y 1 falla aceptable (2.32%) luego de aplicar las acciones preventivas del AMEF y con el plan de mantenimiento propuesto basado en AMEF se proyectó el cálculo del NPR y se obtuvo resultados favorables de 0 fallas inaceptables (0%), 8 fallas de reducción o deseable (18.60%) y 35 fallas aceptables (81.39%).

Se implementó el sistema de gestión de mantenimiento el cual consta de misión, visión, objetivos, políticas, organización de responsabilidades, flujo grama de procedimiento, plan de mantenimiento y formatos de control administrativa como orden de trabajo, solicitud de mantenimiento, hoja de inspecciones, hoja de pedido de almacén, bitácora de mantenimiento, hoja de control de neumáticos y hoja de registro del historial de los vehículos. Luego de implementar el sistema de gestión de mantenimiento se aplicó

nuevamente encuestas al personal de mantenimiento y se obtuvieron resultados favorables en cumplimiento de mantenimiento programado en un 89.10% con un incremento de 58.8%, cumplimiento de órdenes de trabajo en un 94.20% con un incremento de 61.8% y cumplimiento del AMEF en un 92.60% con un incremento de 71%.

Se estimó los indicadores proyectados después de implementar el sistema de gestión de mantenimiento en el periodo 2018 obteniendo como resultado en disponibilidad en un 95.6% con un incremento de 7.8%, confiabilidad en un 84.6% con un incremento de 15.4% y mantenibilidad en un 97.4% con un incremento de 5.4%.

Se estimó el presupuesto para la implementación del proyecto considerando el costo en repuesto, costo en insumos, costo en herramientas e instrumentos y costo en mano de obra obteniendo un presupuesto total de 1,328866 soles al año. Luego se estimó la reducción de gastos en alquiler anual mejorando la disponibilidad de flota en 2,752655 obteniendo un ingreso neto de S/ 1,423789 un millón cuatrocientos veinte tres mil setecientos ochenta y nueve soles al año.

VI. RECOMENDACIONES

Buscar el cumplimiento del plan de mantenimiento programado, órdenes de trabajo y el AMEF para evaluar el sistema de gestión de mantenimiento y ejecutar las actividades que se consideran en el plan de mantenimiento y dar prioridad a las unidades críticas de la flota vehicular. Aplicar periódicamente indicadores de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad para evaluar el estado de la flota vehicular.

Seleccionar y capacitar adecuadamente al personal técnico encargado del mantenimiento para que se encargue de realizar un control diario de las fallas presentadas en cada vehículo.

Inspeccionar periódicamente las unidades mediante hojas de inspección a todos los sistemas y elementos más críticos que forman parte del vehículo de manera que se puedan tener un control del estado en los que se encuentran cada componente.

Realizar una adecuada supervisión los procedimientos en ejecutar las tareas de mantenimiento para evitar las fallas que provoquen un estado de desgaste de vida útil de dichas unidades.

Implementar constantemente nuevas tareas al plan de mantenimiento preventivo en base a la metodología de análisis de modo y efecto de falla AMEF para minimizar al máximo el mantenimiento correctivo.

Implementar una política de renovación y mejora continua de acuerdo a los criterios técnicos y económicos para reducir de una manera significativa los costos de mantenimiento facilitando la administración de mantenimiento la compra y el almacenamiento de repuestos.

VII. REFERENCIAS

Arroyo, J. (2016). Diseño del plan de mantenimiento para la flota vehicular en la empresa dedicada al medio ambiente. Tesis, de Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú.
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5292>

Carbajal, P. (2016). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de Transportes Dorado S.A.C. Tesis, de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8567>.

Castañeda, J. (2016). Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A. tesis, de la Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2300/1/CASTA%C3%91EDA%20MU%C3%91OZ%20y%20GONZALES%20MINO.pdf>

Danger, A. y Pierre, L. (2017). Metodología para seleccionar sistema de mantenimiento.
<http://www.mantenimientomundial.com>.

Días, J. (2016). Lucro cesante, Economistas colegiados al servicio de justicia en España.
<http://www.lucrocesante.com>.

Duran, J. (2010). Gestión de mantenimiento bajo estándares internacionales como PAS 55.
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/PAS55.pdf>.

Fernández, E. (2018). Analisis de la cadena de valor Chimu Agropecuaria. LinkedIn para ventas.

Florida, O. (2018). Analisis de criticidad.

<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>.

Granjales, D., Sanchez, Y., & Pinzon, M. (2006). la Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad diciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.

<https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>.

Hamid, D. (2016). Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular Megalog. Tesis, de la Universidad Politécnica De Valencia, Valencia, España

<https://riunet.upv.es/handle/10251/76463?show=full>.

Hidalgo, A. (2005). Analisis de modo y efecto de falla.

<https://www.gestiopolis.com/manual-amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-fallas-potenciales/>.

IRIM, I. R. (2018). Plan de mantenimiento. Instituto Renovetec De Ingenieria De Mantenimiento.

<http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>.

Lazarini, J. (2016). Historia y evolucion del mantenimiento

<https://gestionmantenimientomentefactusupq.wikispaces.com/file/view/Historia+del+Mantenimiento.pdf>.

Lema, J. (2013). Mecanica automotriz.

http://todomecanicaa.blogspot.pe/p/blog-page_5285.html.

Osegueda, A. (2016). Tren motriz de camion.

<https://es.slideshare.net/zexaralvaradosegueda/tren-motriz>.

Rodes. (2016). Sistema de direccion del automovil.

<https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-de-direccion-que-es/>.

Ruiz, J. (2016). Diseño del programa de mantenimiento vehicular de la flota ligera de la empresa Rio Tinto Minera Peru LTDA. S.A.C. Tesis de la Universidad Nacional De Piura, Piura, Peru.

<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/690>.

Sexto, L. (2017). Tipos de mantenimiento

<http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=2261&lang=es>.

Valdiviezo, G. (2017). Incremento de la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa Valdivieso S.R.L. implementando un programa de mantenimiento. Tesis, de la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Peru.

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/unitru/10138>.

Vásquez, J. (2016). Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo. Tesis, de la Universidad César Vallejo, Trujillo, Peru.

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/9692>.

Villena, A. (2017). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo técnicas de TPM en una empresa constructora. Tesis, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima Peru.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe>.

Volvo, C. (2012). Manual de entrenamiento de camiones Volvo FH.

<https://es.scribd.com/doc/199159622/Motor-D13>.

Zuluaga, A. (2011). Costos de mantenimiento.

<https://prezi.com/dbubqjlgnrqs/costos-de-mantenimiento/>.

Zurita, J. (2016). Diseño e implementación de un programa de mantenimiento a la flota de Tracto Camiones modelo International 9200I de la empresa Arca Continental S.A. tesis, de la Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

<http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1140>.

ANEXOS

Cumplimiento del mantenimiento programado

Anexo N°1. Encuesta sobre el cumplimiento del mantenimiento programado

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Existe gestión de mantenimiento programado en base a análisis de modo y efecto de falla?						
2	¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se cumple satisfactoriamente?						
3	¿Está satisfecho con el modo en que se llevan a cabo los procesos de mantenimiento programado?						
4	¿Cuentan con stock de repuestos para realizar los mantenimientos programados?						
5	¿La empresa cuenta con personal técnico capacitado para realizar mantenimiento preventivo, predictivos y correctivo?						
6	¿El área de mantenimiento cuenta con una persona encargada de la planificación del mantenimiento?						
7	¿Usted tiene conocimiento de algún formato o registro de mantenimiento de los vehículos?						
8	¿Las fallas se detectan anticipadamente mediante métodos de inspección?						
9	¿Conoce las frecuencias de mantenimiento que se deben dar en las unidades?						
10	¿Califique sobre la gestión que actualmente el área de mantenimiento?						
Total							

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°2. Validación del instrumento

ITEM	CRITERIOS A EVALUAR										Observaciones
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		X		X		
2	X		X			X	X		X		
3	X		X		X		X		X		
4	X		X		X		X		X		
5	X		X		X		X		X		
6	X		X		X		X		X		
7	X		X		X		X		X		
8	X		X		X		X		X		
9	X		X		X		X		X		
10	X		X		X		X		X		
ASPECTOS GENERALES										SI	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.										X	
Los items permiten el logro del objetivo de la investigación.										X	
Los items están distribuidas en forma lógica y secuencial.										X	
El número de items es suficiente para recoger la información.										X	
VALIDEZ.											
Aplicable: <u>SI</u>						No aplicable:					
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES											
Validado por: <u>Ing. Juan Carlos Bengoa S.</u>						C.I. <u>121515</u>					
Firma: 						Teléfono: <u>949738469</u>					
e-mail: <u>jcbeugo@hotmail.com</u>						Fecha: <u>10/06/18</u>					

Cumplimiento de órdenes de trabajo

Anexo N°3. Encuesta sobre el cumplimiento de órdenes de trabajo

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Sabe usted que es una orden de trabajo?						
2	¿Existe órdenes de trabajo Gestión de mantenimiento programado en base al análisis de modo y efecto de falla?						
3	¿Cree usted que las órdenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoriamente?						
4	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 30 durante el mes?						
5	¿Existe una persona encargada de crear las órdenes de trabajo?						
6	¿Las ordene de trabajo se aprueban de manera inmediata?						
7	¿Existe direccionamiento de flujo para ejecución de trabajos en base a órdenes de trabajo?						
8	¿Las órdenes de trabajo son registradas por una persona responsable?						
9	¿Todas las órdenes de trabajo generadas son ejecutadas?						
10	¿Existe repuestos en base a órdenes de trabajo programados?						
Total							

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°4. Validación del instrumento

ITEM	CRITERIOS A EVALUAR										Observaciones	
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende			
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
1	X		X			X		X		X		
2	X		X		X				X	X		
3	X		X		X			X		X		
4	X		X		X			X		X		
5	X		X		X			X		X		
6	X		X		X			X		X		
7	X			X	X			X		X		
8	X		X		X			X		X		
9	X		X		X			X		X		
10	X		X		X			X		X		
ASPECTOS GENERALES										SI	NO	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario										X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación.										X		
Los ítems están distribuidas en forma lógica y secuencial										X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información										X		
VALIDEZ												
Aplicable: <u>S:</u>						No aplicable:						
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES												
Validado por: <u>Ing. Juan Carlos Bengoa S.</u>						C.I.: <u>121515</u>						
Firma: 						Teléfono: <u>949738469</u>						
e-mail: <u>jc.bengoa@hotmail.com</u>						Fecha: <u>10/06/18</u>						

Cumplimiento del AMEF

Anexo N°5. Encuesta sobre el cumplimiento de AMEF

N°	Pregunta	Aprobación plena	Aprobación simple	Indecisión o indiferencia	Desaprobación simple	Desaprobación plena	Puntaje total
		AP	AS	ID	DS	DP	
		5	4	3	2	1	
1	¿Sabe usted de que trata la técnica AMEF?						
2	¿Existe un plan de mantenimiento en base a análisis de modo y efecto de falla AMEF?						
3	¿Cree usted que esta técnica de AMEF anticipe las fallas?						
4	¿Existe una persona en el área de mantenimiento que pueda desarrollar esta metodología de AMEF?						
5	¿Sabe usted el procedimiento a aplicar la técnica de AMEF?						
6	¿Sabe usted elaborar plan de mantenimiento en base a AMEF?						
7	¿Sabe usted el rango de número de prioridad de riesgo NPR en base a AMEF para determinar fallas aceptables, inaceptables y reducibles?						
8	¿El AMEF es una buena metodología a aplicar en los sistemas de los vehículos?						
9	¿Está satisfecho con la metodología de AMEF?						
Total							

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°6. Validación del instrumento

ITEM	CRITERIOS A EVALUAR										Observaciones
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		X		X		
2	X		X		X		X		X		
3	X		X		X		X		X		
4	X		X			X	X		X		
5	X		X		X		X		X		
6	X		X		X		X		X		
7	X		X		X		X		X		
8	X		X		X		X		X		
9	X		X		X		X		X		
10											
ASPECTOS GENERALES										SI	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario.										X	
Los items permiten el logro del objetivo de la investigación										X	
Los items están distribuidas en forma lógica y secuencial.										X	
El número de items es suficiente para recoger la información.										X	
VALIDEZ											
Aplicable: <i>Si</i>						No aplicable:					
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES											
Validado por: <i>Ing. Juan Carlos Bengoa S.</i>						C.I.: <i>121515</i>					
Firma: <i>Bengoa</i>						Teléfono: <i>949738469</i>					
e-mail: <i>jc Bengoa@hotmail.com</i>						Fecha: <i>10/06/18</i>					

Anexo N°7. Historial de falla del vehículo N°08 en el periodo 2017

VEHICULO N° 08 - HISTORIAL PERIODO 2017				
Ítem	Descripción de la falla	Sistema	Intervenciones veces/año	Tiempo en reparación horas/año
1	Deterioro de válvula termostática.	Enfriamiento	2	14
2	Fuga de refrigerante por el retén de la bomba de agua.		2	12
3	Fuga de agua por el panel del radiador.		2	16
4	Junta de culata recalentada.		2	32
5	Perdida de presión de la bomba de aceite	Lubricación	1	8
6	Filtros de aceite obstruidos		3	12
7	Válvula de derivación y muelle de válvula con desgaste		1	8
8	Filtros y cañerías de combustible obstruidas	Combustible	4	16
9	Perdida de presión de la bomba de inyección de combustible.		1	35
10	Toberas de inyectores pegadas.		2	32
11	Superficie de culata con desnivel	Motor	1	32
12	Anillos y pistones con desgaste		1	40
13	Desgaste en el asiento de la válvula de admisión y escape.		1	28
14	Cojinetes de biela y bancada con desgaste		1	48
15	Filtros de aire obstruidos	Admisión / escape	3	12
16	Silenciador de tubo de escape roto		2	16
17	Perdida de potencia en el turbo compresor		1	25
18	Fuga de aire por los fuelles de suspensión.	Suspensión	3	28
19	Amortiguadores en mal estado (vencidos)		3	28
20	Ballestas de suspensión delanteras rotas.		3	35
21	Válvula de nivel de las bolsas de aire deteriorada		1	8
22	Llantas con desgaste prematuro		4	18

Fuente: Chimu Agropecuaria S.A.

Continuación de Anexo N°7: Historial de falla del vehículo N°08 en el periodo 2017

VEHICULO N° 08 - HISTORIAL PERIODO 2017				
Ítem	Descripción de la falla	sistema	Intervenciones veces/año	Tiempo en reparación horas/año
23	Perdida de presión en el servo dirección	Dirección	2	17
24	Cojinetes y sin fin de caja de dirección con desgaste		1	28
25	Fuga de aceite de dirección por reten de caja de dirección		2	16
26	Crucetas de eje de dirección con desgaste.		2	32
27	Fuga de aire por cilindros neumáticos	Frenos	3	26
28	Compresor de aire de frenos no carga		2	34
29	Desgaste en las pastillas y zapatas de freno		3	28
30	Válvula de cuatro vías no funciona		2	16
31	Válvula principal de frenos con desgaste		2	8
32	Freno de motor no funciona		1	8
33	Dificultad al ingresar los cambios en la caja	Transmisión	2	46
34	Disco de embrague y plato presor con desgaste		2	32
35	Crucetas de cardan con desgaste		3	28
36	Desgaste en el piñón y corona en el diferencial		1	58
37	Rodamientos de boca masa recalentados		3	48
38	Arrancador no funciona	Eléctrico	3	28
39	Alternador no carga a la fuente (baterías)		3	28
40	Faros delanteros no encienden		3	16
41	Sensores y módulo del motor no emiten señal		1	36
42	Chasis rajado	Carrocería	1	54
43	Soportes de cabina con desgaste.		1	22
TOTAL			87	1112

Fuente: Chimú Agropecuaria S.A.

Formatos para el sistema de gestión de mantenimiento vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Anexo N°8. Formato de orden de trabajo

	ORDEN DE TRABAJO		N° OT: 001
	(OT)		
Vehículo:		Modelo:	
Marca:		Fecha / hora:	
Programado:	<input type="checkbox"/>	Urgente:	<input type="checkbox"/>
Trabajo solicitado			
Fecha / hora de inicio:		Fecha / hora de termino:	
Tiempo asignado:		Tiempo utilizado:	
Trabajo realizado			
Repuestos utilizados			
Técnico encargado:			
solicitante		Revisado y aprobado	
<p>.....</p> <p style="text-align: center;">Planner de mantenimiento</p>		<p>.....</p> <p style="text-align: center;">Jefe de mantenimiento</p>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°9. Formato de solicitud de mantenimiento

		SOLICITUD DE MANTENIMIENTO (SM)			N° SM: 001	
Vehículo:			Modelo:			
Marca:			Fecha / hora:			
Descripción del mantenimiento						
Solicita			Recibe			
..... Jefe de transportes		 Coordinador de mantenimiento			

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°10: Formato de bitácora de mantenimiento

		BITACORA DE MANTENIMIENTO (BM)				N° BM: 001	
Fecha	N° vehículo	Sistema	N° OT	Técnico	Tiempo estimado	Fecha de ejecución	Observaciones

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°11. Formato de hoja de pedido de almacén

		HOJA DE PEDIDO DE ALMACEN (HP)		N° HP: 001	
N° OT:			fecha /hora:		
Ítem	Descripción	N° de parte	Cantidad		
..... Almacén		 Técnico responsable		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°12. Formato de informe mensual de vehículos

		INFORME MENSUAL (IM)			N° IM: 001	
N° vehículo	Tipo de mantenimiento	horas de mantenimiento	Técnico	Repuestos	Condición de equipo	
Elaborado			Revisado y aprobado			
..... jefe de mantenimiento		 gerencia			

Fuente: Elaboración propia

Repuestos para el programa de mantenimiento anual de la flota vehicular de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.

Anexo N°16. Cotización de repuestos volvo

		Mannucci Diesel S.A.C. 3276-Mannucci Diesel SAC - Trujillo Av. Mansiche 480 Urb. Las Quintanas Trujillo-Trujillo-La Libertad				R.U.C. N° 20397561454 COTIZACIÓN		
RAZÓN SOCIAL : CHIMU AGROPECUARIA S.A. DIRECCIÓN : AV. ESPAÑA NRO. 1340 URB. CENTRO CIVICO TRUJILLO LA LIBERTAD R.U.C. : 20132373958		FECHA DE COTIZACIÓN : 26/06/2018 FECHA DE VENCIMIENTO : 26/07/2018 N° DE COTIZACIÓN : 10150120						
Cód. de Prod.	Cód. VST / Cód. de Rpto	Descripción de Mano de Obra / Descripción de Repuesto	Cant / Horas	Unit	Valor x Hora / Valor Unitario	% Dct.	Valor Neto Unitario	Venta Neta
VO 82394696		BARRA VOLANTE	1.00	PC	1,149.74	20.00%	919.79	919.79
VO 21613426		(OFERTA) TERMOSTATO	1.00	PC	60.35		60.35	60.35
VO 22902431		(OFERTA) Unida de bomba de agua	1.00	ST	288.13		288.13	288.13
VO 21103569		ANILLO RETEN	1.00	PC	14.99	20.00%	11.99	11.99
VO 21510072		(OFERTA) JUNTA DE CULATA	1.00	PC	115.35		115.35	115.35
VO 20824906		(OFERTA) BOMBA DE ACEITE	1.00	PC	268.12		268.12	268.12
VO 21523462		JG. CAMISETA	6.00	KT	820.30	20.00%	656.24	3,937.44
VO 21016539		(OFERTA) VÁLVULA DE ESCAPE	12.00	ST	39.63		39.63	475.56
VO 20740798		(OFERTA) VÁLVULA DE ADMISIO	12.00	PC	23.47		23.47	281.64
VO 23070440		MAIN BEARING KIT	7.00	KT	25.03	20.00%	20.02	140.17
VO 20580558		(OFERTA) METAL DE BIELA	6.00	KT	16.87		16.87	101.22
VO 21961456		(OFERTA) Resorte neumático	4.00	PC	262.70		262.70	1,050.80
VO 21961374		(OFERTA) Resorte neumático	4.00	PC	245.75		245.75	983.00
VO 20585556		AMORTIGUADOR	4.00	PC	304.03	20.00%	243.22	972.90
VO 21488833		(OFERTA) Bomba de dirección	1.00	PC	593.21		593.21	593.21
VO 21219953		JUEGO JUNTAS	1.00	SA	99.10	20.00%	79.28	79.28
VO 20721842		CILINDRO DE FRENO	1.00	PC	797.66	20.00%	638.13	638.13
VO 21283630		CILINDRO DE FRENO DE RESO	1.00	PC	795.36	20.00%	636.29	636.29
VO 20708819		CILINDRO DE FRENOS	2.00	PC	254.29	20.00%	203.43	406.86
VO 22203109		(OFERTA) Kit de reparación culata de compresor	1.00	SA	665.25		665.25	665.25
VO 21352570		(OFERTA) Juego de pastillas de freno	1.00	PC	169.48		169.48	169.48
VO 21496550		(OFERTA) Juego de pastillas de freno	2.00	KT	191.52		191.52	383.04
Lucio Romero Velarde EJECUTIVO DE VENTAS correo electronico: telefono: CENTRAL: 044-235481(Telefono) 044-232869(Fax)				N°DE CUENTAS CORRIENTES EN SOLES Banco de Credito del Peru BCP 570-1074257-0-54 Banco Continental BBVA 4585 N°DE CUENTAS CORRIENTES EN DOLARES Banco de Credito del Peru BCP 570-1068966-1-19 Banco Continental BBVA 4586				

Fuente: Mannucci Diésel S.A.C.

Continuación de Anexo N°16. Cotización de repuestos Volvo

		Mannucci Diesel S.A.C. 3276-Mannucci Diesel SAC - Trujillo Av. Mansiche 480 Urb. Las Quintanas Trujillo-Trujillo-La Libertad				R.U.C. N° 20397561454 COTIZACIÓN	
RAZÓN SOCIAL :	CHIMU AGROPECUARIA S.A.		FECHA DE COTIZACIÓN :	26/06/2018			
DIRECCIÓN :	AV. ESPAÑA NRO. 1340 URB. CENTRO CIVICO TRUJILLO		FECHA DE VENCIMIENTO :	26/07/2018			
R.U.C. :	20132373958		N° DE COTIZACIÓN :	10150120			

Cód. de Prod.	Cód. VST / Cód. de Rpto	Descripción de Mano de Obra / Descripción de Repuesto	Cant / Horas	Unit	Valor x Hora / Valor Unitario	% Dcst.	Valor Neto Unitario	Venta Neta
VO	21225479	VALVULA - OFERTA	1.00	PC	332.78	20.00%	266.22	266.22
VO	21390585	VALVULA DE FRENO ELECTR - OFERTA	1.00	PC	889.20	20.00%	695.36	695.36
VO	20569151	(OFERTA) COLLARIN DE EMBRAGUE	1.00	PC	238.13		238.13	238.13
VO	85000774	(OFERTA) DISCO EMBRAGUE "REMAN"	1.00	PC	508.47		508.47	508.47
VO	85000774	(OFERTA) DISCO EMBRAGUE "REMAN"	1.00	PC	508.47		508.47	508.47
VO	1521725	(OFERTA) ANILLO INTERMED	1.00	PC	720.33		720.33	720.33
VO	20569147	(OFERTA) PLATO DE PRESIÓN	1.00	ST	1,016.94		1,016.94	1,016.94
VO	1068253	JUEGO CRUCETA	2.00	PC	538.97	20.00%	431.18	862.35
VO	21036050	(OFERTA) Cojinete	2.00	KT	423.72		423.72	847.44
VO	82304585	FARO DEL DER - OFERTA	1.00	PC	602.86		602.86	602.86
VO	82304599	FARO	1.00	PC	602.86	20.00%	482.29	482.29
VO	21111925	(OFERTA) Amortiguador de cabina	2.00	PC	127.11		127.11	254.22
VO	21429782	(OFERTA) Alternador 28V/80A	1.00	ST	483.05		483.05	483.05
VO	22602940	(OFERTA) Motor de arranque	1.00	PC	669.49		669.49	669.49
VO	22144327	(OFERTA) Batería 12V/170AH	2.00	PC	508.47		508.47	1,016.94
PE2	20002051	(OFERTA) D13A-FH/FM VDS-4.5 Bombona	1.00	SA	272.88		272.88	272.88
VO	21834205	(OFERTA) Filtro de aire	1.00	PC	110.16		110.16	110.16
VO	21115501	(OFERTA) Filtro de aire secundario	1.00	PC	118.64		118.64	118.64
VO	1161933	(OFERTA) ACEI CAJA MAN BAL	20.00	L	5.04		5.04	100.80
VO	21479106	(OFERTA) Kti de filtro de aceite	1.00	KT	15.25		15.25	15.25
VO	1161937	(OFERTA) ACEI DIFERENC BAL	60.00	L	5.19		5.19	311.40
VO	1161995	ACEIT.CAJA AUT.G	1.00	PC	56.77	20.00%	45.42	45.42
VO	349619	FILTRO HIDROLINA	1.00	PC	10.62	20.00%	8.50	8.50
VO	21083657	VALVULA DE CONTROL	1.00	PC	1,282.80	20.00%	1,026.24	1,026.24

Lucio Romero Velarde	N°DE CUENTAS CORRIENTES EN SOLES
EJECUTIVO DE VENTAS	Banco de Credito del Peru BCP 570-1074257-0-54
correo electronico:	Banco Continental BBVA 4585
telefono:	N°DE CUENTAS CORRIENTES EN DOLARES
CENTRAL:	Banco de Credito del Peru BCP 570-1068966-1-19
044-235481(Teléfono)	Banco Continental BBVA 4586
044-232869(Fax)	

Fuente: Mannucci Diésel S.A.C.

Continuación de Anexo N°16. Cotización de repuestos Volvo

		Mannucci Diesel S.A.C. 3276-Mannucci Diesel SAC - Trujillo Av. Mansiche 480 Urb. Las Quintanas Trujillo-Trujillo-La Libertad				R.U.C. N° 20397561454 COTIZACIÓN		
RAZÓN SOCIAL :	CHIMU AGROPECUARIA S.A.			FECHA DE COTIZACIÓN :	26/06/2018			
DIRECCIÓN :	AV. ESPAÑA NRO. 1340 URB. CENTRO CIVICO TRUJILLO			FECHA DE VENCIMIENTO :	26/07/2018			
R.U.C.	20132372958			N° DE COTIZACIÓN :	10150120			
Cód. de Prod.	Cód. VST / Cód. de Rpto	Descripción de Mano de Obra / Descripción de Repuesto	Cant / Horas	Unit	Valor x Hora / Valor Unitario	% Dsct.	Valor Neto Unitario	Venta Neta
VO	21083860	(OFERTA) Válvula de control	1.00	PC	847.45		847.45	847.45
VO	21991154	VALVULA DE AIRE	1.00	PC	576.21	20.00%	460.97	460.97
Total venta Bruta	Descuento	Venta Neta	IGV 18%	Total Precio Venta	Moneda			
28,565.81	2,897.54	25,668.27	4,620.29	30,288.56	Nuevos soles			
SON: TREINTA MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO Y 56/100				NOTA DE LA ORDEN:				
INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO		AÑO:	EN GARANTÍA:	N	# CONTRATO SERV:	ESTADO / ACUERDO:		
MODELO	MOTOR	CAJA	EJE	ARR. EJE	CHASIS	KMS / HORAS	PLACA	
						0		
Lucio Romero Velarde EJECUTIVO DE VENTAS correo electronico: telefono: CENTRAL: 044-235481(Teléfono) 044-232869(Fax)				N°DE CUENTAS CORRIENTES EN SOLES Banco de Credito del Peru BCP 570-1074257-0-54 Banco Continental BBVA 4585 N°DE CUENTAS CORRIENTES EN DOLARES Banco de Credito del Peru BCP 570-1068966-1-19 Banco Continental BBVA 4586				

Fuente: Mannucci Diésel S.A.C.

Anexo N°17. Matriz de consistencia de proyecto de tesis

TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	“Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa chimú agropecuaria s.a.”
PROBLEMA	¿En qué medida la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla (AMEF) contribuirá en aumentar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.?
HIPOTESIS	La propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla (AMEF), permitirá mejorar a más de un 90%, la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.
OBGETIVO GENERAL	Proponer un sistema de gestión de Mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla (AMEF), para mejorar la disponibilidad de flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.
OBGETIVOS ESPECIFICOS	<p>Determinar el sistema actual de mantenimiento y disponibilidad de flota vehicular en la empresa Chimú Agropecuaria S.A. para determinar su estado y eficiencia.</p> <p>Realizar un análisis de criticidad a la flota vehicular de la empresa para determinar unidades críticas, no críticas y semi críticas.</p> <p>Aplicar la técnica de análisis de modo y efecto de falla (AMEF) a las unidades críticas, para para diagnosticar el modo, causa y efecto que originan la falla.</p> <p>Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento estableciendo: políticas, estrategias, objetivos y preparar un programa de actividades en base a AMEF determinando intervalos de tiempo y formatos de control administrativa.</p> <p>Determinar la disponibilidad proyectada de la flota vehicular con la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento.</p> <p>Determinar el presupuesto y viabilidad económica de la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.</p>
DISEÑO DE ESTUDIO	<p>Investigación explicativa porque está orientado establecer las causas que originan la baja disponibilidad de flota en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.</p> <p>Investigación aplicada por que está dirigida a la implementación de procedimientos y estrategias metodológicas con el fin de dar solución a problemas prácticos.</p> <p>Estudio no experimental.</p>
POBLACION Y MUESTRA	Intencional – no probabilístico Población y muestra = 30 unidades vehiculares en la empresa Chimú Agropecuaria S.A.
VARIABLES	<p>Variable independiente: Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla (AMEF)</p> <p>Viable dependiente: Disponibilidad</p>

Fuente: Elaboración propia

Continuación de Anexo N°17: Matriz de consistencia de proyecto de tesis

variables	Definición conceptual	Definición operacional	indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla (AMEF)	Es una metodología de trabajo que asegura que se ejecuten las acciones correctas de mantenimiento y elimina aquellas tareas que no contribuyen en la disminución de frecuencias de fallas.	Es una filosofía de trabajo plasmada como sistema para dar como resultado una lista de acciones de mantenimiento, programas de mantenimiento y responsabilidades.	Cumplimiento de mantenimientos programados. Cumplimiento de órdenes de trabajo. Cumplimiento en la aplicación de AMEF.	razón
Variable dependiente: Disponibilidad	Es la probabilidad de que un activo esté disponible para entrar en servicio en un lapso de tiempo.	Se trata de dividir el tiempo neto de operación entre tiempo programado de operación.	$D(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPB} \right) * 100\%$	%

Fuente: Elaboración propia