

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**CONFIABILIDAD CENTRADO EN MANTENIMIENTO DE
CAMIONES VOLQUETE VOLVO FM – FMX, 440 – 480;
PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA
PARA PROYECTOS MINEROS**

TESIS

Presentada por:

Bach. Edder Pastor Mamani Laura

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

TACNA – PERÚ

2025

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

**"CONFIABILIDAD CENTRADO EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES
VOLQUETE VOLVO FM - FMX, 440 - 480; PARA MEJORAR LA
DISPONIBILIDAD MECÁNICA PARA PROYECTOS MINEROS"**

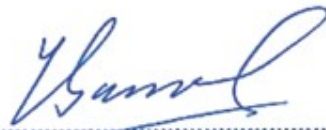
Tesis sustentada y aprobada el 13 de diciembre del 2021 por el Bachiller Edder Pastor Mamani Laura, siendo el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE



Dr. FRANCISCO GAMARRA GOMEZ

SECRETARIO



Dr. FRANCISCO GAMARRA GOMEZ

MIEMBRO



Mtro. REYNALDO CLEMENTE TELLES RIOS

ASESOR



Dr. AVEUNO GODOFREDO PARI PINTO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, AVELINO GODOFREDO PARI PINTO, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 8556-2024-FAIN/UNJBG, de la tesis titulada: **CONFIABILIDAD CENTRADO EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES VOLQUETE VOLVO FM - FMX, 440 - 480; PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA PARA PROYECTOS MINEROS**, Presentado por Bachiller **Edder Pastor Mamani Laura** para optar el título de Ingeniero Mecánico.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual "TURNITIN", cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de 12 %.

Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis, está de acuerdo con el nivel PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del grado/ título/ especialidad.

FIRMA ASESOR
NOMBRES Y APELLIDOS
No. ORCID: 0000-0002-63210721



Dr. Avelino Godofredo Pari Pinto
DNI: 06426113



Huella

FIRMA TESISTA
NOMBRES Y APELLIDOS
DNI



Ba. h. Edder Pastor Mamani Laura
DNI: 46633755



Huella

Dedicatoria

A Dios, por estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres: Beltrán y Nury, porque siempre encontraré en ellos, un apoyo, una muestra de amor y confianza.

Agradecimiento

A toda mi familia, que siempre estuvo a mi lado y todas las personas que aportaron en mi formación profesional.

A Dios, por guiar mis pasos y bendecir por la hermosa familia que me ha dado y las personas buenas que me mando.

Índice general

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen	XIV
Abstract.....	XV
Introducción	1
Capítulo I: Planteamiento del Problema	4
1.1 Descripción del problema	4
1.1.1. Antecedentes del problema.....	5
1.1.2. Problemática de la investigación.....	6
1.2. Formulación de problema	6
1.2.1. Problemas específicos	6
1.3. Justificación e Importancia.....	7
1.3.1. Justificación	7
1.3.2. Importancia.....	8
1.4. Alcances y limitaciones	9
1.4.1. Alcances.	9
1.4.2. Limitaciones.....	10

1.5. Objetivos	11
1.5.1. Objetivo general.	11
1.5.2. Objetivos específicos.....	11
1.6. Hipótesis	12
1.6.1. Hipótesis general.....	12
1.6.2. Hipótesis específicas	13
Capítulo II: Marco Teórico	14
2.1 Antecedentes del estudio	14
2.2 Bases teóricas.....	18
2.2.1. Mantenimiento	18
2.3 Bases de términos	58
2.3.1 Definiciones conceptuales.....	58
2.3.2. Definiciones del mantenimiento.....	60
2.3.3. Objetivos del mantenimiento.	62
2.3.4. Tipos de mantenimiento	62
2.3.5. Funciones	71
2.3.6. Fallas funcionales.....	74
2.3.7 Consecuencia de fallas	75
Capítulo III: Marco Metodológico.....	88
3.1 Tipo de investigación.	80
3.2 Diseño de investigación.	80

3.3 Nivel de Investigación	82
3.4 Población y muestra.	82
3.5 Operacionalizacion de variables	82
3.6 Técnicas e instrumentos para recolección de datos	84
3.6.1 Técnicas de recolección de datos	84
3.6.2 Instrumentos de recolección de datos.	85
3.7. Procesamiento y análisis de datos.	85
3.7.1 análisis de datos documentados	86
Capítulo IV: Confiabilidad Centrada en Mantenimiento de Camiones	
Volquetes Volvo FM-FMX; 440-480 Para mejorar la Disponibilidad	
Mecánica para Proyectos Mineros	
	102
4.1 Listado de codificación de equipo	91
4.2 Listado de sus funciones y sus especificaciones	91
4.3 Determinación de las fallas funcionales y técnicas.....	92
4.4 Determinación de modos de falla (AMFE análisis de modos de fallas y efectos)	93
4.4.1 Cuadro de Causa y Efecto.	95
4.5 Principio de Wilfredo Diagrama de Pareto	97
4.6. Identificación de los componentes críticos	97

4.6.1 Estudio de Consecuencia de Fallos Criticidad de camión volquete FMX-440	99
4.7 Proceso de elaboración matriz de priorización de equipos	100
4.8 Cambios que resulten efectivo para el control de mantenimiento	108
4.9 Descripción posterior a la implementación del mantenimiento centrado a la confiabilidad (RCM).....	136
Capítulo V: Resultados y Discusión	
5.1 Presentación de resultados	141
5.1.1 Tablas	141
5.1.2 Gráficos	143
5.2 Análisis estadístico de los resultados	145
5.3 Prueba de hipótesis	147
5.4 Discusión e interpretación de resultados	152
Conclusiones	154
Recomendaciones	157
Referencias Bibliográficas	158
Anexos	162

Índice de figuras

Figura 1: Análisis de fallas vs tiempo de edad de los equipos	26
Figura 2. Sistema típico de mantenimiento	36
Figura 3. Confiabilidad del activo	41
Figura 4. Sensores del motor d13a y su apariencia.....	56
Figura 5. Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	74
Figura 6. Promedio de horas de paradas por mes.....	110
Figura 7. Resumen de disponibilidad mecánica de enero a julio del 2017 del camión volquete volvo fmx-440 antes del rcm.....	149
Figura 8. Resumen disponibilidad mecánica de julio a agosto del 2017 del camión volquete volvo fmx-440 después del rcm.....	150
Figura 9. Resumen de disponibilidad mecánica de enero a agosto del 2017 del camión volquete volvo fmx-440 antes y después del mantenimiento centrado en la confiabilidad	151
Figura 10. Tabla t-student de una cola	154

Índice de Tablas

Tabla 1. Generaciones de mantenimiento.....	22
Tabla 2. Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores ...	44
Tabla 3. Códigos.....	65
Tabla 4. Tabla de valores típicos de disponibilidad.....	59
Tabla 5. Cálculo de la disponibilidad mecánica.....	68
Tabla 6. Unidad de observación.....	92
Tabla 7. Operacionalización de la variable dependiente	93
Tabla 8. Operacionalización de la variable independiente	94
Tabla 9. Reporte de control de viajes y control de demoras operativas y no operativas.	97
Tabla 10. Formato de cambio de guardia.....	98
Tabla 11. Formato inspección a unidades de transporte.....	99
Tabla 12. Formato de orden de trabajo.....	100
Tabla 13. Lista y codificación de camión volquete volvo FMX-440.	102
Tabla 14. Disponibilidad mecánica.....	106
Tabla 15. Causa, efecto	108
Tabla 16. Número, Horas, Paradas 2017	110

Tabla 17. Matriz en función de los factores.....	119
Tabla 18. Peso relativo dado cada factor.....	120
Tabla 19. Matriz en función de los factores y peso relativo	121
Tabla 20. Resultados de análisis de matriz.....	122
Tabla 21. Falla Identificadas para el objeto de estudio.....	123
Tabla 22. Gravedad a modo de Falla.....	127
Tabla 23. Frecuencia a modo de Falla.....	128
Tabla 24. Defectibilidad de modo y causa de falla	129
Tabla 25. Cuadro de falla AMFE (Análisis modal de fallos y efectos).....	131
Tabla 26. AMFE de corrección.....	139
Tabla 27. Tareas de Mantenimiento AMFE.....	149
Tabla 28. Resumen de disponibilidad mecánica de enero a junio 2017 del camión volquete volvo FMX-440 antes del RCM.....	146
Tabla 29. Resumen de disponibilidad mecánica de julio a agosto del camión volquete volvo FMX-440 Después de RCM.....	147
Tabla 30. Resumen de disponibilidad mecánica de enero a agosto del camión volquete volvo FMX-440 Antes y después de mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	148
Tabla 31. Estadístico descriptivo	153
Tabla 33. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.....	153

Tabla 33. Prueba de Kolmogorov-Smirnov.....	154
Tabla 34. Disponibilidad mecánica antes y después de RCM.....	155
Tabla 35. Resumen de prueba de hipótesis.....	156
Tabla 36. Estadísticos descriptivos antes y después	156
Tabla 37. Prueba de muestras relacionadas.....	157

Resumen

En el presente trabajo se ha formulado el problema ¿Cómo influye la confiabilidad centrada en mantenimiento del camión Volquete Volvo FM – FMX,440 – 480; para mejorar la disponibilidad mecánica en el proyecto minero? Cuyo objetivo es determinar la influencia de la confiabilidad centrado en mantenimiento únicamente del camión volquete Volvo FMX-440 para mejorar la disponibilidad mecánica en proyectos mineros. La hipótesis planteada: La confiabilidad centrada en mantenimiento del camión volquete volvo FMX-440 influye positivamente en la mejora de la disponibilidad mecánica en proyectos mineros. El tipo de investigación fue tecnológica, de nivel experimental, con un diseño de un grupo de pre prueba y post prueba. La muestra estuvo constituida por una unidad de observación del camión volquete volvo FMX-440 de la empresa. Martínez contratistas e Ingeniería S.A. en minería (Unidad Minera Atacocha S.A.A.). En el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacan, provincia de Pasco, departamento de Pasco. La hipótesis fue probada al 95% de probabilidad usando como estadístico de prueba la t de student. Los datos fueron procesados con ayuda del Paquete estadístico SPSS.V20. El resultado de la confiabilidad fue de 93,31%.

Palabras clave: Confiabilidad, mantenimiento, disponibilidad mecánica.

Abstract

In this work, the problem has been formulated: How does the reliability centered on maintenance of the Volvo FM - FMX, 440 - 480 dump truck influence the improvement of mechanical availability in the mining project? The objective is to determine the influence of reliability centered on maintenance only of the Volvo FMX-440 dump truck to improve mechanical availability in mining projects. The hypothesis posed: The reliability centered on maintenance of the Volvo FMX-440 dump truck positively influences the improvement of mechanical availability in mining projects. The type of research was technological, experimental level, with a design of a pre-test and post-test group. The sample consisted of an observation unit of the Volvo FMX-440 dump truck of the company. Martínez contractors and Engineering S.A. in mining (Atacocha Mining Unit S.A.A.). In the district of San Francisco de Asís de Yarusyacan, province of Pasco, department of Pasco. The hypothesis was tested at a 95% probability level using the Student t test statistic. The data were processed using the SPSS v20 statistical package. The reliability result was 93.31%.

Keywords: Reliability, maintenance, mechanical availability.

Introducción

La creciente competencia y demanda por parte de los clientes para una entrega oportuna de productos de alta calidad a las empresas que prestan servicios de alquiler de camiones, han obligado a adoptar distintas mejoras de mantenimiento ya sea preventivo, correctivo, predictivo y otros.

El presente estudio denominado CONFIABILIDAD CENTRADO EN MANTENIMIENTO DE CAMIONES VOLQUETE VOLVO FM – FMX, 440 – 480; PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA PARA PROYECTOS MINEROS, ha partido del problema ¿Cómo influye la confiabilidad centrado en el mantenimiento del camión volquete volvo FM – FMX, 440 – 480, para mejorar la disponibilidad mecánica en los proyectos mineros? cuyo objetivo es determinar la influencia de la confiabilidad centrada únicamente en el mantenimiento del camión volquete Volvo FMX-440, con la finalidad de mejorar la disponibilidad mecánica en los proyectos mineros. La hipótesis plantea que, la confiabilidad centrada en mantenimiento del camión volquete volvo FMX-440 influye positivamente en la mejora de la disponibilidad mecánica en proyectos mineros.

Es así que, el capítulo I contiene el planteamiento, antecedentes y formulación del problema; problemática de la investigación, justificación e Importancia, alcances, limitaciones, y objetivos e hipótesis. El capítulo II abarca el marco teórico y antecedentes del estudio, bases teóricas y conceptuales y definición de términos.

El capítulo III trata sobre el marco metodológico, método, tipo y diseño y nivel de investigación, unidad de observación, técnicas e instrumentos para recolección de datos y procesamiento y análisis de datos.

Mientras que el capítulo IV contiene el tema de confiabilidad centrado en Mantenimiento de camiones para mejorar la disponibilidad mecánica de camión Volquete Volvo FMX-440 y otros. El capítulo V trata sobre la presentación y análisis estadístico de resultados, prueba de hipótesis, discusión e interpretación de resultados, aportes y aplicación de resultados y se finaliza con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

El presente trabajo contribuirá a mejorar el mantenimiento de camiones Volvo FM – FMX, 440 – 480; centrado en la confiabilidad de camiones de la empresa corporación Martínez Contratistas e Ingeniería

S.A. en proyecto minero (Unidad Minera Atacocha S.A.A.), mediante la aplicación del RCM.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del problema

La empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. dedicada al transporte de material con Camiones Volquete Volvo (Unidad Minera Atacocha S.A.A Chicrín - Yarusyacan - Pasco) uno de los problemas más resaltantes de la oficina de equipos, es la baja disponibilidad mecánica (79.91%) del Camión Volquete Volvo FM – FMX, 440 – 480, el cual presenta una elevada frecuencia de paradas no programadas, ocasionada por fallas, estos producen tiempos inoperativos que afectan la programación establecida y retrasan la movilización del material a transportar, lo que ocasiona altos costos de mantenimiento. Para poder dar solución a dichas deficiencias se propuso implementar la Confiabilidad Centrada en la aplicación de mantenimiento y de esta manera, mejorar la disponibilidad mecánica de los Camiones Volquete Volvo FM – FMX, 440 - 480, con los que cuenta la empresa.

Actualmente, las empresas mineras bajo la presión de la competencia, están obligadas a alcanzar altos valores de reducción, exigentes niveles de calidad y cumplir con los plazos de entrega.

Algunos de los problemas son los siguientes:

- Máquinas paradas frecuentemente por mantenimiento correctivo.
- Máquinas paradas varios días por falta de refacciones.
- Producción de mala calidad.
- Falta de refacciones en el almacén.

1.1.1. Antecedentes del Problema.

Los estudios realizados indican que de cada 10 compañías que se dedican a alquilar o trabajar como contratistas (terceros), 6 no cuenta con un sistema de confiabilidad centrado en mantenimiento de camiones volquetes Volvo y tampoco cuenta con personal capacitado, ni trabaja con empresas como Dealer Volvo para dicha operación ya que la ciencia y la tecnología crece a pasos agigantados.

1.1.2. Problemática de la Investigación.

Como disminuir las paradas continuas de equipos por Mantenimiento correctivo, lo cual ocasiona pérdida de tiempo de trabajo de la máquina, dinero de mantenimiento innecesario y otros.

1.2. Formulación de Problema

¿De qué manera influye la Confiabilidad Centrada en Mantenimiento de camiones volquete Volvo FM – FMX, 440 – 480; para mejorar la disponibilidad mecánica en el proyecto minero?

1.2.1. Problemas Específicos.

- ¿Para poder analizar la situación existente acerca de los programas de Mantenimientos de los equipos de la Empresa, contamos con tiempo limitado y mano de obra escasa?
- ¿Cuál es la manera para incrementar la confiabilidad y la productividad de los camiones en proyectos mineros?
- ¿Cuál es la manera para diseñar nuevos programas de mantenimiento para un alargue de vida de los camiones?

- ¿Cuál es la manera para poder construir un grupo sólido de trabajadores con conocimiento y capacitación de cada sistema y componente de los camiones?
- ¿Cuál es la manera para emplear los principios del Mantenimiento preventivo para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo?
- ¿Qué dificultades tendremos para diseñar el Programa de Mantenimiento Preventivo para los equipos?

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. Justificación.

Con las reiteradas paradas imprevistas del camión volquete volvo FMX-440 y otros, lo cual afecta la disponibilidad mecánica ocasionando pérdidas significativas de dinero y tiempo, esto indujo a pensar que el proceso de mantenimiento que se venía aplicando no era el más adecuado; por lo que, el presente trabajo de investigación determina la influencia de la aplicación de la Confiabilidad Centrado en mantenimiento únicamente del camión volquete volvo FMX-440 para mejorar la disponibilidad mecánica en el proyecto minero.

Es importante indicar también que según el contrato con la minera, la disponibilidad mecánica de los camiones volquete Volvo FM – FMX, 440 – 480 debería superar o mantenerse en un mínimo de 85%, pero antes de iniciar el presente estudio la disponibilidad mecánica frecuentaba entre un 77- 81%, no alcanzando la disponibilidad mecánica establecida por contrato, esta baja disponibilidad generaba las constantes paradas imprevistas, paradas no programadas e inadecuado mantenimiento en sus diferentes tipos (preventivo, correctivo, predictivo), por lo que, al final se tenía como consecuencia no tener el equipo operativo perjudicando la producción planificada, es por esto que con la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) se buscó mejorar la disponibilidad mecánica.

Ya que el RCM identifica al mantenimiento como un proceso cuya actividad es muy importante teniendo como resultado final la producción.

1.3.2. Importancia.

Por lo manifestado anteriormente la importancia del trabajo de investigación radica en considerar el proceso de mantenimiento como crucial, ya que incide directamente en la producción, y en este caso, se nota cómo el mantenimiento centrado en la confiabilidad puede disminuir

el número de fallas imprevistas y mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos que constituyen la muestra del presente trabajo de investigación.

Mejorar la disponibilidad mecánica del camión volquete Volvo FM – FMX, 440 – 480 Volvo. Aumentar e incentivar la implementación de proyectos de mejoras de gestión, en la disponibilidad mecánica en los camiones volquete FM – FMX, 440 – 480.

A su vez, también afecta al medio ambiente ya que una unidad en buen estado su margen de contaminación es mínima, tiene que seguir las normas que establece las grandes minerías en alquilar una unidad ya con el EURO-5 que reduce considerablemente la contaminación del medio ambiente, salvando el ecosistema y generando mayor ingreso monetario. También ayuda a que la sociedad tenga más confianza en dichas unidades y por supuesto también genera mayor producción y mayor calidad de vida para los seres humanos.

1.4. Alcances y Limitaciones

1.4.1. Alcances.

Es necesario mencionar que, la optimización y crecimiento del desempeño de una empresa no solo se logra desde el área de

mantenimiento, ya que las buenas prácticas en administración, logística, operaciones, finanzas y recursos humanos, lograrán una optimización mayor del desempeño de cualquier empresa MCEISA S.A. Pero, en este caso, nos centraremos en optimizar el desempeño de las unidades de la empresa a partir de una propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento, y lo que esta gestión abarque en lo relacionado a otras áreas.

1.4.2. Limitaciones.

Se quiere hacer una propuesta de gestión en el área de mantenimiento de unidades Volvo que permita optimizar el desempeño de la empresa en la Ejecución de traslado de material con intervención de Equipos de carga pesada. Obteniendo mejoras en la reducción de tiempo, costos por paradas, alquiler de equipos y utilización de mano de obra innecesaria.

Con este presente estudio solo se consideran las fallas críticas del equipo (para las actividades de mantenimiento) es decir las fallas que originan las mayores paradas imprevistas.

Los datos para los cálculos de la confiabilidad y disponibilidad mecánica serán los primeros 6 meses (del año 2017) debido a fácil acceso de dichos datos.

También es importante tener en cuenta también que el área de logística no atiende de manera oportuna los repuestos que se le solicita, debido a la ubicación geográfica, por lo que, no es posible muchas veces atender los fallos correspondientes en su oportunidad. A su vez, es muy importante para esta acción contar con los mecánicos de la empresa ya que ellos siguen y conocen las unidades a perfección.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Definir la influencia en la confiabilidad centrado en mantenimiento únicamente del camión volquete volvo FMX-440 para mejorar la disponibilidad mecánica en el proyecto minero.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Analizar la situación existente de acerca de los Mantenimientos de los equipos de la Empresa.

- Con este proyecto se busca incrementar la confiabilidad y la productividad de los camiones en proyectos mineros.
- Diseñar nuevos programas de mantenimiento para un alargue de vida de los camiones.
- Construir un grupo sólido de trabajadores con conocimiento y capacitación de cada sistema y componente de los camiones.
- Revisar y analizar documentos e historial de vida de los equipos.
- Emplear los principios del Mantenimiento preventivo para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo.
- Diseñar el Programa de Mantenimiento Preventivo para los equipos.
- Desarrollar un manual de operaciones de cada camión o en su conjunto de fallas continuas.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General.

La Confiabilidad Centrada en mantenimiento del Camión Volquete Volvo FMX-440 influye en la mejora de la disponibilidad mecánica en proyectos mineros.

1.6.2. Hipótesis Específicas.

- La continua mejora en los procedimientos de mantenimiento preventivo reduce las horas hombre utilizadas en las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de camiones Volquete Volvo.
- La mejora en los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo incrementa la producción y disminuye las paradas innecesarias de los camiones Volquete Volvo.
- La mejora en los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo permite crear un grupo de trabajo solido a su vez también nos permite implementar nuevos programas de mantenimiento y generar más historias de mantenimiento de cada unidad.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes del Estudio

La revista científica Ingeniería, Ciencia, Tecnología e innovación, en su vol. 4, Núm. 1 (2017) contiene un artículo cuyo objetivo fue diseñar un “Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad que se ajuste a la necesidad operacionales de la empresa, Puentes Grúa N.º & 5, del área de producción”. Para lograrlo, se realizó un diagnóstico situacional de las máquinas con mayor uso, recolectando información referente al tipo de mantenimiento que se realiza actualmente, características y funcionamiento de las máquinas que realizan una función del contexto operacional, se analizó la data histórica de fallas de los últimos 3 años, luego con el uso de la matriz de Criticidad se logró jerarquizar la máquina con mayor criticidad, con la finalidad de dirigir los métodos de mantenimientos a estas máquinas; los elementos más críticos son: bocinas y rodamientos, zapata de frenos, ejes de transmisión, bocinas de alimentación de líneas fase. (Diestra Quevedo, Esquivel Paredes, & Guevara Chinchayan, 2017). Se ejecutó un Análisis

de Modos y Efectos de Falla (AMEF) para identificar fallas y efectos sobre la máquina. Con la aplicación del Árbol Lógico de Decisión (ALD), se determinó el tipo de mantenimiento a aplicar, definiendo 52 tareas de las cuales el 90% son preventivas y 10% correctivas, para concluir se estimó la confiabilidad actual de los equipos críticos mediante probabilidades estadísticas del estado de la máquina y sus componentes, basadas en información recopilada por los trabajadores de la empresa, así el diseño del plan de mantenimiento permitió plantear estrategias y disminuir la ocurrencia de fallas (Diestra Quevedo, Esquivel Paredes, & Guevara Chinchayan, 2017).

El proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM realizado conjuntamente con el personal de producción y mantenimiento constituye una herramienta fundamental para definir la estrategia eficaz de mantenimiento y así poder alcanzar los objetivos de confiabilidad y disponibilidad de los equipos de una flota, reduciendo la probabilidad de falla en la operación y garantizando que cuando el equipo llegue a taller se le realicen solamente las tareas de mantenimiento mínimas necesarias, optimizando; así mismo, los recursos de la flota.

El análisis de modos de falla y sus efectos del RCM permite tener una información precisa de las causas de fallas y su importancia, en el caso de los tractores D11N las fallas de motor y las fallas en sistema eléctrico son las que más impactan en la confiabilidad de estos equipos, analizar cuáles son las causas de estas fallas es lo que permite con el diagrama lógico de decisiones de RCM definir tareas de mantenimiento específicas para poder eliminarlas. Además, con el proceso de RCM se definieron indicadores de gestión que permitan medir la calidad de los trabajos de Mantenimiento, el mejor indicador para medir la confiabilidad es el tiempo promedio entre paradas MTBS, un incremento en el MTBS indica un incremento en la confiabilidad del equipo y una mejora en la calidad de los trabajos de mantenimiento.

El proceso de RCM por sí solo asegura el logro de las metas de mantenimiento, se hace necesario involucrar a todas las personas del grupo de mantenimiento, líderes, planeadores, supervisores y técnicos para con una visión clara de los objetivos y unas auditorias constantes a cada una de las estrategias implementadas para que se puedan alcanzar los objetivos propuestos (Arzuaga Churio, 2011).

Todo sistema es productivo siempre y cuando opere bajo un mínimo de ocurrencia de fallas, y evite en lo posible, paradas inesperadas de la planta, disminución de la confiabilidad y en consecuencia disminución de la producción. Considerando dichos aspectos la investigación tuvo como objetivo realizar un “Análisis de fallas aplicado a los equipos de carga tipo Scoop de la Mina Isidora - Valle Norte perteneciente a la empresa Minera Venrus C.A.”. Dicho estudio fue realizado en un período de seis meses. La investigación se considera de tipo descriptiva y exploratoria, y de diseño de campo y no experimental (Martinez, B., 2010).

El reporte de performance que se desarrolla proporciona al historial de ocurrencias de cada uno de los equipos, así como también los valores necesarios para el cálculo de los índices de gestión como la disponibilidad.

Concluyendo que los procedimientos de inspección técnica a los equipos establecidos para reparaciones y mantenimiento son otra herramienta de control que ayudará a la gestión de mantenimiento (Pacheco Caso, 2009).

Los procedimientos de inspección técnica a los equipos establecidos para reparaciones y mantenimiento son otra herramienta de control que ayudará a la gestión de mantenimiento (Vila & Huaraca, 2009).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Mantenimiento.

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, es un estado en el que puede realizar las funciones designadas que permiten mantener un equipo, sistema o instalación en condición operativa, de tal forma, que cumpla las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados o restablecer dicha condición cuando ésta se pierde (Suarez, 2001). También indica que los objetivos del mantenimiento son:

- Mejorar continuamente los equipos hasta su más alto nivel operativo, mediante el incremento de la disponibilidad, efectividad y confiabilidad.
- Aprovechar al máximo los componentes de los equipos, para disminuir los costos de mantenimiento.
- Garantizar el buen funcionamiento de los equipos, para aumentar la producción.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

Afirma que el mantenimiento inició con el mismo nacimiento de la industria, cuando se crearon los procesos de producción mecanizados para la fabricación de bienes a gran escala, lo que obligó a que esta dependiera de un adecuado funcionamiento de estas máquinas. Sin embargo, el mantenimiento era considerado una actividad sin importancia y un costo en el que se debía incurrir (Gonzalez Bohorquez, 2007).

Dando un vistazo rápido a lo que ha sido la evolución del mantenimiento, se facilita hablar de las Generaciones que han marcado el desarrollo y mejora desde sus inicios, sin embargo, la mayoría de los autores no se ponen de acuerdo en los años en los que empieza y termina.

Tabla 1

Generaciones de mantenimiento

Aspectos de Mantenimiento	Comportamiento 1° generación (I Guerra Mundial - 1950)	Comportamiento 2° generación (1950 - 1970)	Comportamiento 3° generación (1970 - 2000)	Comportamiento 4° generación (2000 - presente)
Expectativas del Mantenimiento	Repare equipos cuando estén rotos	<ul style="list-style-type: none"> Equipos con mayor disponibilidad Mayor duración de los Equipos. Bajos costos de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos con mayor disponibilidad y confiabilidad. Incremento en la seguridad Sin daño al ambiente Mejor calidad de producto Mayor duración de los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos con mayor disponibilidad y confiabilidad Incremento en la seguridad Sin daño al ambiente Mejor calidad de producto Mayor duración de los equipos Mayor Costo – Efectividad Manejo del Riesgo (legislación, procedimientos entrenamientos equipos para Minimizar el riesgo, etc.)

Técnicas de Mantenimiento	Todas las habilidades de reparación	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimientos mayores planeados y programados • Sistemas de planificación y control de los trabajos (PERT, Gantt, etc.) • Computadores grandes y lentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento predictivo • Diseño basado en confiabilidad y mantenibilidad • Estudio de riesgos • Análisis de modos de falla y sus efectos (FMEA, FMECA) • Pequeños y rápidos computadores • Sistemas expertos • Trabajo en Monitoreo por condición 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño basado en confiabilidad y mantenibilidad • Estudio de riesgos • Análisis de modos de falla y sus efectos (FMEA, FMECA) • Pequeños y rápidos computadores • Trabajo en equipo y apoderamiento • Uso de equipo y apoderamiento técnicas especializadas (RCA, RCM, TPM, PMO, Modelamiento de confiabilidad, optimización de repuestos etc.) • ERP – módulos de mantenimiento • “Outsourcing” • Internet

Nota: Tomado de González Bohórquez, 2007.

Como se puede observar en la Tabla, el mantenimiento predictivo inició en la tercera generación.

Después de atravesar la guerra y posterior recuperación de la misma, el mundo entra en un período de resurgimiento de la industria. Sin embargo, en 1973 otro revés golpea el sector: la crisis energética debido a la decisión de los países árabes de no exportar crudo a EEUU y Europa Occidental.

Esto obligó a los expertos a considerar nuevas formas de producir y mantener sus equipos, para mejorar al máximo sus recursos y aumentar el tiempo de funcionamiento.

Una vez superado el impase, se hace visible la necesidad de estandarizar todas estas iniciativas para obtener beneficios integrales en la industria, no solo en EE.UU. sino en Europa occidental, dando paso a la creación de las normas internacionales que nos rigen hasta hoy.

En esta etapa se vislumbra el rol del Operador más que como un simple “aprieta botones”. El personal de producción empieza a ser visto como pieza importante en el funcionamiento diario de los equipos, pasa a ser el responsable del equipo, velando porque esté en perfectas condiciones al momento de empezar su labor y por operarlo de manera segura. Todo esto se conoce hoy día como el cuidado básico de equipos que hace el operador.

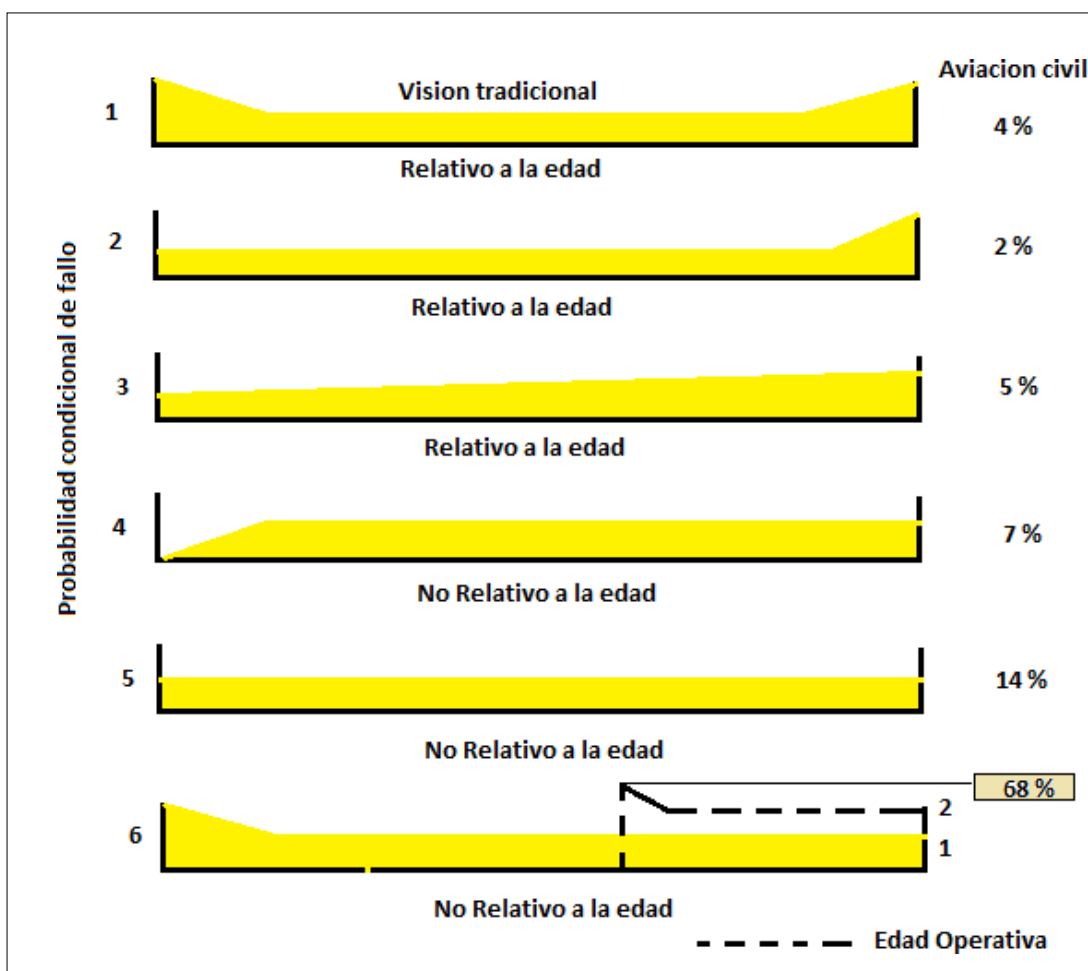
Ya no se habla solo de la disponibilidad de los equipos, un nuevo concepto se abre paso: Confiabilidad; y cómo asegurar la menor cantidad de fallas en los mismos. Se plantean análisis estadísticos más especializados hacia mantenimiento.

Los estudios especializados se abren paso generando cambios profundos en la gestión de mantenimiento. Quizá uno de los aportes más reconocidos en la década de los 70's, es el de Nowlan y Heap, del cual se derivan las nuevas Acciones de mantenimiento, para "adelantarse a tratar" las diferentes formas en las que puede afectarse un equipo.

Es el caso de la definición de varios patrones de falla y no uno, como rigió en la generación anterior (curva de la bañera).

Figura 1

Análisis de Fallas vs. Tiempo de Edad de los Equipos



1.- probabilidad de fallo en el estado actual.

2.- probabilidad de fallo resultante de la intervención de mantenimiento.

Nota: Adaptado de Gonzales Bohórquez, 2007.

De la Figura anterior se puede observar el resultado de los estudios realizados, los 6 patrones que rigen la probabilidad de falla de los equipos con sus correspondientes porcentajes de ocurrencia:

- Patrón 1: “Curva de la bañera” – Alta mortalidad infantil, seguida de un bajo nivel de fallas aleatorias, terminando en una zona de desgaste (4%).
- Patrón 2: “El punto de vista tradicional”: Pocas fallas aleatorias terminando en una zona de desgaste (2%).
- Patrón 3: Incremento constante de la probabilidad de falla (5%).
- Patrón 4: Rápido incremento de la probabilidad de falla, seguido de un comportamiento aleatorio (7%).
- Patrón 5: Fallas aleatorias: ninguna relación entre la edad del equipo y la probabilidad de falla (14%).
- Patrón 6: Alta mortalidad infantil seguida de un comportamiento aleatorio de probabilidad de fallas (68%).

Este análisis muestra que el patrón 6 es el que más se presenta en la industria, por tanto, se puede decir que los equipos dependen más de la correcta selección y montaje, arranque y operación entre parámetros, que del cumplimiento de su vida útil para que su funcionamiento sea óptimo.

Complementado lo anterior Buesaquillo, manifiesta que existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular, para el cual, son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así se tiene:

Mantenimiento Correctivo: Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación-hasta-que-falle. Se aplica generalmente en los equipos electrónicos.

También es denominado "mantenimiento reactivo", tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso, si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el Desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.

- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de – operación, no es predecible.

Mantenimiento Preventivo: Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo.

También es denominado "mantenimiento planificado", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la empresa.

Mantenimiento Predictivo: consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este

mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

Mantenimiento Productivo o Proactivo: Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos

los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

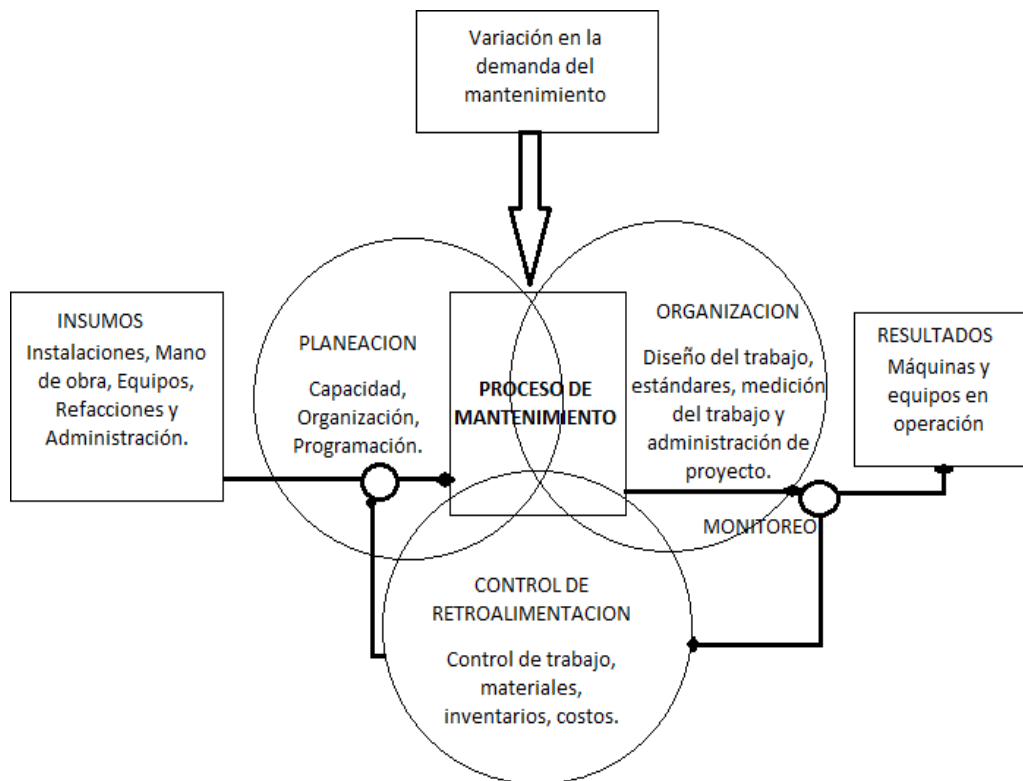
El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores (Buesaquillo, 2009).

Sistema Típico de Mantenimiento: Desde hace mucho tiempo se ha tomado en cuenta el papel de los sistemas de mantenimiento en las empresas, sin embargo, es claro que las funciones del mantenimiento también son esenciales en más empresas se servicios como hospitales, bancos, instituciones educativas y tiendas departamentales.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entradas- salidas. Las entradas de dicho modelo son las manos de obra, administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y las salidas es el equipo funcionando confiable y bien configurado para lograr las operaciones planeadas.

Figura 1

Sistema Típico de Mantenimiento



Nota: Adaptado de Duffua Raouf Dixon.

Mantenimiento centrado en la Confiabilidad: El Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Según Mousbray, el Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) se centra en la relación entre la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, es necesario saber qué tipo de elementos físicos existen en la empresa, y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM. En la mayoría de los casos, esto significa que debe realizarse un registro de equipos completo si no existe ya uno (Mousbray Y., 1997). Señala también acerca de cada uno de los elementos seleccionados, como sigue:

- ¿Cuáles son las funciones?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Qué causa que falla?
- ¿Qué sucede cuando falla?
- ¿Qué ocurre si falla?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
- ¿Qué sucede si no puede prevenirse la falla?

Por su parte, Pérez indica que el RCM es una metodología desarrollada durante los 60's y 70's, con la finalidad de determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y

manejar las consecuencias de sus fallas. El mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es usado para determinar lo que debe ser hecho para asegurar que cualquier recurso físico o sistema continúe prestando el servicio que sus usuarios quieren de él (Perez Jaramillo, S.F.). Así mismo, manifiesta que en el Siglo XXI, las técnicas de confiabilidad no las podemos limitar solo a unos cálculos de probabilidades de los sistemas, ni a la disminución de las fallas a partir de Acciones de mantenimientos, el rol de la Ingeniería de Confiabilidad es: "Garantizar las funciones operacionales de los sistemas según los estándares para los cuales fueron diseñados, de manera óptima y segura, a partir de las mejores prácticas y técnicas de la gestión de mantenimiento, con el fin de mejorar continuamente la eficiencia de los activos y garantizar la productividad de los procesos".

El autor también muestra algunos conceptos ligados al RCM como son:

Confiabilidad Operacional: Se puede definir como la capacidad de un producto o sistema de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un sistema realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

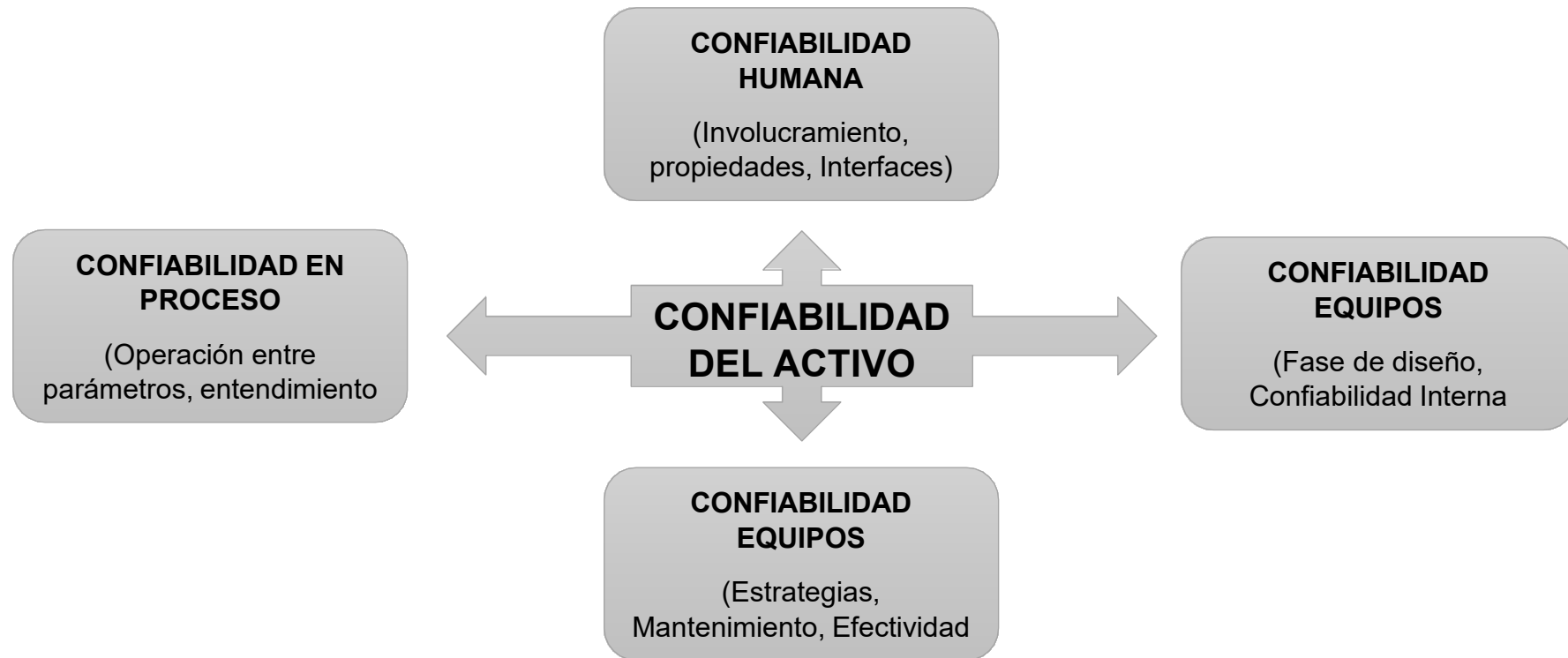
Análisis de la Confiabilidad: La ejecución de un análisis de la confiabilidad en un producto o un sistema debe incluir muchos tipos de exámenes para determinar cuan confiable es el producto o sistema que pretende analizarse.

Una vez realizados los análisis, es posible prever los efectos de los cambios y de las correcciones del diseño para mejorar la confiabilidad. Los diversos estudios del producto se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo, bajo todas las perspectivas posibles, determinando problemas sugiriendo correcciones, cambios y/o mejoras en productos o elementos.

En la práctica, la confiabilidad puede apreciarse por el estado que guardan cinco factores llamados universales y que se consideran que existen en todo recurso por conservar.

Figura 2

Confiabilidad del Activo



Nota: Tomado de The Woodhouse Partnership.

Disponibilidad en Mantenimiento: La disponibilidad es la probabilidad de que el equipo esté operando satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado reparación, tiempo inactivo, tiempo en mantenimiento centrado en la confiabilidad (en algunos casos), tiempo administrativo y tiempo logístico (Toro Osorio & Céspedes Gutierrez, S.F.).

Afirma también que la disponibilidad es una medida importante y útil en casos en que el usuario debe tomar decisiones para elegir un equipo entre varias alternativas. Para tomar una decisión objetiva con respecto a la adquisición del nuevo equipo, es necesario utilizar información que abarque todas las características relacionadas, entre ellas la disponibilidad, que es una medida que suministra una imagen más completa sobre el perfil de funcionalidad.

La disponibilidad está basada únicamente en la distribución de fallas y la distribución de tiempo de reparación. Esta puede ser además usada como un parámetro para el diseño.

De igual manera, Mesa, Ortiz y Pinzon, afirman que la disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió

mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente (Mesa Grajales, Ortiz Sanchez, & Pinzon, 2006).

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo.

Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

La Tabla 2 muestra que algunos equipos necesitan tener alta confiabilidad, mientras que otros necesitan tener alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

Tabla 2

Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores

ITEM	REQUISITOS	EJEMPLOS
1	Alta Confiabilidad Poca Confiabilidad	Generación de Electricidad Tratamiento de Agua
2	Alta Disponibilidad	Refinerías de Petróleo Acerías
3	Alta Confiabilidad Alta Mantenibilidad	Incineradores Hospitalarios
4	Disponibilidad basada en buena practica	Procesamiento por etapas
5	Alta Disponibilidad Alta Confiabilidad	Sistema de Emergencia Plataformas Petroleras

Nota: Adaptado de “La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento”, 2006.

Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario. La organización es dimensionada para gerenciar un sistema de monitoreo basado en la condición y fija una alta prioridad para eliminar fallas.

Jiménez, manifiesta que disponibilidad, es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo

o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Es decir, cuando se habla de confiabilidad el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras, la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación (arriba) y se mantiene arriba. Por otra parte, cuando se habla de disponibilidad el componente es puesto arriba en un instante dado y no importa lo que pase después, la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema (Jiménez N., 2011).

Camión Volquete: Unidad motorizado pesada de categoría N3 según norma peruana de peso bruto mayor igual a 12 toneladas también denominado como: Carro usado en las obras de explanación, derribos, etc., formado por un cajón que se puede vaciar girando sobre el eje cuando se quita un pasador que lo sujeta a las varas. Vehículo automóvil provisto de una caja articulada, con un dispositivo mecánico que permite volcarla para vaciar la carga transportada (Real Academia Española & Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014).

Un camión es un vehículo motorizado diseñado para el transporte de productos y mercancías. A diferencia de los autos/coches, que suelen tener una construcción monocasco, muchos camiones se construyen sobre una estructura resistente denominada chasis (bastidor).

La mayor parte de la estructura está integrada por un chasis portante, generalmente un marco estructural, una cabina y una estructura para transportar la carga.

Hay camiones de todo tipo y de muchos tamaños: pequeños (ordinarios), medianos (camiones todoterreno de 200 toneladas usados en minería) y extra grandes («trenes de carretera»).

Los camiones se han ido especializando y adoptando una serie de características propias del trabajo al cual se le destina. Ha sido una evolución desde una simple caja hasta la forma y las características adecuadas a la materia por transportar: peligrosa, líquida, refrigerada, en giro continuo que impida el fraguado, abiertos, cerrados, con grúa, etcétera (Wikipedia, 2014).

Los primeros Camiones de Vapor: Camiones y coches tienen un ancestro común: el primer vehículo de vapor Fardier que el francés Nicolas-Joseph Cugnot construyó en 1769. Sin embargo, los camiones de vapor no eran comunes hasta mediados de la década de 1800. Los

caminos de la época, construidos en ese entonces para caballos y carruajes, limitaban estos vehículos a trayectos muy cortos, por lo general de una fábrica a la estación de tren más cercana.

El primer semirremolque apareció en 1881, remolcado por un tractor a vapor fabricado por De Dion- Bouton. Los camiones con generador de vapor se vendieron en Francia y en los Estados Unidos hasta la víspera de la Primera Guerra Mundial y el comienzo de la Segunda Guerra Mundial en el Reino Unido, donde eran conocidos como los vagones de vapor (Wikipedia, 2014).

Del Vapor a la Combustión Interna: En 1895 Karl Benz diseñó y construyó el primer camión de la historia utilizando la combustión interna del motor. Más tarde, por esos años, algunos de los camiones de Benz se modificaron para convertirse en el primer autobús por el Netphener, la primera empresa de motor bus en la historia. Un año más tarde, en 1896, otro camión, con motor de combustión interna fue construido por Gottlieb Daimler. Otras compañías, como Peugeot, Renault y Büssing, también construyeron sus propias versiones. El primer camión en los Estados Unidos fue construido por Autocar en 1899 y estaba disponible con 5 u 8 motores de potencia opcionales. Los camiones de esa época utilizaban

sobre todo motores de dos y cuatro cilindros y tenían una capacidad de carga de 1500 a 2000 kilogramos (3300 a 4400 libras).

En 1904, 700 camiones pesados fueron construidos en los Estados Unidos, 1000 en 1907, 6000 en 1910 y 25000 en 1914.

Después de la Primera Guerra Mundial, se realizaron varios avances: los neumáticos de caucho sustituyen las versiones completas de goma maciza previamente comunes. Se adicionaron arrancadores eléctricos, fuentes de frenos, motores de 4, 6 y 8 cilindros, cerraron las cabinas, y la iluminación eléctrica siguieron. Los primeros modernos camiones semi-remolque también aparecieron. Los constructores de automóviles como Ford y Renault entraron en el mercado de camiones pesados (Wikipedia, 2014).

La Era de los Motores Diésel: A pesar de que se había inventado en 1890, el motor diésel no era común en los camiones en Europa hasta la década de 1930. En los Estados Unidos, tomó mucho más tiempo para los motores diésel para ser aceptado: pues, los motores de gasolina estaban todavía en uso en camiones pesados en la década de 1970, mientras que en Europa y Asia habían sido completamente reemplazado 20 años antes (Wikipedia, 2014).

Partes de un Camión: Hoy en día, casi todos los camiones comparten una construcción común: están compuestos de un chasis, un motor, una transmisión, una cabina, un área para la colocación de la carga y/o el equipo, ejes, suspensiones, dirección y llantas/neumáticos. Los sistemas eléctrico, neumático, hidráulico, así como el agua y los líquidos también pueden ser presente. Muchos también necesitan y pueden remolcar uno o varios remolques o semirremolques (Wikipedia, 2014).

Cabina: La cabina es un espacio cerrado donde está sentado el conductor (Operador). Un "durmiente o Camarote" es un compartimiento adjunto a la cabina donde el conductor pueda descansar mientras no puede conducir, a veces se ve en camiones de semi-remolque (Wikipedia, 2014).

Clases y Tipos de Camiones

Por su Tamaño:

Ligeros: Categoría que se asigna a los vehículos que se distinguen debido a que su capacidad está comprendida entre los 500 Kg y las 2.5 toneladas, se mueven con motores de gasolina o diésel y utilizan neumáticos sencillos.

Livianos: Son un poco más largos y algo más potentes que los livianos, pero al igual que la mencionada categoría, son angostos; su capacidad esta entre las 2.5 y las 3.5 toneladas, se mueven generalmente con diésel y tienen las ruedas dobles a cada lado.

Semi livianos: Este tipo de camiones son un poco anchos y poco largos, la capacidad comprendida esta entre las 3,5 ton y las 4,5 ton, se mueven con diésel aunque también hay modelos híbridos y a gas GNC/GNL.

Medianos: Son iguales a los semi livianos, pero se diferencian por el chasis (son algo más largos), porque su motor diésel es más potente, y disponen de frenos de aire comprimido y de motor; la capacidad está comprendida entre las 4,5 ton y las 5,5 ton.

Semi pesados: Variante intermedia entre la versión anterior y los pesados; al igual que los medianos, son largos, más potentes al contar con motores diésel modificados y utilizan frenos de aire y de motor/ahogo; su capacidad esta entre las 5,5 ton y las 7,5 ton. Se especializa en el transporte de carga por carretera y la distribución urbana de mercancías (Volvo trucks, 2016).

Pesados: Modelo más grande que todos los anteriores, pero inferior a las siguientes categorías restantes; se diferencia por estos motivos: tiene la cabina de los semipesados, las llantas/neumáticos son más grandes, al igual que los rines/llantas que tienen 8 pernos, chasis más largo, y sobre todo, el motor diésel que puede ser o de 4 cilindros en versiones doble turbo, súper turbo, o bien, máquinas de 5 cilindros turbodiésel, o 6 cilindros también turbodiésel unidos a cajas mecánicas de 7 u 8 velocidades. Además, su capacidad varía entre los 7,5 ton y las 9 ton.

Extra Pesados: Son grandes y adecuados para el transporte de mercancías tanto en la ciudad como en el campo a distancias semi cortas, medianas y semi largas; la cabina de esta versión es de diseño diferente, chasis un poco largo y se mueven con máquinas diésel de un solo o doble-turbo de 6 cilindros en línea o en V; la capacidad está entre las 9 ton y las 1,5 ton.

Mega Pesados: Son idénticos al anterior, pero, sin embargo, tiene la cabina un poco alta, son más potentes, tienen cajas mecánicas o automáticas de hasta 12 velocidades y, además, vienen en tres tipos de chasis:

- **Corto:** Para las aplicaciones de construcción (volquetes, hormigoneras, etc.) o bien, para remolcaje de vehículos (grúa de gancho).
- **Mediano:** Para los transportes combinados de cargue y arrastre, como camión-remolque, camión-acoplado etc. debido a que algunos modelos tienen quinta rueda.
- **Largo:** Para transportes variados de semi largo alcance tanto en el área urbana como en el área rural y a veces, de usos especiales.
- **Tera Pesados:** Son camiones que vienen en diferentes modalidades y versiones, según diversos mercados; dichas versiones son las siguientes: 6x2, (2 ejes delanteros, 1 trasero), 6x2 (1 delantero, 2 traseros - el último o el primero direccional-) o 6x2 II (1 delantero, 2 traseros - el último auxiliar-). Su capacidad está entre las 16 ton y las 20 toneladas. Gracias al tercer eje dispuesto como se describió anteriormente, sea direccional delantero o trasero o auxiliar trasero.
- **Ultra Pesado:** Son los vehículos llamados tandem, doble eje porque tienen tracción 6x4 y viene en presentación larga, mediana y corta. Sus capacidades están entre las 20 ton y hasta las 23 ton dependiendo del chasis y la aplicación a que se destine el vehículo.

- **Giga Pesados:** es el grupo más voluminoso, porque alberga dos tipos de camión: el primer segmento, son los llamados cuatro manos, cuatro ruedas, o cuatro ejes, debido a que en la parte delantera tiene dos ejes direccionales; y el segundo, los llamados Tridem, porque tiene tres ejes en la parte posterior, permitiendo que el automotor pueda mover algo de carga adicional, sus capacidades comprenden entre las 23 ton. y as 26 ton.
- **Súper Pesados:** son los populares tracto camiones, gandolas (en Venezuela), tractomulas (en Colombia), trailers (en México), cabezas tractoras, etc. (según su nombre en ciertos países) que son y se emplean para cargar y arrastrar, pues se mide la capacidad del cargue y del arrastre; se diferencian por estos motivos: tienen las ayudas eléctricas, electrónicas e hidráulicas para suplir de frenado y electricidad al conjunto, llámese semirremolque, bi-tren o tren de carretera, son mucho más súper potentes, ya que montan motores doble-turbo, súper-turbo o súper-doble de 8, 10 y a veces, de 12 cilindros en V y alcanzan potencias de hasta 1200 Hp. Su capacidad de carga varía entre las 40 ton y las 250 ton (estos últimos, para los transportes especiales súper pesados.) (Wikipedia, 2014).

Por su uso

Por usos, algunos tipos de camiones, son los siguientes:

- Camión plataforma: destinado a transportes variados.
- Normal: destinada únicamente a contener y proteger la carga.
- Acondicionado: con una estructura diseñada y construida para transportar mercancías a temperaturas controladas con paredes de un espesor mínimo de 45 milímetros.
- Isotermos: mantienen la temperatura (frío o calor) de la mercancía.
- Frigoríficos/congeladores: enfrían y refrigeran o congelan la mercancía.
- Camión Autobús o Bus: el que transporta personas de un lugar a otro.
- Basculante: con bandeja de carga basculante y fija al chasis.
- Blindado: Para transporte de dinero (generalmente a bancos) o de objetos valiosos.
- Cisterna: El que equipa una cisterna para el transporte de gases, líquidos (agua u otros) o sustancias pulverulentas.
- De furgón.
- Grúa.

- Mosquito o plataforma porta automóviles: diseñado especialmente para transporte de automóviles.
- Volquete, o «de volteo»: Vierte su carga hacia atrás o, en modelos recientes, lateralmente.
- Tracto camión o cabeza tractora: es un automóvil concebido y construido para labores de tiro, es decir para el arrastre de un semiremolque. Al conjunto del tractocamión y su semirremolque es un vehículo articulado aunque habitualmente (especialmente en México) se le denomina tráiler.
- Tren de carretera: vehículo automóvil formado por un vehículo motor que arrastra un remolque. El vehículo a motor puede ser un camión o no. En España sólo está permitido el arrastre de un remolque (Wikipedia, 2014).

Por su categoría

Una clasificación legalmente reconocida de los vehículos en la Comunidad Económica Europea los clasifica en tres categorías: M (para el transporte de personas), N (para el transporte de mercancías) y O (para los remolques y semi remolques). Los vehículos de la categoría N, es decir aquellos vehículos automóviles destinados al transporte de mercancías, se

subdividen el tres subcategorías establecidas en función de su MMA (Ingemecánica, 2014).

- N1 - MMA hasta 3500 kg
- N2 - MMA superior a 3500 kg y hasta 12000 kg
- N3 - MMA superior a 12000 kg

Los camiones pequeños tipo N1 en Venezuela se les da el nombre de 350 (se lee 'tres cincuenta') debido al fenómeno de vulgarización del modelo F-350 de Ford, cuya competencia la constituyen el modelo C-30 o C-3500 de Chevrolet y el Ram 3500 de Dodge (Ingemecanica, 2014).

Por el tipo de rueda

- De artillería: Por regla general suelen poseer 5 o 6 radios. Sólo se reemplaza el neumático sin necesidad de desmontar toda la rueda.
- Tipo campana: Es el más usado en los modelos de marcas europeas.
- Suele poseer 12 orificios donde se insertan los pernos de sujeción. Los camiones pequeños poseen un tipo similar, aunque en este caso sólo tiene 6 pernos de sujeción (Wikipedia, 2014).

Camión Volquete Volvo FMX-440: El camión de tecnología europea, Volvo FMX 6x4R, incluye un chasis con acero de alta resistencia y bajo peso, además de una cabina con suspensiones de resortes y amortiguadores.

Las labores en mina requieren de unidades capaces de soportar largas horas de operación con exigencias al máximo.

El camión Volvo FMX 6x4R es un claro ejemplo. Este vehículo registra características propias de otro vehículo que destaca en el rubro, el Volvo FMX 8x4R.

Volvo FMX 6x4R, de origen sueco, posee dos motorizaciones a elección del cliente. El modelo D13A 400 tiene una potencia de 400 CV, mientras el modelo D13A 440 cuenta con una potencia máxima de 440 CV. Ambos impulsores poseen un desplazamiento de 12.8 dm³, y respetan la normativa de emisiones Euro V.

Sus dos tipos de caja de transmisión, si bien ambas son de 14 marchas, se diferencian por sus relaciones. En lo que refiere a las suspensiones, están conformadas por muelles parabólicos y semi elípticos, así como por amortiguadores de doble acción.

Por otro lado, la referida unidad de Volvo tiene una capacidad de carga en el eje delantero de 8 mil kg y de 26 mil kg en el eje posterior, con lo que acumula un peso bruto vehicular técnico de 34 mil kg.

El chasis es el mismo que el del modelo con tracción 8x4R, al estar compuesto por largueros en perfil "C", con acero de alta resistencia y bajo peso. Las propiedades de aquel permiten su tránsito en zonas de difícil acceso y ha sido fabricado para soportar vibraciones y posibles choques que puedan ocurrir en ambientes de trabajo rudo.

La cabina del camión Volvo FMX 6x4R, cuenta con suspensiones que equipan resortes y amortiguadores, brindando así mayor comodidad al operador. Además, con la apertura de puertas de 90 grados y los peldaños antideslizantes, el ingreso a la unidad pesada es más sencillo y seguro.

La unidad de Volvo, potencia su uso en el sector minero con una tolva de volquete cuyas propiedades, le posibilitan resistir materiales de alta y baja densidad (Busesycamiones.pe, s.f.).

Perturbaciones en el funcionamiento MID 128 Tabla de códigos de avería

- **MID:** Message Identification Description (identificación de unidad de mando).
- **PID:** Parameter Identification Description (identificación de parámetro (valor)).
- **PPD:** Proprietary Parameter Identification Description (identificación única de Volvo de parámetro (valor)).
- **SID:** Subsystem Identification Description (Identificación de componente).
- **PSID:** Proprietary Subsystem Identification Description (identificación de componente única de Volvo).
- **FMI:** Failure Mode Identifier (Identificación del tipo de error).

Tabla 3*Códigos de avería MID 128*

	Componente/Función	FMI	Sección
MID 128 PID 26	Régimen del ventilador, porcentaje	3, 8	"MID 128 PID 26 Porcentaje de velocidad del ventilador"
MID 128 PID 45	Pre calentamiento, estado	3, 4, 5	"MID 128 PID 45 Elemento de arranque estado relé"
MID 128 PID 49	Estado ABS	9	"MID 128 PID 49 Control de estado del ABS"
MID 128 PID 84	Velocidad del vehículo	9, 11	"MID 128 PID 84 Velocidad del vehículo"
MID 128 PID 85	Estado del programador de velocidad	9	"MID 128 PID 85 Programador de velocidad estado del interruptor"
MID 128 PID 91	Posición del pedal del acelerador	9, 11	"MID 128 PID 91 Pedal del acelerador posición porcentual"
MID 128 PID 94	Presión de alimentación combustible	3, 4, 7	"MID 128 PID 94 Presión de alimentación combustible"
MID 128 PID 97	Indicador de agua en el combustible	3, 4, 14	"MID 128 PID 97 Agua en el indicador de combustible" página 36
MID 128 PID 98	Nivel de aceite del motor	1, 4, 5	"MID 128 PID 98 Nivel de aceite de motor"
MID 128 PID 100	Presión de aceite de motor	1, 3, 4	"MID 128 PID 100 Presión de aceite motor"
MID 128 PID 102	Presión de carga	3, 4	"MID 128 PID 102 Presión de carga"
MID 128 PID 105	Temperatura del aire de admisión	3, 4	"MID 128 PID 105 Temperatura del aire de admisión"

MID 128 PID 107	Presión del diferencial, filtro de aire	0, 3, 4, 5	"MID 128 PID 107 Caída de presión del filtro de aire"
MID 128 PID 108	Presión atmosférica	3, 4	"MID 128 PID 108 Presión atmosférica"
MID 128 PID 110	Temperatura de refrigerante	0, 3, 4	"MID 128 PID 110 Temperatura de refrigerante"
MID 128 PID 111	Nivel de refrigerante	1, 3, 4	"MID 128 PID 111 Nivel de refrigerante"
Código de error	Componente/Función	FMI	Sección
MID 128 PID 153	Presión del cárter de cigüeñal	0, 3, 4	"MID 128 PID 153 Presión del cárter"
MID 128 PID 158	Tensión de batería	3, 4	"MID 128 PID 158 Tensión de batería"
MID 128 PID 172	Temperatura de aire, admisión	3, 4	"MID 128 PID 172 Temperatura del aire entrada" página 87
MID 128 PID 175	Temperatura de aceite de motor	0, 3, 4	"MID 128 PID 175 Temperatura de aceite"
MID 128 PID 224	Bloqueo de arranque electrónico	2, 12	"MID 128 PID 224 Inmovilizador electrónico" página 100
MID 128 PID 228	Factor K	11	"MID 128 PID 228 Factor K"
MID 128 PPID 119	Temperatura de refrigerante	0	"MID 128 PPID 119 Temperatura de refrigerante"
MID 128 PPID 122	Freno de compresión VCB	1, 3, 4, 5	"MID 128 PPID 122 Freno de compresión VCB"
MID 128 PPID 123	Aire del amortiguador TC	3, 4, 5	"MID 128 PPID 123 Aire del amortiguador del TC"
MID 128 PPID 124	Regulado de la presión de escape, ATR 1	3, 4, 5	"MID 128 PPID 124 Regulador de la presión de gases de escape"
MID 128 SID 1-6	1/2/3/4/5/6 Inyector	2, 3, 4, 5, 7, 11	"MID 128 SID 1/2/3/4/5/6 Inyector bomba"
MID 128 SID 18	Válvula de vaciado, separador de agua	3, 4, 5	"MID 128 SID 18 Válvula de drenaje, separador de agua"

MID 128 SID 21	Posición del motor	3, 8	"MID 128 SID 21 Posición de motor"
MID 128 SID 22	Sensor, régimen de motor	2, 3, 8	"MID 128 SID 22 Régimen volante"
MID 128 SID 33	Accionamiento de ventilador	3, 4, 5	"MID 128 SID 33 Mando del ventilador"
MID 128 SID 70	Elemento de arranque 1	3, 4, 5	"MID 128 SID 70 Elemento de arranque 1"
MID 128 SID 78	Bomba de alimentación de combustible	4, 5	"MID 128 SID 78 Bomba cebadora de combustible"
MID 128 SID 230	Contacto de ralentí	3, 4	"MID 128 SID 230 Contacto de ralentí" página 152
MID 128 SID 231	SAE J1939 Enlace de control	2, 11	"MID 128 SID 231 SAE J1939 Enlace de control"
MID 128 SID 232	Alimentación de 5 V para el sensor	3, 4	"MID 128 SID 232 5 V alimentación para el sensor"
MID 128 SID 250	Enlace de información SAE J1587/J1708	12	"MID 128 SID 250 SAE J1708 enlace de información"
MID 128 SID 253	Memoria de conjunto de datos EEPROM	2, 12	"MID 128 SID 253 Memoria de juego de datos EEPROM"
Código de error	Componente/Función	FMI	Sección
MID 128 SID 254	Unidad de mando electrónica del motor (EECU)	2, 8, 9, 11, 12, 13	"MID 128 SID 254 Unidad de mando del motor (EECU)"
MID 128 PSID 201	SAE J1939 Interrupción enlace de datos	9	"MID 128 PSID 201 SAE J1939 Circuito abierto en el enlace de datos"

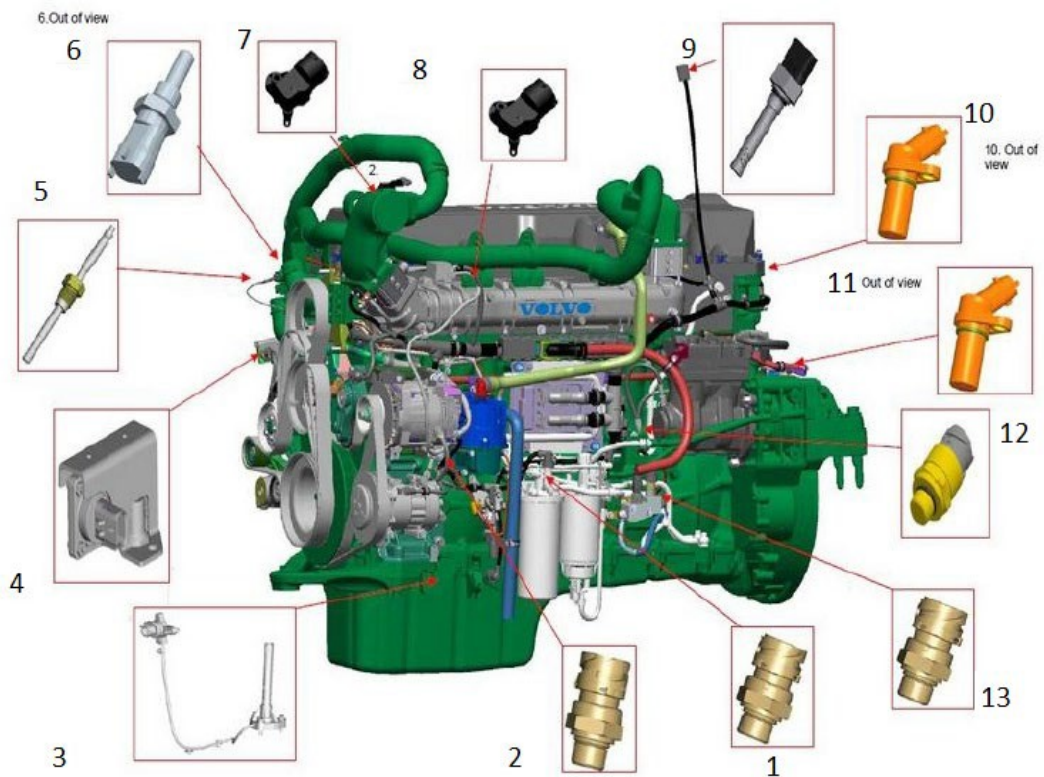
Nota: Adaptado de Volvo trucks, 2016.

Cuadro general de sensores, D13A

Las figuras muestran un cuadro general con las ubicaciones de los distintos sensores del motor y su apariencia. La designación entre paréntesis muestra el número de componente.

Figura 3

Sensores del motor D13A y su apariencia



Nota: Adaptado de Volvo trucks, 2016.

Sensores Motor D13A, Códigos.

- a) Volvo Truck 21302639 Fuel/ Oil Pressure Sensor.
- b) Volvo Truck 21746206 Pressure Sensor.
- c) Volvo Truck 21521353 Oil Level and Temperature Sensor.
- d) Volvo Truck 21304786 Pressure Sensor.
- e) Volvo Truck 21010707 EGR Temperature Sensor.
- f) Volvo Truck 20513340 Coolant Temperature Sensor.
- g) Volvo Truck 20524936 Boost Pressure Sensor.
- h) Volvo Truck 20524936 Boost Pressure Sensor.
- i) Volvo Truck 21046544 Humidity Sensor.
- j) Volvo Truck 20513343 Engine Speed Sensor.
- k) Volvo Truck 20513343 Engine Speed Sensor.
- l) Volvo Truck 21302639 Fuel/ Oil Pressure Sensor.

2.3 Bases de Términos

2.3.1 Definiciones Conceptuales.

Disponibilidad Mecánica: Nos permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para lo cual fue destinado.

Aquí hay algunos valores típicos de disponibilidad respecto a los cuales usted puede hacer una evaluación comparativa de su propio proceso.

Tabla 4

Valores típicos de disponibilidad

TIPO DE PROCESO	PEOR	TERCERO	SEGUNDO	MEJOR
CONTÍNUO	<78%	78-84%	85-91%	>91%
BATCH	<72%	72-80%	81-90%	>90%
QUÍMICO, REFINERÍA, ENERGÍA	<85%	85-90%	91-95%	>95%
PAPEL	<83%	83-86%	87-94%	>94%

Nota: Adaptado de Emerson, 2017.

$$\% \text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de producción real}}{\text{Tiempo de producción posible}} \quad [1]$$

Para activos o flotas de equipos de capital más complejos, la disponibilidad esta típicamente entre 85%-95%.

El 5%-10% que falta de disponibilidad se divide entre “tiempo muerto programado” (mantenimiento programado) y “tiempo muerto no programado” (paros) (Emerson, 2017).

Mantenimiento centrado en la Confiabilidad: Es el activo físico continúe haciendo lo que los usuarios quieren que se haga.

Mantenibilidad: Está definida como la posibilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo.

Tiempo promedio para reparar (MTTR): Es un indicador que mide la efectividad en restituir la unidad en condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentre fuera de servicio por una falla dentro de un periodo determinado.

Datos técnicos: Conjunto de información que se refiere a operación, repuestos, de cada equilibrio.

Equipo: Elemento que constituye el todo o parte de una máquina o instalación y posee datos, historial y programas de reparación.

Orden de trabajo: Documento que sirve para solicitar repuestos y se pueda justificar el repuesto que se ha deteriorado (gastado).

2.3.2. Definiciones del mantenimiento.

Según Padilla la labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas

condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos (Padilla Fonseca, 2009).

Según una publicación de Mantenimiento Industrial de la Universidad Carlos III de Madrid, España. El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general. Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo el área laboral.

Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

2.3.3. Objetivos del mantenimiento.

Los objetivos en el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.

Javier Sánchez Rozo, Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Bogotá. Colombia. En la misma publicación también define los tipos de mantenimiento mencionando debilidades y fortalezas de cada mantenimiento.

2.3.4. Tipos de mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo: Según Molina publicado en la página monografías, Mantenimiento correctivo: acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación,

restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento. Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada (Molina Torres, 2009).

Mantenimiento Preventivo: Según Molina publicado en la página monografías La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado – MPP. (Molina Torres, 2009).

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de

operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Disponibilidad Mecánica: Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el MTTR y el MTBF, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

Disponibilidad Mecánica (DM): El valor mínimo para garantizar la calidad de la gestión de mantenimiento será mayor de 85%. Según la siguiente fórmula:

$$DDDD = \frac{(\text{Hiprogramadas} - \sum(\text{HMprev} + \text{Hreparaciones Mec.} + \text{Hreparaciones Elect.}))}{\text{Hiprogramadas}}$$

[2]

Tabla 5*Cálculo de la disponibilidad mecánica*

MESES	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MODELO	HP	HT	IM	MP	FM	FE	ACC	OTROS	PARADA	DM	UTILIZACIÓN	MTTR	MTBR
ENERO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	682	533	29.5	18.5	74.0	5.0	22.0	0	33	78.15%	78.15	3.62	16.15
FEBRERO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	616	488	27.0	15.0	59.0	9.0	18.0	0	30	79.22%	79.22	3.37	16.27
MARZO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	682	545	28.5	20.0	81.0	6.0	1.5	0	27	79.91%	79.91	4.02	20.19
ABRIL	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	660	554	29.0	14.5	59.0	3.5	0.0	0	24	81.23%	81.23	3.21	23.08
MAYO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	682	531	29.5	22.5	88.5	8.5	2.0	0	35	77.86%	77.86	3.47	15.17
JUNIO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	660	507	26.5	11.0	109.0	1.5	5.0	0	23	74.34%	74.34	5.5	22.04
TOTAL				3982	3158	170.0	101.5	470.5	33.5	48.5	0	172	79.91%	78.45	3.86	18.82
FECHAS DE DISPONIBILIDAD MECÁNICA 01-01-18 AL 31-06-18																

Según la Tabla 4:

Estos datos provenientes del reporte diario se procesan cada semana en el consolidado mensual llamado también performance los cuales se incluyen en el informe mensual de la unidad. En el reporte mensual de performance mensual se obtienen tabla dinámica datos como: Horas programadas del Mes (**HP**), Horas de Trabajo del Mes (**HT**), Horas totales para inspección Mecánica (**IM**), Horas utilizadas para Mantenimiento Preventivo (**MP**), Hora utilizada por Falla Mecánica (**FM**), Hora utilizada por Falla Eléctrica (**FE**), Hora utilizada por accidente (**ACC**) u (otros), número total de paradas por equipo (**PARADA**), Promedio de disponibilidad mecánica por mes (**DM**), Promedio de utilización efectiva(UE), índice de Mantenibilidad (**MTTR**), índice de confiabilidad (**MTBR**).

Mantenimiento centrado a la Confiabilidad: Metodología utilizada para determinar qué debe hacerse para asegurar que todo activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional.

La mantenibilidad: Definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos escritos, está en función del diseño del equipo (factores tales como la accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento).

MTBF Tiempo Promedio entre falla: Tiempo Promedio entre fallos (Mean Time Between failure, MTBF) indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que, debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico.

Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información.

Tiempo Promedio entre falla (MTBF) >> 60

El valor mínimo para garantizar la calidad de la gestión de mantenimiento será >> 60 Hrs. según la siguiente formula.

$$DDMMMMMM = \frac{(Hiprogramadas - Hdefalla)}{\sum \text{numero de paradas por fallas}} \quad [3]$$

Tiempo Promedio para Reparar (MTTR)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación (Mean Time to Repair, MTTR) de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un periodo determinado. El tiempo promedio para reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. O un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y

procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

Tiempo Promedio para Reparar (MTTR) < 6

El valor máximo para garantizar la calidad de la gestión de mantenimiento será menor de 6 horas, según la siguiente fórmula:

$$MTTR = \frac{\sum(HM_{prev} + H_{reparaciones\ Mec.} + H_{reparaciones\ Elect.})}{\sum \text{Número de paradas}} \quad [4]$$

Datos técnicos: Conjunto de información que se refiere operación, repuestos, de cada equipo X.

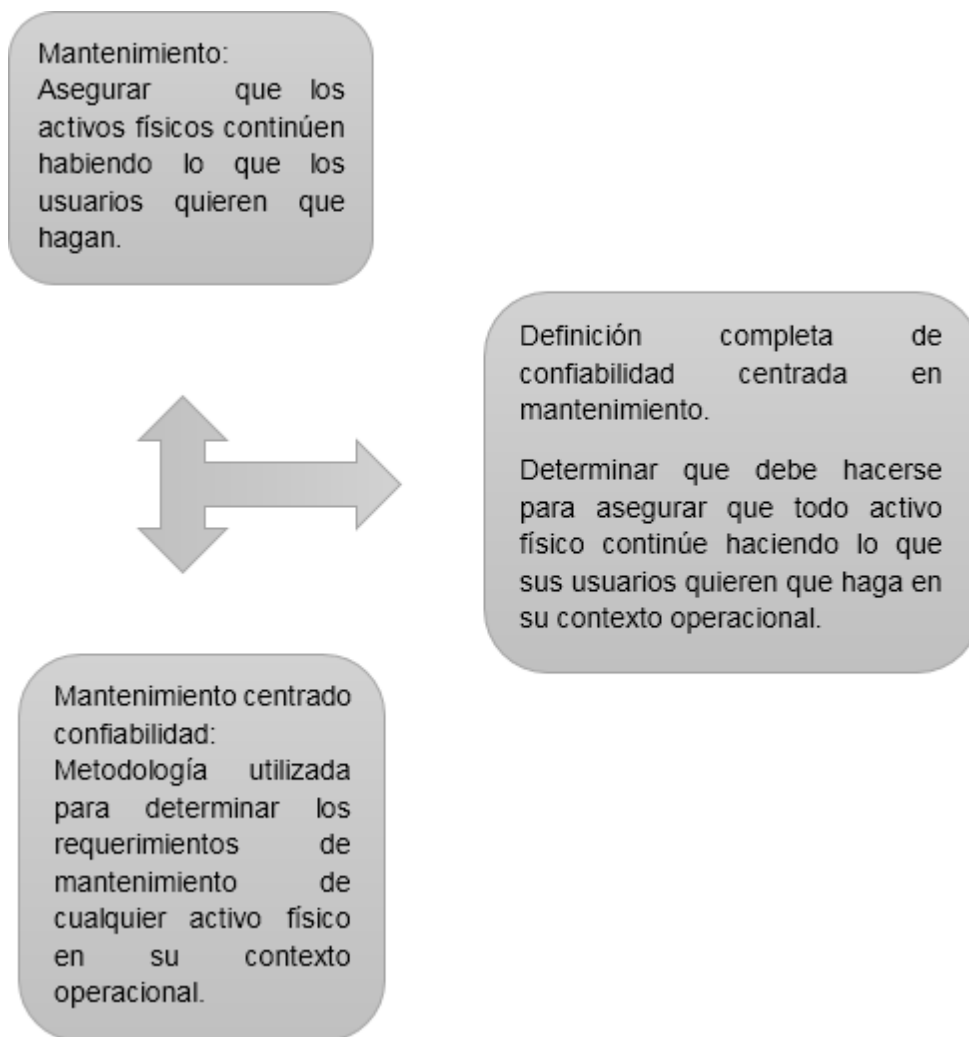
Equipo: Elemento que constituye el todo o parte de una máquina o instalación, y posee datos, historial y programas de reparación.

OT: Orden de trabajo para solicitar repuestos con justificar el repuesto más gasto.

Mantenimiento Centrado a la Confiabilidad (RCM)

Figura 4

Mantenimiento centrado en la confiabilidad



Nota: Adaptado de TECSUP, 2008.

Siete Preguntas Básicas

- ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones?
- ¿Qué causa cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿Cuál es la importancia de cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
- ¿Qué debería hacerse si no puede encontrarse una tarea proactiva adecuada?

2.3.5. Funciones.

A. Descripción

La descripción de una función debe consistir de un verbo, un objeto y un parámetro de funcionamiento.

B. Estándares de funcionamiento

- Definición de funcionamiento.
- Funcionamiento deseado (lo que el usuario quiere que haga).

- Capacidad inherente (lo que puede hacer).

Si la capacidad inicial (lo que puede hacer) entonces, el mantenimiento puede aumentar la capacidad de este activo físico más allá de este nivel. El objetivo del mantenimiento es asegurar que la capacidad este por arriba de este nivel. El mantenimiento cumple sus objetivos manteniendo la capacidad del activo físico de esta zona, cumpliendo funcionalmente lo deseado (lo que el usuario quería que se haga.).

C. Tipos de estándares de funcionamiento.

- Múltiples.
- Cualitativos.
- Cuantitativos.
- Absolutos.
- Variables.
- Límites.

D. El contexto operacional

Afecta drásticamente a las funciones y expectativas de funcionamiento. Afecta a la naturaleza de los modos de falla, sus efectos y consecuencias, a la frecuencia en la que pueden ocurrir.

Determina que debe hacerse para manejarlos.

Factores que se deben considerarse para entender claramente el contexto operacional en la que funciona este equipo. Procesó de lotes continuos, redundancias, estándares de calidad, estándares medio ambientales (TECSUP, 2008).

E. Tipo de funciones

Funciones primarias: Razón principal por la que se adquirió el activo, estándares de funcionamiento. Se identifica con las siguientes preguntas:

- ¿Qué necesitas que haga el activo?
- ¿De qué quieres que sea capaz?

Funciones secundarias: Se dividen en siete categorías.

- Ecología- integridad ambiental.
- Seguridad – integridad estructural.
- Control/confort/contención.
- Apariencia.

- Protección.
- Eficiencia/economía/integridad estructural.

F. Registro de funciones.

Una función define los objetivos de la empresa, las funciones se listan empezando por las funciones primarias.

2.3.6. Fallas funcionales.

Se define como “falla” como incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que hagan.

La falla se define en términos de “pérdida de una función específica” y no como la “falla del activo como un todo”.

La “falla funcional” describe estados de falla y no a la falla por si sola, se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un estándar de funcionamiento aceptable para el usuario. Estándares de funcionamiento y fallas:

- Falla total y parcial.
- Límites superiores o inferiores.
- Instrumentos de medición de indicadores.

- El contexto operacional.

2.3.7 Consecuencia de fallas.

Falla técnica: El mantenimiento proactivo tiene que ver mucho más con evitar o reducir las consecuencias de la falla que con prevenir la falla misma, vale pena realizar una tarea proactiva si resuelve adecuadamente las consecuencias de la falla que se pretende evitar.

Funciones ocultas y evidentes: una función es evidente es aquella cuya falla finalmente e inevitablemente será evidente por si sola a los operadores en circunstancias normales, una función oculta es aquella cuya falla no será evidente a los operadores en circunstancias normales, si se produce por si sola. TECSUP, 2008.

Objetivos del RCM.

Objetivos Estratégicos: El proceso del RCM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución por la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del conocimiento.

Objetivos Operativos: El RCM tiene como propósito en las Acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad instalada.

Beneficios a conseguir por RCM.

¿Qué se puede lograr el RCM?: El RCM ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos diez años.

Cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes:
Mayor seguridad y producción en su entorno, debido a:

- Mejoramiento en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.
- La disposición de nuevos dispositivos de seguridad.
- La revisión sistemática de las consecuencias de cada falla antes de considerar la cuestión operacional.
- Claras estrategias para prevenir los modos de falla que pueden afectar a la seguridad y para las Acciones “a falta de” que deban tomarse si no se puedan encontrar tareas sistemáticas apropiadas.

Mejores rendimientos operativos, debido a:

- Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- Un diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia a los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Menor daño secundario a continuación de las fallas de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de fallas).
- Intervalos más largos entre las revisiones y en algunos casos la eliminación completa de ellas.
- Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fácil de solucionar y menos costosas.
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.
- La eliminación de componentes poco fiables.
- Un conocimiento sistemático acerca de la nueva planta.

Mayor control de costos del mantenimiento, debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario.

- Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre las consecuencias de las fallas).
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva.
- Menor necesidad de usar personal experto caro porque todo personal tiene mejor conocimiento de las plantas.
- Pautas más claras para la adquisición de una nueva tecnología de mantenimiento, tal como equipos de monitorización de la condición “condition monitoring”.
- Además de la mayoría de la lista de puntos que se dan más arriba bajo el título de “Mejores rendimientos operativos”.
- Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.

Pasos para el RCM efectivo

- Seleccione el equipo para revisión.
- Defina las funciones.
- Defina los estándares de rendimiento.
- Defina como puede fallar (falla funcionales y análisis de los efectos).
Determine los modos de falla.

- Analice la causa raíz.
- Analice los efectos y consecuencias.
- Seleccione las estrategias del mejor mantenimiento. Implemente el programa.
- Analice los resultados (Espinoza León. 2012).

Capítulo III

Marco Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es **tecnológica**, la investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad. Sus niveles son la experimentación y la aplicación (Espinoza Montes, 2014).

Esta investigación corresponde a este tipo porque consiste en comparar los resultados antes y después de implementar la gestión del mantenimiento, aplicando teorías del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

3.2 Diseño de Investigación

Diseños experimentales, cuando en una investigación se necesita manipular variables, es necesario realizar un diseño experimental.

El diseño experimental en una investigación, sirve para organizar la obtención de datos a partir de la reproducción de las propiedades del

objeto de investigación en un modelo o en un prototipo (Espinoza Montes, 2014).

Diseños pre - experimentales, Se utilizan estos diseños cuando se sabe que existen variables extrañas que pueden influir en la variable dependiente, pero no se sabe que variables son, y por lo tanto, no se pueden controlar. Al utilizar este diseño correremos el riesgo de que la validez interna y externa sea mínima o nula. Pero ilustran la forma en que las variables extrañas pueden influir en la validez interna. Nos muestra lo que se debe y no debe hacer.

Este tipo de diseño es muy restringido y utilizado preferentemente en la investigación exploratoria. Espinoza Montes, 2014.

Para la presente investigación se aplicó la **Diseño de un grupo con pre prueba y post prueba** Se evalúa los efectos del tratamiento comparándolo con una medición previa, su diseño es:

- $O1 \rightarrow X \rightarrow O2$.
 - X: Tratamiento aplicado al grupo experimental (VI).
 - O1: Observación de la variable dependiente antes de tratamiento.
 - O2: Observación de la variable dependiente después de tratamiento
- (Espinoza Montes, 2014).

3.3 Nivel de Investigación

El nivel de investigación **Experimental**, la investigación experimental tiene como propósito manipular las variables que tienen relación causal para transformar el objeto de investigación. Su finalidad es crear conocimientos nuevos para mejorar el objeto. (Espinoza Montes, 2014).

3.4 Población y muestra

Para el presente trabajo de investigación la unidad de observación está constituida por un camión volquete volvo FMX-440 cuyo detalle se muestra en la tabla.

Tabla 6

Unidad de observación

ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	PLACA	CODIGO DE EQUIPO	CAPACIDAD (M3)
1	CAMION VOLQUETE	VOLVO	FMX - 440 6X4R	D6Z- 775	700	17 m3

3.5 Operacionalización de variables

Con el fin de uniformizar el significado de la hipótesis, en la Tabla 7 se desarrolla la definición conceptual y operacional de las variables que se están utilizando en la investigación.

Tabla 7*Operacionalización de la variable dependiente*

Variable Dependiente: Disponibilidad Mecánica		
Definición conceptual	Dimensión	Indicador
La Disponibilidad	Tiempo Disponible	Tiempo con la que cuenta el Equipo para poder ser operado.
Mecánica es una definición que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para lo cual fue destinado.	Tiempo de Mantenimiento Programado	Es el tiempo que se emplea para realizar el mantenimiento planeado de los componentes
	Tiempo de Mantenimiento Correctivo	Es el tiempo en el cual se realiza el mantenimiento debido a paradas que se presentan por fallas intempestivas.
	Tiempo de Mantenimiento Preventivo	Es el tiempo que se emplea para realizar las inspecciones, cambio de aceites y lubricación diaria del equipo.

Tabla 8

Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad del camión volquete Volvo FMX-440

Definición conceptual	Dimensión	Indicador
Metodología desarrollada, con la finalidad de determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas.	Relación entre la organización y los elementos físicos que la componen.	Función de elementos de equipo Fallas funcionales Modos o causas de fallas Efectos de fallas Consecuencias de fallas Tareas de mantenimiento Acciones a falta de mantenimiento

3.6 Técnicas e Instrumentos para Recolección de Datos

3.6.1 Técnicas de recolección de datos.

Para la ejecución de la presente tesis se utilizará primero la técnica documental, porque se recopilará información de la empresa MCEISA S.A.

La técnica del Análisis Documental; utilizando como instrumentos de recolección de datos de fuentes documentales fichas textuales y de resumen; recurriendo como fuentes a libros especializados, documentos oficiales e internet (Caballero Romero, 2005). "La técnica documental

permite la recopilación de técnicas de procesamiento de datos, evidencias para demostrar la hipótesis de la investigación” (Espinoza Montes, 2014).

También se utilizará la técnica empírica, porque se visualizará la situación actual únicamente del Camión Volquete Volvo FMX-440. “La técnica empírica permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la practica en la búsqueda de la verdad” (Espinoza Montes, 2014).

3.6.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

Se utiliza información de taller de mantenimiento de la empresa MCEISA S.A como fuente de información de la data histórica de fallas y paradas del Camión Volquete Volvo FMX-440, así como los tiempos de operación de los equipos en el proyecto en estudio, con el objeto de analizar el comportamiento y la confiabilidad que ofrecen los mismos.

3.7. Procesamiento y análisis de datos

Para este tema no se diseñó nuevos instrumentos de recolección, se ha utilizado todos los formatos, matrices, procedimientos, instructivos del Sistema Integrado de Gestión del área de equipos de la empresa.

3.7.1 análisis de datos documentados.

Tabla 9

Reporte de control de viajes y control de demoras operativas y no operativas

		Frente	EQ. De carguío	Origen	Destino	Hora Inicio	Hora Fin	Actividad Descripción	Total min.	Demoras Operativas			Total min.				
										Dem	Hr. Inicio	Hr. Final					
Hrs. Trab.	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																
	17																
	18																
	19																
	20																
	21																
	22																
	23																
	24																
	25																
	26																
	27																
	28																
	29																
	30																
									Total (A)				Total (B)				
		COD		Demoras Operativas		COD		STAND BY POR OPERACIÓN (MOTOR APAGADO)		COD		STAND BY PROGRAMADOS (MOTOR APAGADO)		COD		MANTENIMIENTO	
L E Y E N D	D01	Cambio de frente		S801	Esperas por mantenimiento		SRP1	Charlas de Seguridad		DM1	Cambio de Mangueras						
	D02	Nivelación de piso		S802	Falta de frente		SRP2	Cambios de Guardia		DM2	Eliminación de Fuga						
	D03	Tiempo de espera		S803	Falta de operador		SRP3	IPERC e Inspección de equipo		DM3	Mtto. Correctivo						
	D04	Vola dura		S804	Equipo de carguío inoperativo		SRP4	Traslado de Personal		DM4	Inspección no programada						
	D05	engrase,etc)		S805	Espera de volquetes		SRP5	Alimentación		DM5	Lubricación y Engrase						
	D06	Traslado por Mtto. Programado		SBN4	Otros					DM6	Mtto. programado						
	D07	Espera en zona de descarga								DM7	Llantas						

	Hora Inicio	Hora Fin	Descripción (COD)	Total min.	
Hrs. Stb.					
					Total (C)
Hrs. Rep.					
					Total (D)

Total 12 Hrs.

_____ FIRMA CONTROLADOR

Nota: Adaptado de MCEISA.

Tabla 10

Formato de cambio de guardia

MCEISA		FORMATO DE CAMBIO DE GUARDIA			
SUPERVISOR SALIENTE:		COD / DNI:		FIRMA	
SUPERVISOR ENTRANTE:		COD / DNI:		FIRMA	
VOLQ				TALLER	
CODIG	PLAC	OPERADO	OBSERVACIONES	CODIGO	MECANICO/AY.
700	D6Z-775			PRM-00	
701	D3A-			PRM-00	
702	COP-859			PRM-00	
703	C9U-			PRM-00	
704	A1H-			PRM-00	
705	D4G-				
706	F4Y-705				
707	COW-835				
708	B8A-			PERSONAL DE	
710	C7U-			CODIGO	CUADRADOR
711	D7R-			PRC-00	OBSERVACIONES
712	C2F-775			PRC-00	

Nota: Elaboración MCEISA.

Tabla 11


Formato inspección a unidades de transporte

VERIFICACIÓN A UNIDADES DE TRANSPORTE - MCEISA									
	PLACA	CÓDIGO	M3	BOTIQUIN PRIMERO S AUXILIOS	CONOS DE SEGURIDA D	TACOS DE SEGURIDA D	KIT ANTI DERRAM E	EXTINTOR	RADIOS DE COMUNICACIÓ N
1	D6Z-775	700	17M3						
2	D3A-757	701	17M3						
3	C0P-859	702	20M3						
4	C9U-894	703	20M3						
5	A1H-820	704	15M3						
6	D4G-915	705	20M3						
7	F4Y-705	706	17M3						
8	C0W-839	707	17M3						
9	B8A-838	708	17M3						
10	C7U-814	710	20M3						
Supervisor de						FIRM		FECHA	

Nota: Tomado de MCEISA.

Tabla 11

Formato de Orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO				
		Equipo _____	Marca _____	Serie _____		
Tipo de Servicio _____		Obra _____				
Frente _____			FECHA	HORA		
			RECIBIDO			
			TERMINADO			
OPERADOR		CODIGO	PLACA	HOROMETRO	KILOMETRAJE	
ITEM	DESCRIPCION DE TRABAJO					
1						
2						
3						
4						
ITEM	V.SALIDA	DESCRIPCION DE REPUESTO		CANTID	UNIDAD	TIPO DE SERV
1						
2						
3						
4						
5						
ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL			CANTID	UNIDAD	TIPO DE SERV
1						
2						
3						
4						
ITEM	SERVICIO TERCEROS		PROVEEDOR	DOC	TIPO SERV	IMPORTE
1						
2						
3						
4						
ITEM	MOTIVO REPARACION Y/O TRABAJOS PENDIENTE					
1						
2						
3						
4						
		POR LA PRESENTE DOY FE A QUE LOS TRABAJOS ARRIBA ESPECIFICADOS HAN SIDO REALIZADOS ASI COMO LOS REPUESTOS HAN SIDO INSTALADOS A LA UNIDAD				
SUPERVISOR		MECANICO				

Nota: Tomado de MCEISA.

Tabla 12

Formato de Informe de Fallas

 INFORME DE FALLAS		Version: 01	
		Fecha: ---/---/---	
ENCARGADOS DE LA INSPECCIÓN			
APELLIDOS Y NOMBRES		DNI	FIRMA
OPERADOR:			
MECÁNICO:			
FECHA:			
DATOS DEL VEHÍCULO/MAQUINARIA			
MARCA:	MODELO:	PLACA:	CODIGO:
DETECCIÓN DE LA FALLA			
1)			
2)			
3)			
4)			
5)			
DIAGNÓSTICO (PARTES DEL VEHÍCULO/MAQUINARIA Y DEFECTOS ENCONTRADOS)			
PARTE DEL VEHÍCULO MAQUINARIA	FALLAS PRESENTADAS Y SU POSIBLE CAUSA	POSIBLES SOLUCIONES	REQUERIMIENTO
1)			
2)			
3)			
RECIBIDO POR:.....		CARGO:	FIRMA:.....

Capítulo IV

Confiabilidad centrada en Mantenimiento de Camiones Volquetes Volvo FM-FMX; 440- 480 para mejorar la Disponibilidad Mecánica para Proyectos Mineros

4.1 Listado de Codificación de Equipo

Tabla 12

Lista y codificación de camión volquete volvo FMX-440

ITEM	EQUIPO	MARCA	MODELO	PLACA	CÓDIGO DE EQUIPO	MODELO MOTOR DIESEL
1	CAMIÓN VOLQUETE	VOLVO	FMX - 440 <u>6X4R</u>	D6Z- 775	700	D13863764A1E

4.2 Listado de sus Funciones y sus Especificaciones

Traslado de material (mineral y desmante) de un lugar a otro y colocarla en su nueva posición, crear una nueva forma y condición física deseada al menor costo posible.

Traslado de tuberías para alcantarillas para construcción de accesos.

4.3 Determinación de las fallas funcionales y técnicas

- Falta de conocimiento del camión volquete por parte del operador.
- Falta de familiarización con el camión volquete por parte del operador.
- Mal uso del camión volquete por parte del supervisor de campo.
- Condiciones de frentes de trabajo en mal estado.
- Falta de cobertura en la comunicación móvil.
- Falta de inspección por parte de los mecánicos.
- Mejorar el soporte técnico calificado y no calificado.
- Falta aplicación de controles para mantenimientos.
- Falta de un stock mínimo de repuestos.
- Falta de repuestos críticos.
- Falta de programas mensuales, anuales de mantenimientos.
- Falta de evaluación del análisis de Aceite - SOS.
- Falta de estudio de vida útil de componentes de los sistemas.
- Controlar y disminuir los tiempos de mantenimientos programados.
- Controlar y disminuir los tiempos de reparación entre fallas de emergencia.

4.4 Determinación de modos de falla (AMFE análisis de modos de fallas y efectos)

Se detalla la baja disponibilidad mecánica de enero a junio del 2017.

Tabla 14

Disponibilidad mecánica

MESES	DESCRIPCION	CODIGO	MODELO	HP	HT	IM	MP	FM	FE	ACC	OTROS	PARADA	DM	UTILIZACION	MTTR	MTBR
ENERO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	682	533	29.5	18.5	74.0	5.0	22.0	0	33	78.15%	78.15	3.62	16.15
FEBRE RO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	616	488	27.0	15.0	59.0	9.0	18.0	0	30	79.22%	79.22	3.37	16.27
MARZO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 6X4R	682	545	28.5	20.0	81.0	6.0	1.5	0	27	79.91%	79.91	4.02	20.19
ABRIL	CAMION VOLQUETE	700	FMX 6X4R	660	554	29.0	14.5	59.0	3.5	0.0	0	24	81.23%	81.23	3.21	23.08
MAYO	CAMION VOLQUETE	700	FMX 6X4R	682	531	29.5	22.5	88.5	8.5	2.0	0	35	77.86%	77.86	3.47	15.17
JUNIO	CAMION VOLQUETE	700	FMX 6X4R	660	507	26.5	11.0	109.0	1.5	5.0	0	23	74.34%	74.34	5.5	22.04
TOTAL				3982	3158	170.0	101.5	470.5	33.5	48.5	0	172	79.91%	78.45	3.86	18.82
FECHAS DE DISPONIBILIDAD MECANICA 01-01-18																
AL 31-06-18																

Según la tabla 14 estos datos provenientes del reporte diario se procesan cada semana en el consolidado mensual llamado también performance los cuales se incluyen en el informe mensual de la unidad. En el reporte mensual de performance mensual se obtienen tabla dinámica datos como : Horas programadas del Mes(**HP**) , Horas de Trabajo del Mes(**HT**) , Horas totales para inspección Mecánica (**IM**) , Horas utilizadas para Mantenimiento Preventivo(**MP**) , Hora utilizada por Falla Mecánica(**FM**) , Hora utilizada por Falla Eléctrica(**FE**) , Hora utilizada por Accidente(**ACC**) u (otros), número total de paradas de equipo(**PARADA**) , Promedio de disponibilidad mecánica por mes(**DM**), Promedio de utilización efectiva(UE), índice de Mantenibilidad (**MTTR**) , índice de confiabilidad(**MTBR**).

4.4.1 Cuadro de Causa y Efecto.

Tabla 15
Causa, Efecto

	ÁREA DE SEGURIDAD	FALTA DE COMUNICACIÓN
FALTA DE COMUNICACIÓN	ÁREA DE LOGISTICA	FALTA DE INFORME STOCK REPUESTOS, FALTA DE PERSONAL DE COMPRAS, FALTA DE REPUESTOS CRITICOS.
	ÁREA DE OPERACIONES	MALA OPERACIÓN, FALTA DE EXPERIENCIA, MAL USO DE EQUIPOS.
	ÁREA DE MANTENIMIENTO	POCO PERSONAL CALIFICADO, FALTA DE ESPACIO PARA LIMPIEZA DE EQUIPOS, DEFICIENTE CONTROL DE HORAS PARA SU PM, FALTA DE COMUNICACIÓN E INFORMACION.
FALTA DE DISPONIBILIDAD DEL CAMIÓN VOLQUETE VOLVO FMX – 440 EN PROYECTO MINERO	ÁREA DE TRABAJO	LIMPIA Y ORDENADA
	MATERIA PRIMA	CONTAMINACION, MAL ESTADO DE VIAS.
	CONDICIONES Y ACCESOS	
	EQUIPOS	CANTIDAD DE PIEZAS, CRITICIDAD, MD 8 HORAS.
	HERRAMIENTAS	FALTA DE INSPECCION DE HERRAMIENTAS, FALTA DE HERRAMIENTAS ESTÁNDAR, FALTA DE CALIBRACION DE HERRAMIENTAS.

4.5 Principio de Wilfredo Diagrama de Pareto

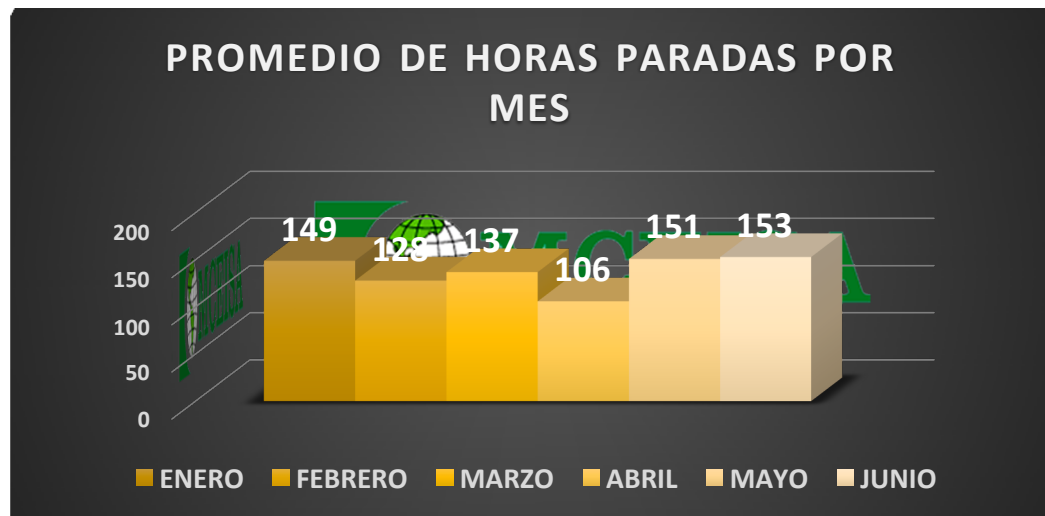
Tabla 16

Número Horas Paradas 2017

ANTES DEL PROCESO DE MANT. CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD						
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
PROMEDIO DE HORAS PARADAS	149	128	137	106	151	153

Figura 6

Promedio de horas paradas por mes



4.6. Identificación de los Componentes Críticos

Para este procedimiento de análisis de criticidad se estableció los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación. En

este caso se seleccionó la metodología ya planteada donde se evaluó las consecuencias de los factores tales como: Productividad, seguridad personal, medio ambiente, relación con otros procesos, equipo de repuesto disponible, estado actual del equipo y costo de mantenimiento. Este otorgará puntuación para cada activo evaluados; dichos valores fueron asignados de acuerdo a La experiencia del personal mecánico y supervisor.

Primer paso para la evaluación de criticidad es poseer una historial de fallas o paradas de los activos para su respectivo análisis.

- FM (Inyector bomba).
- FM (Sensor de presión de aceite).
- FM (Compresor de aire).
- FM (Brazo de templador).
- FM (Secador de aire).
- FM (Pines de compuerta de tolva).
- FM (Paneles radiador).
- FM (Manguera).
- FM (Piñones de caja de cambios).
- FM (Cardan).
- FM (Perno fracturado).

- FE (Cable).
- FE (Alternador).
- FE (Releí).
- ACC (Mala operación).
- ACC (Mala condición).

4.6.1 Estudio de Consecuencia de Fallos Criticidad de camión volquete FMX-440.

Factores para seleccionar criticidad de máquinas:

Productividad: Este factor va enfocado a determinar la manera que afecta la falla o parada innecesaria del equipo en proceso de trabajo.

Seguridad Personal: Hacer un análisis del peligro que pueda existir al personal de operación y el frente de trabajo por falla del equipo.

Medio Ambiente: Determinar si por la falla de los equipos existe una contaminación ambiental ya que puede perjudicar a la naturaleza y empresa.

Relación con otros Procesos: Tomar en cuenta que el camión volquete volvo FMX- 440 y el plan de mantenimiento tienen relación directa con la producción de mantenimiento tienen relación directa con la producción.

Equipo de Repuesto Disponible: Conocer si existe otro similar para poder remplazar cuando falle para no detener la producción.

Estado actual del Equipo: Conocer el estado en la que se encuentra el estado del equipo. Se debe realizar un plan con la prioridad a los nuevos y posteriormente a los regulares. Los equipos que se encuentran sin funcionamiento o que ya estén deteriorados no deben realizarse el mantenimiento.

Costo del Mantenimiento: Realizar un análisis del precio de mantenimiento preventivo, ya que si sobrepasa las pérdidas en la producción no es recomendable realizarlo, ya que puedan existir que su mantenimiento sea complejo y necesiten de un personal capacitado especialmente para ese equipo.

4.7 Proceso de elaboración matriz de priorización de equipos

Se colocó en niveles de importancia y con esto conseguir una priorización en el equipo. Para el actual estudio se ha tomado los siguientes niveles que se detallan a continuación.

a. Productividad

- No genera paro en la producción.
- Retarda la producción.

- Para toda la línea de producción.

b. Seguridad personal

- No existe el riesgo.
- Riesgo mínimo.
- Riesgo considerable.

c. Medio ambiente

- Sin riesgo ambiental.
- Riesgo ambiental mínimo.
- Riesgo ambiental considerable.

d. Relación con otros procesos

- Sin relación con otros equipos.
- Con relación con otros equipos.

e. Equipo de repuesto disponible.

- Si existe otro equipo.
- No existe otro equipo.

f. Estado actual del equipo.

- Mal estado.
- Estado de funcionamiento aceptable.
- Excelente estado.

g. Costo de mantenimiento.

- Bajo.
- Mediano.
- Alto.

Utilizando ya los componentes resultantes del análisis del diagrama de Pareto, se realizó la calificación de estos con cada factor para seleccionar la criticidad y, se encuentra detallada en la siguiente Tabla:

Tabla 17*Matriz en función de los factores*

TIPO FALLA	FACTOR a*(PR)	FACTOR b*(PR)	FACTOR c*(PR)	FACTOR d*(PR)	FACTOR e*(PR)	FACTOR f*(PR)	FACTOR g*(PR)
FM (inyector bomba)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (sensor de presión de aceite)	0.75	0.9	0.45	0.1	0.1	0.2	0.1
FM (compresor de aire)	0.75	0.9	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (brazo de templador)	0.75	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (secador de aire)	0.5	0.6	0.3	0.1	0.05	0.2	0.05
FM (pines de compuerta de tolva)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (paneles radiador)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (manguera)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (piñones)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (cardan)	0.5	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (perno fracturado)	0.75	0.9	0.3	0.2	0.05	0.2	0.1
FE (cable)	0.5	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
FE (alternador)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.05	0.1	0.1

FE (releí)	0.5	0.6	0.15	0.1	0.1	0.2	0.05
ACC (mala operación)	0.75	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
ACC (mala condición).	0.75	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1

Peso relativo de los factores: Se designó un peso relativo en orden de importancia a cada factor.

Tabla 18

Peso relativo dado cada factor

FACTORES	PESO RELATIVO
Productividad	0
Seguridad del personal	0
Medio ambiente	0
Relación con otros procesos	0
Equipo de repuesto disponible	0
Estado actual del equipo	0
Costo de mantenimiento	0
	1

En la siguiente Tabla para rellenar la matriz general se multiplicó el factor por el peso relativo.

Tabla 19*Matriz en función de los factores y peso relativo*

TIPO FALLA	FACTOR a*(PR)	FACTOR b*(PR)	FACTOR c*(PR)	FACTOR d*(PR)	FACTOR e*(PR)	FACTOR f*(PR)	FACTOR g*(PR)
FM (inyector bomba)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (sensor de presión de aceite)	0.75	0.9	0.45	0.1	0.1	0.2	0.1
FM (compresor de aire)	0.75	0.9	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (brazo de templador)	0.75	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (secador de aire)	0.5	0.6	0.3	0.1	0.05	0.2	0.05
FM (pines de compuerta de tolva)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (paneles radiador)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (manguera)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (piñones)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.1	0.1	0.1
FM (cardan)	0.5	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
FM (perno fracturado)	0.75	0.9	0.3	0.2	0.05	0.2	0.1
FE (cable)	0.5	0.6	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
FE (alternador)	0.75	0.9	0.45	0.2	0.05	0.1	0.1

FE (releí)	0.5	0.6	0.15	0.1	0.1	0.2	0.05
ACC (mala operación)	0.75	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
ACC (mala condición).	0.75	0.9	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1

Tabla 20

Resultados de análisis de matriz

TIPO DE FALLA	TOTAL
FM (INYECTOR BOMBA)	2.70
FM (SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE)	2.60
FM (COMPRESOR DE AIRE)	2.45
FM (BRAZO DE TEMPLADOR)	2.25
FM (SECADOR DE AIRE)	1.80
FM (PINES DE COMPUERTA DE TOLVA)	2.60
FM (PANELES RADIADOR)	2.70
FM (MANGUERA)	2.60
FM (PIÑONES DE CAJA DE CAMBIOS)	2.60
FM (CARDAN)	2.30
FM (PERNO FRACTURADO)	2.50
FE (CABLE)	2.00
FE (ALTERNADOR)	2.55
FE (RELEÍ)	1.7
ACC (MALA OPERACIÓN)	2.55
ACC (MALA CONDICIÓN).	2.55

Con el análisis de la matriz y a través del mantenimiento se lograron priorizar los tipos de falla a los cuales se les aplicará el plan. Y se tomó aquellos que se encuentren en un valor superior o igual a 2.50 de la Matriz.

Los tipos de falla que fueron objetos de estudio son:

Tabla 13

Falla Identificadas para el objeto de estudio

TIPO DE FALLA	TOTAL
FM (INYECTOR BOMBA)	2.70
FM (SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE)	2.60
FM (PINES DE COMPUERTA DE TOLVA)	2.60
FM (PANELES RADIADOR)	2.70
FM (MANGUERA)	2.60
FM (PIÑONES DE CAJA DE CAMBIOS)	2.60
FM (PERNO FRACTURADO)	2.50
FE (ARRANCADOR)	2.55
ACC (MALA OPERACIÓN)	2.55
ACC (MALA CONDICIÓN).	2.55

4.8 Cambios que resulten efectivo para el Control de Mantenimiento

Para realizar un control de cambio para realizar el mantenimiento se elaboró los cuadros AMFE de fallas, donde se pudo conocer mediante el historial de máquinas, cuáles eran los elementos que tiene mayor número y según los resultados que se obtuvo de esta investigación se procedió a elegir los cambios efectivos que son los AMFE de corrección.

AMFE DE FALLAS: El cuadro de AMFE de fallas se encuentra conformado por:

- **Sistemas:** Se refieren al conjunto de elementos previamente seleccionados en la cual se ha producido mayor número de falla.
- **Falla funcional:** Se produce en el proceso de funcionamiento del equipo.
- **Código de falla:** Código que se le asigna a la falla funcional.
- **Modo de falla:** Detalla el mal funcionamiento de una parte del equipo.
- **Efecto de falla:** Se produce por la falla funcional y que afectan a la producción o a su correcto funcionamiento.

- **Causas de falla:** Razón por la que se ha producido o la pieza que del sistema que fallado.

Consecuencias: Son 4 operativas y depende de la causa de falla.

- Ocultas o no evidentes: Se produce por el mal mantenimiento en elemento de seguridad (Hidráulico, mecánica y neumático), mal diseño de estos traería consecuencias.
- Contra la seguridad: Afecta directamente a la seguridad humana debido a equipos e infraestructura.
- Operativas: Debido a efecto de fallo y depende de la índole que se produzca la falla.
- No operativas: Se considera una consecuencia por el modo de falla.

Índices de gravedad, frecuencia y defectibilidad: Varían del 1 al 10 de acuerdo a su importancia y depende de los modos y causas de falla.

Tabla 14*Gravedad a Modos de Falla*

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy baja repercusiones imperceptibles	No es razonable que este fallo de pequeña importancia origine un efecto real alguno sobre el rendimiento del equipo, probablemente el cliente no se dé cuenta del fallo	1
Baja repercusiones irrelevantes apenas	El tipo de falla originará un ligero inconveniente al cliente	3-4
Imperceptible	Probablemente se observará un imperceptible fallo	
Moderada efectos de relativos importancia	Se produce deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y se verá inutilizado en el equipo	7-8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico, afecta el funcionamiento de seguridad del proceso	9-10

Nota: Tomado de Espinoza León, 2012.

Tabla 15*Frecuencia a Modos de Falla*

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy baja improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos ni se ha dado antes, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos.	2
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previo al actual probablemente aparecerá algunas veces en la vida del equipo.	4
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6
Muy alta	Fallo casi inevitable es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9

Nota: Tomado de Espinoza León, 2012.

Tabla 16

Defectibilidad de modo y causa de falla

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy alta	El efecto es obvio. Resulta improbable que no sea detectada por los controles existentes.	1
Alta	El efecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a algún control, probablemente sería detectado con toda seguridad posteriormente.	2
Mediana	El efecto es detectable, no llega al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estados de producción	4
Pequeña	El efecto de esta naturaleza es difícil detectarlo	6
Improbable	El defecto no puede detectarse	9

Nota: Tomado de Espinoza León, 2012.

IPR (Número de Prioridad de Riesgo). Resulta de la multiplicación de los índices de gravedad, frecuencia y defectibilidad.

Estado. Depende del número que resulte en el IPR y tenga un margen normal menor de 90 y de alto riesgo mayor de 90.

Código de tarea. En este punto, se pone un código para identificar la tarea que se debe realizar en cada causa de falla en cada máquina.

Tabla 17

Cuadro de falla AMFE (Análisis modal de fallos y efectos)

SISTEMA	FALLA FUNCIONAL	CÓDIGO DE FALLO	MODO DE FALLO	EFFECTO DE FALLO	CAUSAS DEL FALLO	CONSECUENCIA	G	F	D	IPR	ESTADO	CÓDIGO DE TAREA	OBSERVACIONES
MOTOR, falla mecánica por inyector	Golpeteo en el motor y pérdida de potencia	FAM 001	Malograda las toberas, roto el resorte mal estado el solenoide.	Parada del Equipo por código de falla.	Sensor del ECM en malas condiciones	Operativa	7	4	4	112	Alto riesgo	TA-FAM-001	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-001
					Mala operación	Ocultas	4	4	4	64	Normal	TA-FAM-002	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-002
			Falta de potencia del motor	Parada del equipo por pérdida de potencia	Surtidor de combustible sin filtros.	No operativa	7	4	2	56	Normal	TA-FAM-003	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-003

SISTEMA DE MOTOR falla mecánica por sensor de presión de aceite defectuoso y mala operación.	Bajo presión de aceite	FAM 002	Medidor de aceite no registra	Parada del equipo por medidor	Combustible malo	Ocultas	7 6 4 168	Alto riesgo	TA-FAM-004	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-004
					Mal mantenimiento	Ocultas	7 4 6 168	Alto riesgo	TA-FAM-005	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-005
					Sensor de presión de aceite defectuoso	Operativa	7 6 4 168	Alto riesgo	TA-FAM-006	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-006
			Reducción de la potencia del Motor	Parada del Equipo por reducción de potencia del motor	Mala operación	Ocultas	4 4 4 64	Normal	TA-FAM-007	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-007
					Bloqueo en la rejilla de admisión de la bomba	No operativa	7 4 4 112	Alto riesgo	TA-FAM-008	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-008
					Carter bomba de aceite filtros	Operativa	4 6 2 48	Normal	TA-FAM-009	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-009

TOLVA, falla mecánica por fractura de pines de compuerta de tolva por mal mantenimiento preventivo.	Caída de compuerta de su posición normal	FAM 003	Falta de compuerta de la tolva para transportar el material.	Parada del Equipo por la falta de la compuerta.	de aceite sucio obstruidos										
					Mal mantenimiento	Ocultas	7	4	4	112	Alto riesgo	TA-FAM-010	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-010		
					Sujeta el pin de la compuerta dañada.	No operativa	4	6	2	48	Normal	TA-FAM-011	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-011		
					Circuito del pin por donde ingresa la grasa obstruida.	Operativa	4	6	4	96	Alto riesgo	TA-FAM-012	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-012		
					Mal mantenimiento	Ocultas	7	4	4	112	Alto riesgo	TA-FAM-013	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-013		

				Mala operación	ocultas	4	6	4	96	Alto riesgo	TA-FAM-014	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-014
				Paneles de radiador obstruidos externo e interno	No operativa	7	6	4	168	Alto riesgo	TA-FAM-015	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-015
	Alta temperatura del refrigerante del Motor	FAM 004	Recalentamiento excesivo del motor	Parada del equipo por recalentamiento	ocultas	4	6	4	96	Alto riesgo	TA-FAM-016	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-016
				Mal mantenimiento	ocultas	4	6	2	48	Normal	TA-FAM-017	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-017
SISTEMA HIDRÁULICO por falla mecánica por rotura de mangueras Por fricción.	Bajo nivel de aceite hidráulico de tanque.	FAM 005	Falta de aceite para desplazar los vástagos.	Parada del equipo	No operativa	7	6	4	168	Alto riesgo	TA-FAM-018	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-018
				fugas externas de aceite, cilindros, cañerías, tanque hidráulico								

SISTEMA CAJA DE TRANSMISIÓN falla mecánica por rotura de dientes por desgaste	Bajo sincronización de los cambios determinados	FAM 006	Sonidos extraños durante los cambios de marcha	Parada del equipo	Válvula de control defectuosos	Operativa	7	4	4	112	Alto riesgo	TA- FAM- 019	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-019
					Mal mantenimiento proceso adecuado	Ocultas	7	4	4	112	Alto riesgo	TA- FAM- 020	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-020
					Filtro, enfriador de aceite en malas condiciones	No operativa	4	6	2	48	Normal	TA- FAM- 021	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-021
					Mala operación	Ocultas	7	6	4	168	Alto riesgo	TA- FAM- 022	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-022
					Mal mantenimiento	Ocultas	4	6	4	96	Alto riesgo	TA- FAM- 023	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-023

SISTEMA ESTRUCTURAL por perno fracturado de pin de ballesta delantero.	No existe estabilidad en el camión volquete volvo FMX-440	FAM 007	Falta de estabilidad en el equipo	Parada del equipo	Desgaste de componentes por mal mantenimiento determinado	Operativa	4	6	2	48	Normal	TA-FAM-024	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-024
					Mala operación	Ocultas	7	6	2	168	Alto riesgo	TA-FAM-025	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-025
					Correas desgastadas o resbaladizas	Operativa	7	4	4	112	Alto riesgo	TA-FAM-026	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-026
SISTEMA ELÉCTRICO falla eléctrica por el Alternador	No existe voltaje en el sistema.	FAM 008	Falta de voltaje en el sistema	Parada del equipo	Cables de batería dañados	Operativa	7	4	4	112	Alto riesgo	TA-FAM-027	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-027
					Mal mantenimiento	Ocultas	7	6	2	72	Normal	TA-FAM-028	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-028

SISTEMA ÁRBOL DE TRANSMISIÓN N falla mecánica por mala operación	No existe fuerza	FAM 009	Fractura de plato brida, brida y cruceta.	Parada del equipo	Mala operación por cambios realizados en rampas	Operativa	7	6	4	168	Alto riesgo	TA- FAM- 029	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-029
					Mala operación por mal cambio determinado	Operativa	7	4	2	56	Normal	TA- FAM- 030	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-030
SISTEMA NEUMÁTICO DE RODAMIENTO falla mecánica por mala condición en el trabajo	No existe condición de trabajo	FAM 010	Pendientes negativas y positivas elevados de trabajo	Parada del equipo	Partículas en el acceso de carguío		4	6	4	96	Alto riesgo	TA- FAM- 031	ACCIÓN CORRECTIVA TA- FAM-031
						Fuera del estándar de la altura de la cocada de los neumáticos.	Operativa	7	6	3	126	Alto riesgo	TA- FAM- 032

Falta de mantenimiento de las vías de acceso	Operativa	4	6	2	48	Normal	TA-FAM-033	ACCIÓN CORRECTIVA TA-FAM-033
--	-----------	---	---	---	----	--------	------------	------------------------------

CORRECCIÓN AMFE

Se realizó a los elementos que tienen IPR mayor 90, se detalla las correcciones que se realizó al momento del mantenimiento y los principales elementos que se encuentran fallando, las correcciones que no están vinculadas con el mantenimiento se darán con respuestas inmediatas.

En estos cuadros de AMFE los puntos son similares a los AMFE de las fallas y los puntos que varían son:

- **Acción correctiva:** Se detalla la acción que se debe realizar al elemento de la máquina para corregir el error.
- **Responsable:** Indica a la persona a la que le corresponde a realizar la acción de corrección.
- **Índices de gravedad, frecuencia y defectibilidad:** De acuerdo a la corrección correctiva que se realice a los índices deben disminuir.

Tabla 18

AMFE de corrección

SISTEMA	FALLA FUNCIONAL	CÓDIGO ACCIÓN CORRECTIVA	MODO DE FALLO	CAUSAD DEL FALLO	ACCIÓN CORRECTIVA	RESPONSABLE	G	F	D	IPR	CÓDIGO DE TAREA
MOTOR falla mecánica por inyector bomba de motor por desgaste y por mantenimiento inadecuado.	Golpeteo en el motor y perdida de potencia	FAM 001	Malograda las toberas, fracturado el resorte, mal estado el solenoides.	Sensor del ECM en malas condiciones	Capacitación del módulo ECM	Supervisor Equipos	5	4	2	40	TA-FAM-001
				Mala operación	Combinar experiencia profesional y capacitar al operador	Rubén Rodríguez Lujan (Operador de camión volquete de experiencia)	4	4	2	32	TA-FAM-002
				Falta de potencia del motor	Surtidor de sin filtros	Capacitación del funcionamiento del motor	Ingeniero de Equipos	6	4	2	36

SISTEMA DE MOTOR falla mecánica por sensor de presión de aceite defectuoso y mala condición.

Bajo presión de aceite.

FAM 002

Medidor de aceite no registra

Combustible mala calidad.	Proveedores que brinden combustibles con parámetros mínimos de calidad.	Ingeniero de Equipos	7	4	2	56	TA-FAM-004
Mal mantenimiento	Capacitación de Volvo FMX-440	Ingeniero de servicios	7	4	2	56	TA-FAM-005
Sensor de presión de presión de aceite defectuoso.	Capacitación del funcionamiento de Sistema de aceite.	Supervisor Equipos	4	5	2	40	TA-FAM-006
Mala Operación	Combinar experiencia profesional y	Rubén Rodríguez Lujan (Operador de	3	4	2	24	TA-FAM-007

		capacitación al operador	camión volquete 10 años de experiencia).						
		Bloqueo de rejilla de admisión de la bomba.	Capacitación del funcionamiento del Sistema de aceite.	Supervisor Equipos	6	3	2	36	TA-FAM-008
Reducción de la potencia del motor		Carter, bomba de aceite filtro de aceite sucio y obstruidos	Capacitación del funcionamiento de Sistema de aceite.	Supervisor Equipos	4	4	2	32	TA-FAM-009
		Mal mantenimiento	Capacitación de mantenimiento Volvo FMX-440	Ingeniero de servicios	4	4	2	32	TA-FAM-010

TOLVA, falla mecánica por fractura de pines de compuerta de tolva por mal mantenimiento.	Caída de compuerta de su posición normal.	FAM 003	Falta de compuerta de la tolva para transportar el material.	Orejas de la tolva que sujeta el pin de la compuerta dañada.	Capacitación del funcionamiento del pin.	supervisor de Equipos	4	5	2	40	TA-FAM-011
				Circuito del pin por donde ingresa la grasa obstruida	Capacitación de puntos de engrase	supervisor de Equipos	4	5	2	40	TA-FAM-012
				Mal mantenimiento	Capacitación del funcionamiento del pin de compuerta.	supervisor de Equipos	5	4	2	40	TA-FAM-013
				Mala Operación	Combinar experiencia profesional y capacitar al operador	Rubén rodríguez Lujan (Operador de camión volquete 10 años de experiencia)	4	6	2	48	TA-FAM-014
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Alta temperatura a	FAM 004	Recalienta miento	Paneles de radiador	Capacitación del	Supervisor Equipos	4	6	2	48	TA-FAM-015

falla mecánica
por paneles de
radiador
obstruidos y
agrietado.

del
refrigerante
del Motor

excesivo del
motor

obstruidos
externo e
interno

funcionamiento
del Sistema de
Enfriamiento

Tapa del
radiador y
termostato
defectuosos

Capacitación
del
funcionamiento
del Sistema de
Enfriamiento

Supervisor
Equipos

4 4 2 32

TA-FAM-016

Mal
mantenimiento

Capacitación
de volvo

Ingeniero de
servicios

4 6 2 48

TA-FAM-017

**SISTEMA
HIDRÁULICO
por falla
mecánica** por
rotura de
manguera por
fricción.

Bajo nivel
de aceite
hidráulico

FAM 005

Falta de
aceite para
desplazar los
vástagos del
cilindro de
levante de
tolva

Fugas
externas de
aceite, de
cilindros,
cañerías,
tanque
hidráulico.

Capacitación
del sistema
hidráulico

Supervisor
Equipos

7 4 2 56

TA-FAM-018

**SISTEMA CAJA
DE
TRANSMISIÓN
falla mecánica**
por rotura de
dientes por
desgaste.

Bajo
sincronización
de los
cambios de
marcha.

FAM 006

Sonido
extraño
durante la
operación de
cambios de
marcha del
equipo.

Válvula de control defectuoso	Capacitación del sistema hidráulico	Supervisor Equipos	7	4	2	56	TA-FAM-019
Mal mantenimiento proceso inadecuado	Capacitación de cilindros de levante de tolva	Ingeniero de servicios	4	4	2	32	TA-FAM-020
Filtro, enfriador de aceite en malas condiciones	Capacitación del Sistema de la caja de transmisión.	Supervisor Equipos	4	4	2	32	TA-FAM-021
Mala operación.	Combinar experiencia profesional y capacitación operador.	Supervisor Equipos.	7	4	2	56	TA-FAM-022
Mal mantenimiento.	Capacitación de mantenimiento de caja de transmisión volvo.	Ingeniero de servicios	4	4	2	32	TA-FAM-023

SISTEMA DE ESTRUCTURAL por perno fracturado del pin de ballesta delantero	No existe estabilidad en el equipo.	FAM 007	Falta de estabilidad en el equipo.	Desgaste de componentes por mal mantenimiento determinado	Capacitación del sistema estructural del equipo.	Supervisor Equipos	4	4	2	32	TA-FAM-024
				Mala operación.	Combinar experiencia profesional y capacitar al operador.	Rubén rodríguez Lujan (Operador de camión volquete 10 años de experiencia)	7	4	1	28	TA-FAM-025
SISTEMA ELÉCTRICO falla eléctrica por el alternador	No existe voltaje en el sistema	FAM 008	Falta de voltaje en el sistema	Correas gastadas o resbaladizas	Capacitación del Sistema eléctrico y electrónico	Supervisor Equipos	7	4	2	56	TA-FAM-026
				Cables de baterías dañado	Capacitación del Sistema	Supervisor Equipos	7	4	2	56	TA-FAM-027

					eléctrico y Electrónico						
				Mal mantenimiento	Capacitación del Sistema cableado en volvo.	Ingeniero de servicios	4	4	2	32	TA-FAM-028
				Mala operación por cambio realizado en rampas positivas.	Capacitación del sistema árbol de transmisión.	Supervisor Equipos	7	4	2	56	TA-FAM-029
SISTEMA DE ÁRBOL DE TRANSMISIÓN	No existe fuerza	FAM 009	Fractura de Plato brida, brida y cruceta.								
				Mala operación por mal cambio determinado al momento de salir con el equipo	Combinar experiencia profesional y capacitar al operador.	Rubén rodríguez Lujan (Operador de camión volquete 10 años de experiencia)	7	4	2	56	TA-FAM-030
SISTEMA NEUMÁTICO		FAM 010	Pendientes negativas y		Coordinación con el área	Supervisor de Equipos	4	4	2	32	TA-FAM-031

**DE
RODAMIENTO**
falta mecánica
por mala
condición en el
trabajo

positivas
elevados de
trabajo

Partículas en
el acceso de
carguío.

para
mantenimiento
de vías y
acceso

No existe
condición de
trabajo

Fuera del
estándar de la
altura de la
cocada de los
neumáticos.

Capacitación
del Sistema de
rotación de
neumáticos.

Supervisor
Equipos

7

4

2

56

TA-FAM-032

Falta de
mantenimiento
de vías y
accesos.

Coordinación
con el área
para
mantenimiento
de vías y
acceso

Supervisor de
Equipos

4

4

2

32

TA-FAM-033

AMFE DE TAREAS

Son las tareas que se deben realizar a todos los elementos que se encuentran en los AMFE de fallos, así como en los de corrección los principales puntos son:

- Código de Tareas. - Código que tiene todas las causas de fallo, así como los AMFE de corrección.
- Nombre. -Se refiere al nombre de la tarea.
- Estrategia. - Mantenimiento que se debe realizar de acuerdo al nombre.
- Descripción. - Representación de los pasos que se debe seguir para realizar la tarea.
- Periodo. - Tiempo en la que se debe realizar la tarea.
- Duración estimada. - Tiempo que toma realizar la tarea al personal.
- Repuestos. - Piezas que se debe tener para realizar el respectivo cambio en la tarea encomendada.
- Herramientas. – Elementos necesarios para poder desarmar la máquina y realizar la tarea.
- Perfil del personal. - Son las personas que deben realizar la respectiva tarea de mantenimiento.

Tabla 19*Tareas de Mantenimiento AMFE.*

CÓDIGO DE TAREA	NOMBRE	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	PERIODO	DURACIÓN ESTIMADA	REPUESTOS	HERRAMIENTAS	PERFIL PERSONAL
TA-FAM-001	Revisar el sensor, el cableado del módulo ECM	Mantenimiento preventivo	Realizar una prueba de ET del sistema y el módulo ECM	Cada mantenimiento preventivo	30 min	Ninguno	Software Impact	Supervisor de equipo
TA-FAM-002	Capacitación a todo el soporte técnico y operadores sobre el Módulo ECM	Taller de charla 1	Realizar una charla de capacitación Tema "Módulo ECM" a todo el soporte técnico y operadores previa evaluación.	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Capacitador supervisor de equipo
TA-FAM-003	Inspección de la presión de la bomba de aceite	Taller de charla 2	Realizar una charla de capacitación Tema: "Manual de funcionamiento del motor volvo a todo el soporte técnico y operadores previa evaluación"	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Capacitador/ Ingeniero de equipos

TA-FAM-004	Inspección de fugas por mangueras.		Realizar una charla de capacitación Tema: "Manual de funcionamiento del motor volvo" a todo el soporte	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Capacitador/ Ingeniero de equipos
TA-FAM-005	Revisión de forma adecuada para mantenimiento, previsión de posibles fugas	Mantenimiento preventivo	Revisar los parámetros del motor a través de las cartillas de mantenimiento.	Mantenimiento preventivo	1 hora	Manuales hidráulicos	Manuales de operación y mantenimiento	Ingeniero de servicio volvo.
TA-FAM-006	Capacitación a todo el soporte técnico y operadores sobre	Taller de charla 3	Realizar una charla de capacitación Tema: "sistema de combustible HEUI" a todo el soporte técnico y operadores previa evaluación	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Capacitador

el sistema de combustible

TA-FAM-007	Capacitación a todo el soporte técnico y operadores sobre el módulo ECM	Realizar una charla de capacitación tema: "Sistema de combustible HEUI" a todo el soporte técnico y operadores previa evaluación	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Supervisor de equipo
TA-FAM-008	Inspección de la válvula reguladora	Realizar una charla de capacitación Tema: "sistema de combustible HEUI" a todo el soporte técnico y operadores previa evaluación	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Capacitador Supervisor de equipo

TA-FAM-009	Inspección de fugas por mangueras, sellos, filtros	Mantenimiento preventivo	Realizar una charla de capacitación Tema: "sistema de combustible HEUI" a todo el soporte técnico y operadores previa evaluación	1 mes	1 hora	Ninguno	Exposición sobre tema de eventos ocurridos por mal mantenimiento	Capacitador Supervisor de equipo
TA-FAM-010	Revisión de forma adecuada para mantenimiento de posibles fugas		Realizar una evaluación de la bomba HEUI	Mantenimiento preventivo	1 hora	Ninguno	Componentes del sistema	Ingeniero de servicio volvo

4.9 Descripción posterior a la implementación del mantenimiento centrado a la confiabilidad (RCM)

El inicio del plan implementación del RCM, en la empresa MCEISA S.A. En el proyecto minero. Se realizó una presentación del plan de trabajo para los posteriores meses, capacitación continua sobre el RCM al personal de mantenimiento, conocimiento de las actividades y tareas a ejecutar, responsables del cumplimiento de cada uno de las actividades y tareas a supervisor de campo.

Se realizó capacitaciones sobre la importancia del mantenimiento rutinario a los mecánicos, electricistas, soldadores y operadores detallando los siguientes puntos en los diversos sistemas e indicando un responsable de camión volquete FMX-440.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Motor Diésel

- Se realizó la capacitación sobre las partes y sistemas del Motor, enseñando a los mecánicos las medidas y niveles permisibles para el buen funcionamiento del camión volquete a condiciones normales y con carga del camión volquete.
- Se designó Como responsable a planeamiento sobre las horas de trabajo quien controlara y programara sobre el mantenimiento preventivo y correctivo Del Motor Diésel.

- Se presentaron las cartillas de mantenimiento preventivo con intervalo de 400 a 500 horas de trabajo del camión volquete, en las cuales están descritas las tareas a ejecutar en el Motor Diésel.
- Se realizó la Capacitación a todo el personal sobre funcionamiento, importancia y costo de los repuestos del Motor.
- Se revisaron las tareas descritas en las cartillas de mantenimiento preventivo y evaluación de la calidad de ejecución de las tareas.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Sistema de transmisión de Fuerzas:

- Se designó a Planeamiento como responsable del análisis de las muestras de aceite. Quien llevara un control sobre el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de transmisión de Fuerzas.
- Se realizó la capacitación al soporte técnico y operadores sobre las ventajas de realizar UN buen mantenimiento preventivo e informar todo evento en pantalla respecto al sistema de Tren de Fuerzas.
- Se presentó las cartillas de mantenimiento preventivo con intervalo de 500 horas de trabajo de camión volquete FMX-440, en las cuales están descritas las tareas a ejecutar en el sistema de transmisión de Fuerzas.

- Se realizó una capacitación al soporte técnico sobre reparación de componentes Del sistema de transmisión de Fuerzas
- Se evaluó las tareas descritas en las cartillas de mantenimiento preventivo y evaluación de la calidad de ejecución de las tareas.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Sistema Eléctrico:

- Se designó como responsables a los electricistas para contar con accesorios, a fin de dar respuesta inmediata a los problemas de continuidad en el sistema Eléctrico.
- Se realizó la capacitación sobre las ventajas de realizar un buen mantenimiento y limpieza a los accesorios que presenta el sistema para disminuir los mantenimientos correctivos en el Sistema Eléctrico.
- Se presentó las cartillas de mantenimiento preventivo con intervalo de 500 horas de trabajo de camión volquete FMX-440, en las cuales están descritas las tareas a ejecutar en el Sistema Eléctrico.
- Se capacitó a todo el personal sobre funcionamiento, importancia y costo de los repuestos como el alternador en el Sistema Eléctrico.

- Se evaluó las tareas descritas en las cartillas de mantenimiento preventivo y evaluación de la calidad de ejecución de las tareas.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Sistema de Rodamiento:

- Se designó como responsable a los mecánicos para que tengan presente la lubricación al sistema de rodamiento y evitar desgastes prematuros en el sistema de Rodamiento.
- Se presentó las cartillas de mantenimiento preventivo con intervalo de 500 horas de trabajo de camión volquete FMX-440, en las cuales están descritas las tareas a ejecutar en el Sistema de Rodamiento.
- Se capacitó al soporte Técnico sobre el costo de reparación de los componentes y el buen funcionamiento del Sistema de Rodamiento.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo del Sistema Hidráulico de levante de tolva:

- Se designó como responsables a los mecánicos para el buen control y medición de las presiones de las mangueras, cilindros, vástagos, en todo el sistema hidráulico de levante de tolva.

- Se realizó la capacitación sobre las ventajas de realizar UN buen mantenimiento de la toma fuerza y disminuir los mantenimientos correctivos en el Sistema Hidráulico de levante de tolva.
- Se presentó las cartillas de mantenimiento preventivo con intervalo de 500 horas de trabajo del camión volquete FMX-440, en las cuales están descritas las tareas a ejecutar en el Sistema Hidráulico de levante de tolva.
- Se capacitó al soporte técnico y operadores sobre el buen funcionamiento en croché y la importancia del costo de reparación de los componentes del Sistema Hidráulico de levante de tolva.

Capítulo V

Resultados y Discusión

5.1 Presentación de resultados

Para el análisis de los resultados se usa el software estadístico SPSS (Statistical Package For Social Sciences). Ver 20, para las diferentes pruebas.

5.1.1 Tablas.

Tabla 20

Resumen de disponibilidad mecánica de enero a junio 2017 del camión volquete volvo FMX-440 antes del RCM.

ANTES DEL RCM ENERO – JUNIO 2017						
MES	DESCRIPCION	CODIGO	MODELO	DM	MTTR	MTBR
ENERO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	78.15%	3.62	16.15
MARZO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	79.91%	4.02	20.19
ABRIL	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	81.23%	3.21	23.08
MAYO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	77.86%	3.47	15.17
JUNIO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	74.34%	5.5	22.04
TOTAL				79.91%	3.86	18.82
FECHA 01-01-17 AL 31-06-17						

Tabla 21

Resumen de disponibilidad mecánica de julio a agosto del camión volquete volvo FMX-440 Después de RCM.

DESPUÉS DEL RCM JULIO AGOSTO 2017						
MES	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MODELO	DM	MTTR	MTBR
JULIO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	93.37%	3.62	3.62
AGOSTO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	93.26%	3.62	3.62
TOTAL				93.31%	2.63	70.71
FECHA 01-07-17 AL 31-08-17						

Tabla 22

Resumen de disponibilidad mecánica de enero a agosto del camión volquete volvo FMX-440 Antes y después de mantenimiento centrado en la confiabilidad

DATOS						
MES	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MODELO	DM	MTTR	MTBR
ENERO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	78.15%	3.62	16.15
FEBRERO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	79.22%	3.37	16.27
MARZO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	79.91%	4.02	20.19
ABRIL	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	81.23%	3.21	23.08
MAYO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	77.86%	3.47	15.17
JUNIO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	74.34%	5.5	22.04
JULIO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	93.37%	3.62	3.62
AGOSTO	CAMIÓN VOLQUETE	700	FMX 440 6X4R	93.26%	3.62	3.62
TOTAL				82.17%	3.55	31.79
FECHA 01-01-17 AL 31-08-17						

5.1.2 Gráficos

Figura 5

Resumen de disponibilidad mecánica de enero a julio del 2017 del camión volquete Volvo FMX-440 Antes del RCM.

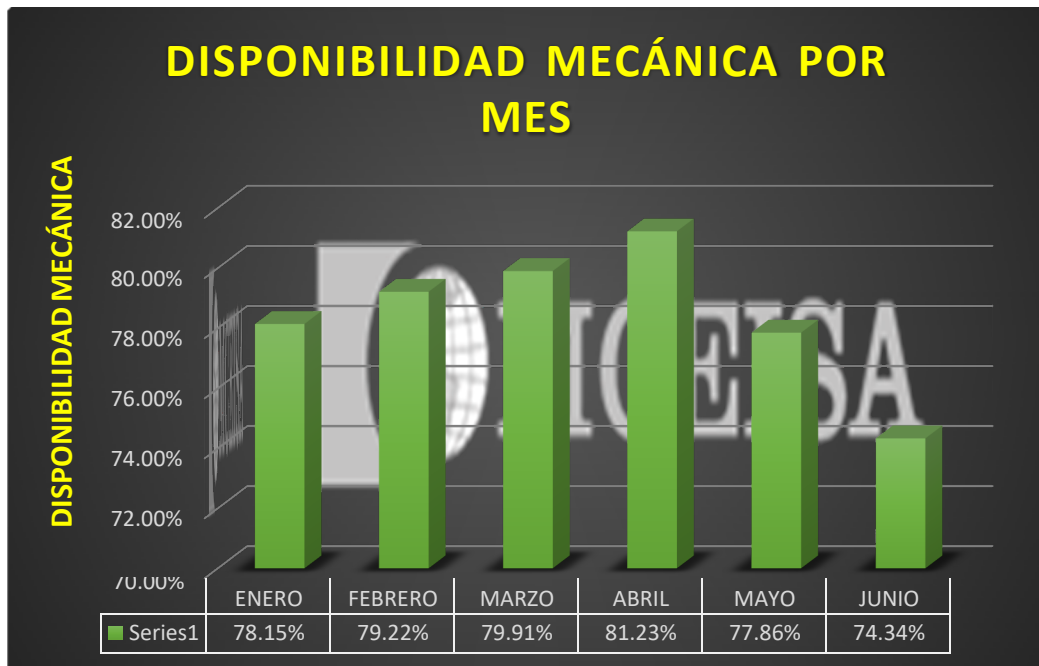


Figura 6

Resumen disponibilidad mecánica de julio a agosto del 2017 del camión volquete volvo FMX-440 Después del RCM.

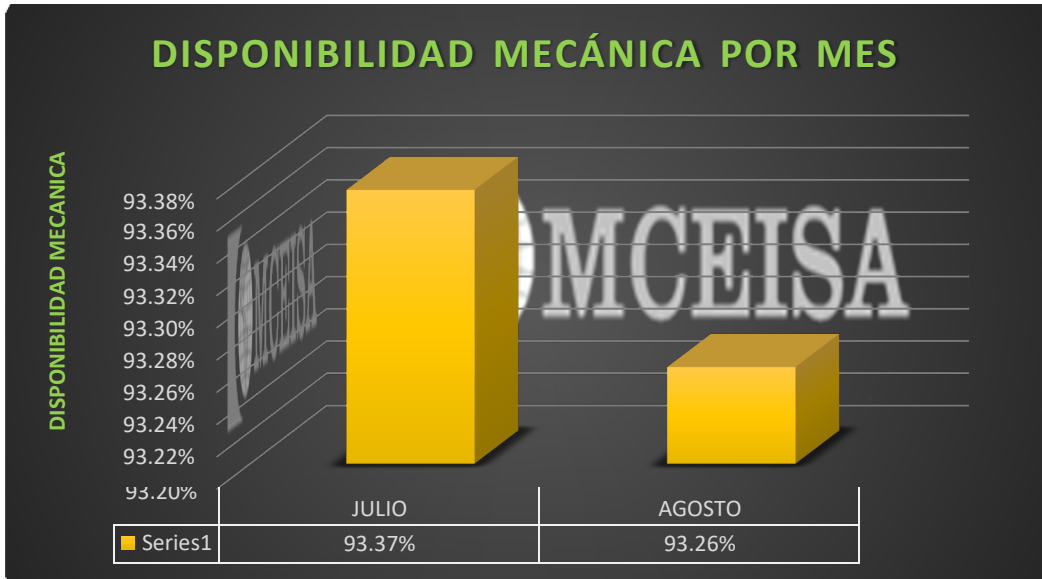
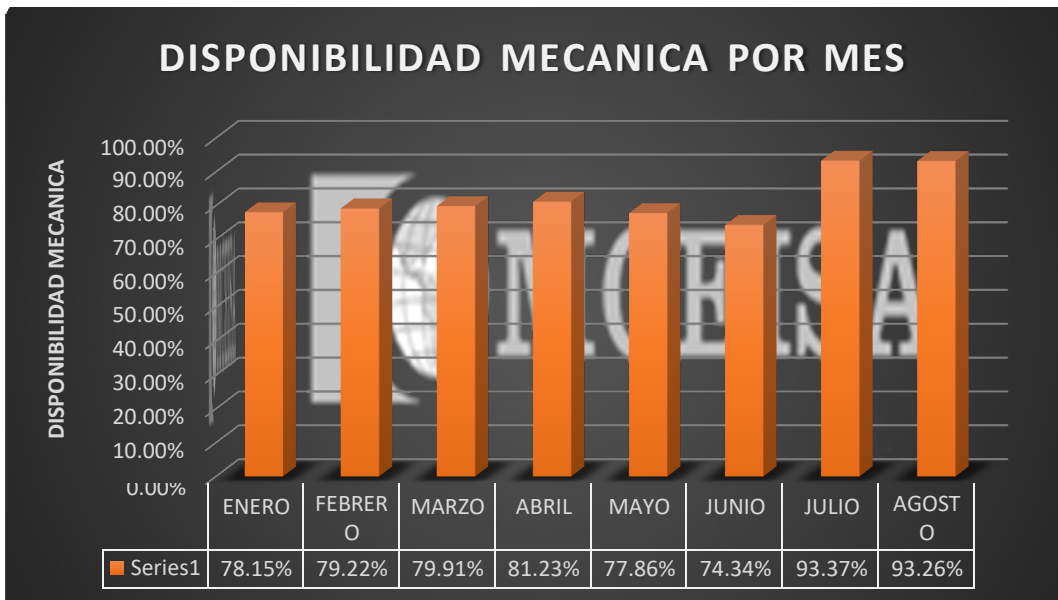


Figura 7

Resumen de disponibilidad mecánica de enero a agosto del 2017 del camión volquete volvo FMX-440 Antes y después del mantenimiento centrado en la confiabilidad



5.2 Análisis estadístico de los resultados

Prueba de Normalidad de los Datos. La prueba de normalidad se hace como primer paso a la verificación del modelo. Para poder seleccionar el estadístico apropiado.

Prueba de kolmogorov Smirnov: Esta prueba se utiliza para probar hipótesis acerca de la distribución de la población, de lo cual, se extrae una variable aleatoria. La hipótesis nula para la prueba de bondad de ajuste es que la distribución de la población es una distribución dada frente a la alternativa de que los datos no se ajustan a la distribución dada. Por el alcance de la tesis nos referiremos solo a los resultados que produce el software.

Nuestras hipótesis para esta prueba son:

- (Nula) H_0 : Los datos de cada mes provienen de una distribución normal. (Alternativa) H_a : Los datos de cada mes no provienen de una distribución normal.
- El nivel de confianza es del 95%, entonces la significancia (α) 5% (0.05).

**Para la Disponibilidad Mecánica antes del
Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad**

Tabla 23

Estadístico descriptivo

Prueba con kolmogorov Smirnov					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.
Disponibilidad mecánica antes	6	0.743402	0.812317	0.78452730	0.023578562
N validos	6				

Nota: Adaptado de Castillo T. (2017).

Tabla 24

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Disponibilidad mecánica antes
N		6
	Media	0.78452730
Parámetros normales	Desv. Típica	0.023578562
	Absoluta	0.234
Diferencias más extremas	Positiva	0.126
	Negativa	-0.234
Z de Kolmogorov-Smirnov		0.573
Sig. Asíntota. (bilateral)		0.898

Nota: Adaptado de Castillo T. (2017).

Tabla 25

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		Disponibilidad mecánica antes
N		6
Parámetros normales	Media	0.78452730
	Desv. Típica	0.023578562
Diferencias más extremas	Absoluta	0.234
	Positiva	0.126
	Negativa	-0.234
Z de Kolmogorov-Smirnov		0.573
Sig. Asíntota. (bilateral)		0.898

Nota: Adaptado de Castillo T. (2017).

- a. La distribución de contraste es la Normal.
- b. Se han calculado a partir de los datos.

Se observa La región de aceptación es: Sig.(kolmogorov)=0.999

Decisión: Siendo Sig. > α (0.999>0.05) se acepta la hipótesis nula, es decir los datos provienen de una distribución normal.

5.3 Prueba de hipótesis

Para el análisis estadístico final se elaboró la siguiente Tabla resumen:

Tabla 26*Disponibilidad mecánica antes y después de RCM.*

CÓDIGO	MODELO	DISPONIBILIDAD ANTES	DISPONIBILIDAD DESPUÉS
700	FMX 440 6X4R	78.45%	93.31%

Tabla 27*Resumen de prueba de hipótesis*

RESUMEN DE HIPÓTESIS DE LA PRUEBA			
Hipótesis Nula	Test	Sig.	Decisión
1 La Distribución de disponibilidad mecánica antes es normal con la media 0.78 y la desviación típica a 0.02.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	0.989	Retener la hipótesis nula
2 La Distribución de disponibilidad mecánica después es normal con la media 0.93 y la desviación típica a 0.00.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	0.999	Retener la hipótesis nula

Nota: Con adaptación de Castillo T. (2017).

Se muestra las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.5.

Hipótesis de Investigación

Si se aplica la confiabilidad centrada en mantenimiento del Camión Volquete Volvo FMX-440 entonces se mejorará la disponibilidad mecánica en el área de equipos de los proyectos mineros, Unidad Minera Atacocha S.A.A.

Por lo tanto, el objetivo de la hipótesis estadística consiste en comparar la disponibilidad mecánica de los equipos de la empresa antes y después de aplicar el mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Formulación de la Hipótesis de Contrastación

La Hipótesis estadística de trabajo en este caso será:

- H_a : El promedio de la Disponibilidad mecánica antes de la aplicación de RCM es menor a después de su aplicación (en este caso mejora la disponibilidad).
- H_o : El promedio de la Disponibilidad mecánica antes de la aplicación de RCM es igual o mayor a después de su aplicación (la aplicación no hace efecto).

Notación simbólica:

- $H_a: \mu_1 < \mu_2$ (Hipótesis alterna).
- $H_o: \mu_1 \geq \mu_2$ (Hipótesis nula a contrastar).

Establecer el valor de significancia (α) Es el grado complementario a la confianza ($1-\alpha$) de la evaluación estadística. Para tener validez se asume una confianza del 95% por lo cual:

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$ ($t_{\text{tabla}} = 1.96$).

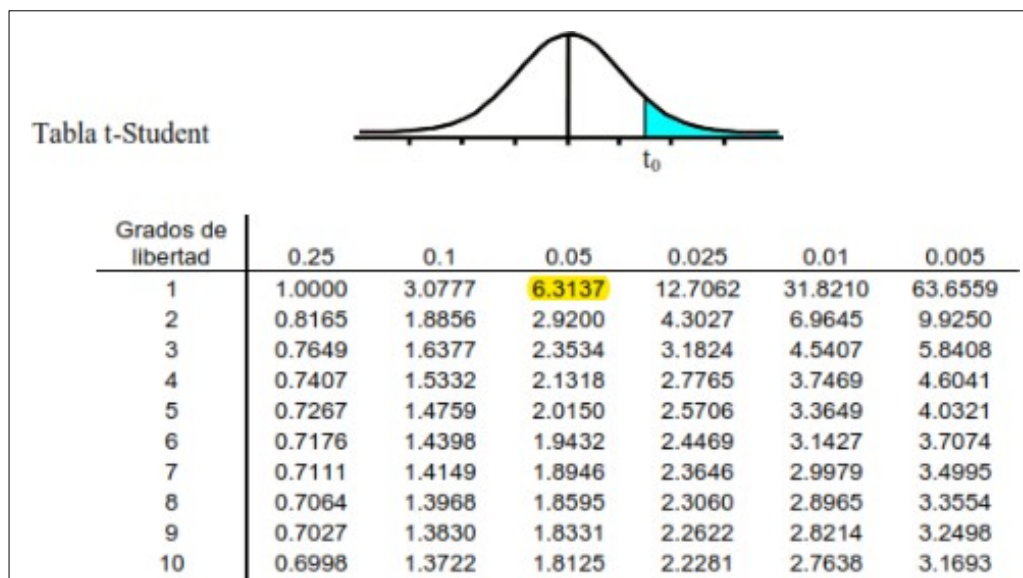
Elección de estadístico de prueba

Habiéndose demostrado que los datos tienen distribución normal con la prueba de Kolmogorov. Se propone la prueba de t student para diferencia de promedios poblacionales con muestras relacionadas o dependientes (se evalúa la misma maquinaria).

El estadístico de prueba t (student) tiene la siguiente ecuación.

Figura 8

Tabla t-Student de una cola



Decisión:

La evaluación al estadígrafo se hace de acuerdo a las siguientes condiciones:

- $t(\text{calculado}) < t(\text{tabla})$ entonces se rechaza H_0 .
- $t(\text{calculado}) > t(\text{tabla})$ entonces se acepta H_0 .

Como se observa en el caso expuesto:

- $[t(\text{calculado es menor}) = -5939.62] < [t(\text{tabla}) = -6.3137]$ entonces rechazamos H_0 .

Podemos concluir que al rechazar H_0 aceptamos H_a (hipótesis alterna):

Hipótesis alternativa

Se concluye que: “El promedio de la Disponibilidad mecánica antes de la aplicación de RCM es menor a después de su aplicación”. En este caso mejora la disponibilidad.

5.4 Discusión e interpretación de resultados

Como la t de student para muestras relacionadas calculado está en la zona de rechazo se acepta la hipótesis alterna (H_1), lo cual verifica que la disponibilidad mecánica mejora luego de aplicar el RCM.

Tabla 28

Estadísticos descriptivos antes y después.

	Estadísticos descriptivos.			
	N	Media	Desv.Típica	
	Estadístico	Estadístico	Error Típico	Estadístico
Disponibilidad mecánica antes	6	0.78452730	0.009625908	0.023578562
Disponibilidad mecánica después	2	0.93310118	0.000549855	0.000777612
N válido (según lista)	2			

Nota: Adaptado de Castillo Tejada, 2017.

Tabla 29*Prueba de muestras relacionadas*

Prueba de muestra relacionadas.	Diferencias relacionadas			t	Gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación tip.	Error Tip. De la media			
Disponibilidad mecánica antes (Pa)	-	0.0083315	0.0058912	-	1	0.026
Disponibilidad mecánica después (r1)	0.1462348			0.2484		

Nota: Adaptado de Castillo Tejada, 2017.**5.5 Aportes y aplicaciones.**

- Se implementó cartillas de mantenimiento preventivo a la empresa MCEISA S.A.

Conclusiones

1. Al analizar los problemas existentes se concluyó que el programa de mantenimiento de la empresa MCEISA S.A. así como sus trabajadores desconocían las técnicas de programas y de mantenimiento. Con la implementación de programas y tareas de mantenimiento con Órdenes de Trabajo y los BackLogs logramos disminuir las paradas innecesarias de las unidades y aumentar la productividad al máximo.
2. Con el proyecto se incrementó la disponibilidad del 14.86% de la disponibilidad mecánica, promedio máximo antes de la aplicación del RCM (78.45%) con respecto al promedio mínimo después de la aplicación del RCM (93.31%).
3. Con la nueva aplicación de confiabilidad centrada en mantenimiento de Camiones y los nuevos programas se superó el target mínimo de 85% de la disponibilidad mecánica del Camión Volquete Volvo FM-MFX; 440-480.

4. Se logró formar un grupo sólido de trabajadores a través de constantes capacitaciones a todos los involucrados en la producción, se mejoró muchos aspectos cualitativos de la organización de la empresa MCEISA S.A, y se impulsó un trabajo ordenado y limpio, con mejora de calidad de trabajo, de responsabilidad y con el compromiso de todos los involucrados en el cuidado de los equipos.
5. Se hizo nuevos historiales de las unidades con cada mantenimiento que se hizo y se redujo las paradas innecesarias de las unidades mineras, aumentando el conocimiento de los trabajadores con capacitaciones de programas de mantenimiento.
6. Con esta aplicación y las pruebas ejecutadas, con el proyecto de confiabilidad centrada en mantenimiento, logramos incorporar un trabajo rutinario de los programas de mantenimiento preventivos y pocos correctivos organizando grupos de trabajos coordinados.

7. Se ayudó a crear nuevos programas de mantenimiento preventivo y determinar las fallas críticas y mejorar el estudio de la criticidad del Camión Volquete Volvo FMX-440 y otros. En cuanto se refiere a incrementar la vida útil de los componentes.

8. Con la experiencia del desarrollo de dicho programa de confiabilidad en mantenimiento de camiones Volvo se creó un manual de operaciones de cada camión según el modelo y año de fabricación y la función que realiza

Recomendaciones

1. Continuar estrictamente con la aplicación de confiabilidad centrada en mantenimiento de Camiones en todo el proyecto, para mantener y superar el target mínimo de la disponibilidad mecánica de los Camiones Volquete Volvo FM-FMX; 440-480 y demás flotas de la empresa.
2. Es importante que todas las personas involucradas en el mantenimiento deben ser capacitadas constantemente, con la finalidad de conocer la información acerca del mantenimiento, además de la relación que debe haber con las otras áreas involucradas en el mantenimiento.
3. Evaluar constantemente las fallas críticas y evitar paradas repetitivas, manteniendo actualizado siempre el historial de los equipos y así poder reducir los costos operativos de mantenimiento.

Referencias Bibliográficas

Arzuaga Churio, J. E. (2011). *Modelo de mantenimiento centrado en Confiabilidad en la flota de equipos de oruga D11N*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Buesaquillo, J. J. (17 de febrero de 2009). *José LTDA*.
<http://joseltda.blogspot.pe/2009/02/tipos-de-mantenimiento-seguridad.html>.

Buses y camiones.pe. (s.f.). *Volvo FMX 6x4R: Camión para el trabajo en mina*.

<http://www.busesycamiones.pe/camiones/volvo/fmx-6x4r/peru>

Caballero Romero, A. (2005). *Guías metodológicas para los planes y tesis de maestría y doctorado*. Lima: UGRAF.

Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. En R. A.

Espinoza Leon, R. (2012). *Mantenimiento centrado a la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de jumbos DD310 de la empresa*

Espinoza Montes, C. A. (2014). *Metodología de investigación tecnológica*

Espinoza Montes, Ed. (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad. *Revista científica Ingeniería ciencia tecnología e innovación*, 4(1).(Segunda ed.)

Gonzalez Bohorquez, C. R. (2007). *Principios de Mantenimiento*. Cartagena: Universidad Industrial de Santander-UIS.

Ingemecánica. (09 de febrero de 2014). *Clasificación de las categorías y tipos de vehículos*.

<http://ingemecanica.com/tutoriales/CategoriasdeVehiculos.html>

Jimenez N., A. J. (24 de octubre de 2011). *Mantenimiento Latino Americano*.

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

Martinez B., K. J. (2010). *Análisis de fallas aplicadas a los equipos de carga tipo Scoop de la mina Isidora – Valle norte pertenecientes a la Empresa minera Venrus C.A. El Callao – Estado Bolívar*. Cumana: Universidad de Medellin: Universidad EAFIT. Mexico: Mc. Graw Hill.

Molina Torres, J. (15 de enero de 2009). *Mantenimiento y seguridad industrial*.

<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimientoindustrial/mantenimiento-industrial.shtml>

Mousbray Y., J. (1997). *Reliability Centred Maintenance*. Oxford: Elsevier. Oriente Núcleo Bolívar.

Pacheco Caso, E. (2009). *Gestión Sandvick en mantenimiento de equipos de bajo perfil para la empresa explotadora Vinchos S.A.* Huancayo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Padilla Fonseca, D. (15 de septiembre de 2009). *Ingeniería Química*. <http://dpadilla-unicartagena.blogspot.pe/2009/09/mantenimiento->

Perez Jaramillo, C. M. (S.F.). *Reliabilityweb*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/otras-versiones-de-rcm>

Real Academia Española, & Asociacionde de Academias de la Lengua

Sanchez Carlessi, H., & Reyes Meza, R. (2002). *Metodología y diseños en la Investigación Científica*. Lima: Universitaria. *Semiglo - Unidad minera Chungar*. Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú.

Soluciones Gráficas S.A.C.

Suarez, D. (2001). *Guía Teórico-práctico de Mantenimiento Mecánico*.
Cumana: Universidad Oriente.

TECSUP. (2008). *Gestión del Mantenimiento II*. LIMA: TECSUP.

Toro Osorio, J. C., & Céspedes Gutierrez, P. A. (S.F.). *Metodología para medir confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en mantenimiento*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Vila, A., & Huaraca, C. (2009). *Gestión de un sistema integral de mantenimiento preventivo para equipos pesados*. Huancayo:

Volvo Trucks, A. (5 de setiembre de 2016). *Tecnología y desempeño en la misma ruta*.

<http://www.volvotrucks.com.ar/es-ar/home.html> Wikipedia.

ANEXOS

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CAMIÓN

VOLQUETE VOLVO FM - FMX-440, 480

**CODIFICACIÓN DE REPUESTOS VOLVO EN IMPACT (MUNDO
VOLVO)**



DESCRIPCIÓN	SISTEMA	COD	CANTIDAD	UNIDAD	4 SEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						400	800	1,200	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600	4,000
Aceite - Motor	G2 Motor	85102465	37	Litro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtro de Aceite (Long Life) - Motor	G2 Motor	21707133	2	Unidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtro de Aceite (By Pass) - Motor	G2 Motor	21707132	1	Unidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtro de Combustible	G2 Motor	20976003	1	Unidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filtro Separador de Agua del Combustible	G2 Motor	21380488	1	Unidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arandela de carter	G2 Motor	20579690	1	Unidad			0			0			0		0
Filtro de Aire de Admisión (Primario)	G2 Motor	21834199	1	Unidad			0			0				0	
Filtro de Aire de Tanque de Combustible	G2 Motor	21743197	2	Unidad						opc					0
Filtro de Aire de Admisión (Secundario)	G2 Motor	21041296	1	Unidad						0					0
Refrigerante. Anticorrosivo	G2 Motor	85108913	30	Litro								0			
Aceite - Puente Posterior	G4 Transmisión	1161937	54	Litro	0					0					0
Aceite - Caja de Cambio	G4 Transmisión	1161933	15	Litro	0		0				0			0	
Filtro de Aceite - Caja de Cambios	G4 Transmisión	21479106	1	Unidad	0		0				0			0	
Filtro Secador de Aire.	G5 Frenos	21620181	1	Unidad						opc					0
Kit de accesorios de secador de aire	G5 Frenos	20884121	1	Unidad						opc					0

Kit reparacion secador de aire	G5 Frenos	85102265	1	Unidad							opc					0
Aceite - Dirección Hidráulica	G6 Dirección	1161995	5	Litro	0											0
Filtro de Dirección Hidráulica.	G6 Dirección	349619	1	Unidad	0											0
Filtro de Cabina	G8 Cabina	21758906	1	Unidad												opc
Grasa Chasis / Cabina	G1 Preventivo	1161962	2	Kilogramo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Líquido de Frenos para Embrague.	G5 Frenos	85112076	2	Unidad									0			

OPCIONALES DE ACUERDO A EVALUACION

polea de alternador	G2 Motor	21753149	2	Unidad							opc					0
polea de ruptura ventilador	G2 Motor	21766717	1	Unidad							opc					0
laminillas de ajuste de valvulas	G2 Motor	codificacion del mecanico	codificacion del mecanico	Unidad							0					0

Piezas Componentes Piezas estándar Servicio Tiempos estándar Herramientas Mi lista Menú

Navegar

Buscar

M754 1218

Número de identificación de vehículo

AN

Grupo de funciones

Tipo info

Catálogo de repuestos

Borrar

Valores de búsqueda adicionales

Buscar por:

Referencia

Imagen de grupo de funciones

2

3

4

5

6

7

8

m

m

Navegar

Buscar

M754

1218

Número de identificación de vehículo

AN

2. Motor con suspensión y equi

Tipo info

Catálogo de repuestos

Borrar

Buscar

Valores de búsqueda adicionales

Buscar por:

Referencia

Piezas Buscar - ID de chasis M754 1218 Modelo AN (Número de identificación de vehículo 1M1AN4HY4KM001218, AN54TX) Grupo de funciones 2



Piezas utilizadas normalmente

Gr. fun.	Título	
215	Arbol de levas	☆
263	Aro de ventilador y defensa	☆
212	Bloque de cilindros y culata	☆
221	Bomba de aceite	☆
262	Bomba de refrigerante y termostato	☆
213	Camisa y pistón, montaje	☆
212	Carcasa del volante	☆

Se muestra de 1 a 60 de 60 entradas

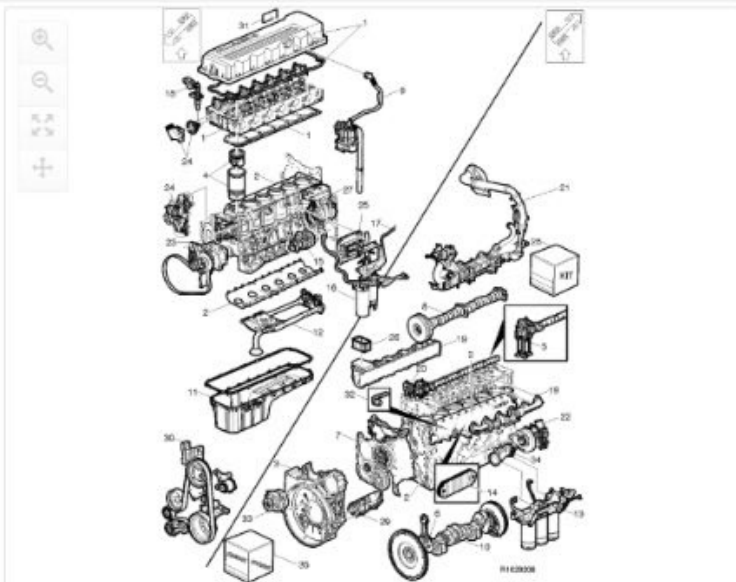
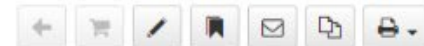
200 Entradas

Anterior

Siguiente

Navegar Detalles

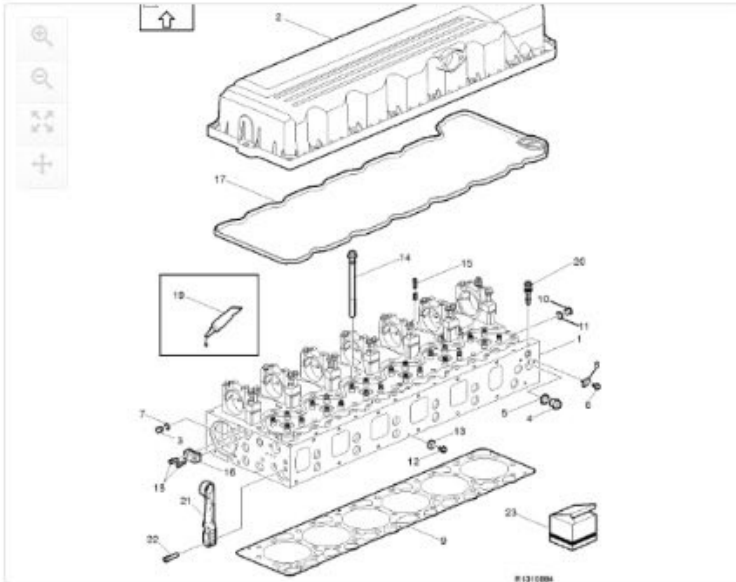
Componentes del motor



Pos.	Referencia	A	PS	Descripción	Notas			
1		X		Culata		→		
2		X		Bloque de cilindros y culata		→		
3		X		Carcasa del volante		→		
4		X		Camisa y pistón, montaje		→		
5		X		Mecanismo de válvula, EBR		→		
6		X		Kits de reparación, cojinetes de bancada y cojinetes de biela		→		
7		X		Engranajes de la distribución		→		
8		X		Arbol de levas		→		
9		X		Ventilación de cigüeñal (lateral)		→		
10		X		Mecanismo de manivela		→		
11		X		Cárter de aceite		→		

Navegar Detalles

Culata



	Pos.	Referencia	A	PS	Descripción	Notas			
<input type="checkbox"/>	1	23219782	1	NS	culata	IK 23262376	→	✎	ⓘ
<input type="checkbox"/>	2	20728586	1		cubierta válvula		→	✎	
<input type="checkbox"/>	3	960628	1		tapón	M10x1*8	↙	✎	
<input type="checkbox"/>	4	20845995	1		tapón			✎	
<input type="checkbox"/>	5	1547252	1		anillo retén	21*6	↙	✎	
<input type="checkbox"/>	6	1546531	1		brazo de seguridad			✎	
<input type="checkbox"/>	7	18665	1		junta	10*16	↙	✎	
<input type="checkbox"/>	8	984732	1		tornillo embreado	M8*12	↙	✎	
<input type="checkbox"/>	9	21510072	1		junta de culata			✎	
<input type="checkbox"/>	10	966143	1		tapón	M16x1.5*12	↙	✎	
<input type="checkbox"/>	11	11996	1		junta	16*22	↙	✎	


Navegar

Buscar 

M754 1218

Número de identificación de vehículo

AN ▾

51. Frenos de rueda ▾ 

Tipo info

Catálogo de repuestos ▾

Valores de búsqueda adicionales ▾

Buscar por:

Referencia ▾

Piezas Buscar - ID de chasis M754 1218 Modelo AN (Número de identificación de vehículo 1M1AN4HY4KM001218, AN04TX) Grupo de funciones 51  

Piezas utilizadas normalmente

Gr. fun.	Título	
511	Cámara de freno (delantera)	
512	Cámara de freno (trasera)	
511	Frenos (eje delantero)	
512	Frenos (eje trasero anterior)	
512	Frenos (eje trasero posterior)	
511	Guardapolvo (freno delantero)	
512	Guardapolvo (freno trasero)	

Se muestra de 1 a 12 de 12 entradas

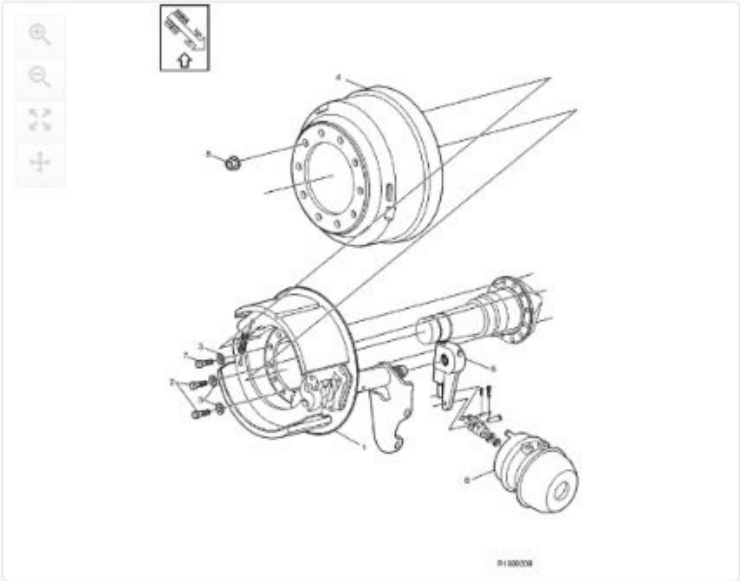
200 ▾ Entradas

 Anterior Siguiente 

Navegar Detalles



Frenos (eje delantero)

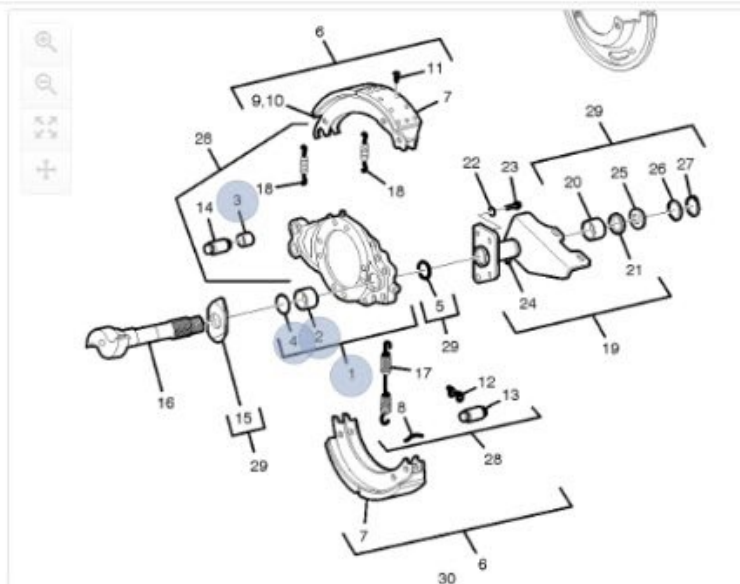


	Pos.	Referencia	A	PS	Descripción	Notas			
<input type="checkbox"/>	1	21390165	1		freno tambor, izquierda	Left Front Axle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	1	21390166	1		freno tambor, derecha	Right Front Axle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	2	22336579	16		tornillo hexagonal	BOLT 3/4-10 X 1.5		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	3	60110442	16		arandela	20*36*3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4		X	NS		Brake Drum (Front)			
	5		X	NS		Slack Adj. (Front Brake)			
	6		X	NS		Brake Chamber (Front)			
<input type="checkbox"/>	8	25192190	10		tuerca hexagonal	Brake Chamber (Front)		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Navegar Detalles



Montaje frenos (eje delantero) 21390165



Pos.	Referencia	A	PS	Descripción	Notas
<input checked="" type="checkbox"/>	1	TDAA3211N7372	1	SPIDER	(INCLUDES ITEMS 2-4)
<input checked="" type="checkbox"/>	2	TDA1225L1208	1	> BUSHING	CAM
<input checked="" type="checkbox"/>	3	TDA1225B496	2	> BUSHING	(1-1/4" ID, 1-3/8" OD)
<input checked="" type="checkbox"/>	4	TDAA1205V1556	1	> SEAL	(1-7/16" ID, 2-1/16" OD)
<input type="checkbox"/>	5	TDA1205G761	1	> O-RING	(1-7/8" ID, 2-1/16" OD)
<input type="checkbox"/>	6	TDASMA15014715QP	2	LINED SHOE	(CONSISTS OF ITEMS 7 -13)
<input type="checkbox"/>	7	TDAA3222P2200	1	> BRAKE SHOE ASSY	(INCLUDES ITEM 8)
<input type="checkbox"/>	8	TDA1218G85	1	> PIN	(2-3/4" LONG)
	9		X	NS	> NOT SERVICED SEPARATELY
	10		X	NS	> NOT SERVICED

OFERTA DE REPUESTOS ORIGINALES

Promoción de repuestos originales para camiones y buses Volvo.
Válido del 02 de enero al 31 de marzo de 2017.



MOTOR



PEDAL DE ACELERADOR

Código: VO 84557585
 Stock: 10
 Aplic.: FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 511.08 o S/. 1,763.23
 Precio oferta:

US\$ 259.99 ◯
S/. 896.96

PEDAL DE ACELERADOR

Código: VO 84557581
 Stock: 10
 Aplic.: FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 511.08 o S/. 1,763.23
 Precio oferta:

US\$ 259.99 ◯
S/. 896.96

INYECTOR DE COMBUSTIBLE

Código: VO 21587332
 Stock: 12
 Aplic.: B7, VM
 Precio regular:
 US\$ 1,521.78 o S/. 5,250.12
 Precio oferta:

US\$ 609.99 ◯
S/. 2,104.46



TURBOCOMPRESOR

Código: VO 24426247
 Stock: 5
 Aplic.: B12R, FH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 2,062.27 o S/. 7,114.85
 Precio oferta:

US\$ 1,299.99 ◯
S/. 4,484.98



INYECTOR BOMBA

Código: VO 20440388
 Stock: 12
 Aplic.: B12B, B12R, FH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 1,929.47 o S/. 6,656.65
 Precio oferta:

US\$ 699.99 ◯
S/. 2,414.96



INYECTOR BOMBA D13

Código: VO 21371672
 Stock: 12
 Aplic.: FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 2,036.24 o S/. 7,025.04
 Precio oferta:

US\$ 999.99 ◯
S/. 3,449.97

INYECTOR BOMBA D12

Código: VO 20430583
 Stock: 12
 Aplic.: B12R, FH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 997.80 o S/. 3,442.40
 Precio oferta:

US\$ 699.99 ◯
S/. 2,414.97



JUEGO DE ANILLOS DE PISTÓN

Código: VO 270603
 Stock: 12
 Aplic.: B12, F12, NH12, NL12
 Precio regular:
 US\$ 86.00 o S/. 296.69
 Precio oferta:

US\$ 49.99 ◯
S/. 172.47



KIT DE COJINETES DE BIELA ESTÁNDAR TD12Z

Código: VO 270130
 Stock: 60
 Aplic.: B12, F12, NL12, N12
 Precio regular:
 US\$ 30.61 o S/. 105.60
 Precio oferta:

US\$ 11.99 ◯
S/. 41.36

VENTILADOR

Código: VO 21037403
 Stock: 5
 Aplic.: FH, FH12
 Precio regular:
 US\$ 1,532.06 o S/. 5,285.62
 Precio oferta:

US\$ 765.99 ◯
S/. 2,642.65

MOTOR



CORREA EN V

Código: VO 22275088
Stock: 20
Aplic.: PM
Precio regular:
US\$ 84.08 o S/. 290.06
Precio oferta:

US\$ 49.99 ○
S/. 172.47

RADIADOR

Código: VO 22235310
Stock: 5
Aplic.: PM
Precio regular:
US\$ 1,861.13 o S/. 6,420.90
Precio oferta:

US\$ 1,116.99 ○
S/. 3,853.61

JUEGO ARO DE PISTÓN

Código: VO 21253763
Stock: 12
Aplic.: B13R, PH, PH12, PM, PM12, NH12
Precio regular:
US\$ 140.31 o S/. 484.08
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.98



BOMBA DE COMBUSTIBLE

Código: VO 21539993
Stock: 10
Aplic.: B12
Precio regular:
US\$ 322.18 o S/. 1,111.51
Precio oferta:

US\$ 225.99 ○
S/. 779.68



FILTRO COMBUSTIBLE

Código: VO 21632237
Stock: 50
Aplic.: B11R
Precio regular:
US\$ 64.96 o S/. 224.11
Precio oferta:

US\$ 44.99 ○
S/. 155.23



COJÍN DE GOMA
 Código: VO 21228153
 Stock: 20
 Aplic.: PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 347.39 o S/. 1,198.50
 Precio oferta:

**US\$ 199.99 o
 S/. 689.95**



JUEGO ANILLOS DE PISTÓN
 Código: VO 20747511
 Stock: 30
 Aplic.: B13P, PH12, PM12, NH12, PM, PH
 Precio regular:
 US\$ 140.31 o S/. 484.08
 Precio oferta:

**US\$ 83.99 o
 S/. 289.77**



FILTRO SEPARADOR DE AGUA
 Código: VO 8159975
 Stock: 50
 Aplic.: B10, B12, PH12, PM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 66.91 o S/. 230.83
 Precio oferta:

**US\$ 32.99 o
 S/. 113.83**

MOTOR



FILTRO DE COMBUSTIBLE
 Código: VO 466987
 Stock: 50
 Aplic.: B10, B12, P10, P12, PL10, NL10,
 NL12
 Precio regular:
 US\$ 11.99 o S/. 41.36
 Precio oferta:

**US\$ 5.99 o
 S/. 20.68**



TENSOR DE CORREA
 Código: VO 3154315
 Stock: 10
 Aplic.: B12
 Precio regular:
 US\$ 412.94 o S/. 1,424.65
 Precio oferta:

**US\$ 205.99 o
 S/. 710.67**

KIT ANILLO INYECTOR BOMBA

Código: VO 276948
 Stock: 50
 Aplic.: B12, B13, PH12, PM12, NH12,
 PM, PH
 Precio regular:
 US\$ 7.13 o S/. 24.59
 Precio oferta:

**US\$ 3.99 o
 S/. 13.76**

KIT DE COJINETES DE BANCADA 0.25 MM TD100

Código: VO 270439
 Stock: 30
 Aplic.: P10, PM10, PL10, N10, NL10
 Precio regular:
 US\$ 30.24 o S/. 104.34
 Precio oferta:

**US\$ 19.99 o
 S/. 68.96**



**TENSOR DE CORREA DE
 ALTERNADOR**
 Código: VO 21422765
 Stock: 20
 Aplic.: B11P, PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 120.01 o S/. 414.02
 Precio oferta:

**US\$ 83.99 o
 S/. 289.77**

TRANSMISIÓN



CABLE DE MANDO

Código: VO 21789675
Stock: 10
Aplic: PH, PM
Precio regular:
US\$ 333,03 o S/. 1,148,96
Precio oferta:

US\$ 199,99 ○
S/. 689,95



SENSOR DE PRESIÓN

Código: VO 21068286
Stock: 10
Aplic: PH12, PM12
Precio regular:
US\$ 394,07 o S/. 1,359,55
Precio oferta:

US\$ 199,99 ○
S/. 689,95



CABLE DE MANDO DE PALANCA DE CAMBIOS

Código: VO 21789683
Stock: 20
Aplic: PM, PH
Precio regular:
US\$ 300,18 o S/. 1,035,62
Precio oferta:

US\$ 169,99 ○
S/. 586,47

UNIDAD DE MANDO DE CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA

Código: VO 22780683
Stock: 2
Aplic: B11, B12, B13, PH, PM
Precio regular:
US\$ 6,127,00 o S/. 21,138,14
Precio oferta:

US\$ 4,199,99 ○
S/. 14,489,95

TOMA DE FUERZA

Código: VO 22770448
Stock: 10
Aplic: PH, PM
Precio regular:
US\$ 3,754,62 o S/. 12,953,43
Precio oferta:

US\$ 2,199,99 ○
S/. 7,589,97

TRANSMISIÓN



EMPUÑADURA PALANCA DE CAMBIOS

Código: VO 20488065
Stock: 10
Aplic.: PH12, PM12, NL12, NL10, N10
Precio regular:
US\$ 291.79 o S/. 1,006.68
Precio oferta:

US\$ 169.99 o
S/. 586.47

DISCO DE EMBRAGUE

Código: VO 21615194
Stock: 10
Aplic.: PH, PM, B11, B12, B13
Precio regular:
US\$ 970.30 o S/. 3,347.54
Precio oferta:

US\$ 499.99 o
S/. 1,724.97

MANGUITO DE EMBRAGUE

Código: VO 20588775
Stock: 10
Aplic.: NH12, PM12, PH12, VM, PH, PM
Precio regular:
US\$ 819.92 o S/. 2,828.73
Precio oferta:

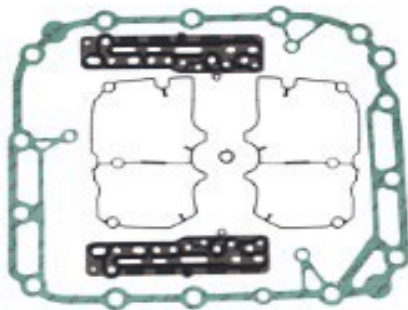
US\$ 409.99 o
S/. 1,414.47



ANILLO RETÉN

Código: VO 1524838
Stock: 20
Aplic.: NH12, PH12, PM12, PH, PM
Precio regular:
US\$ 39.75 o S/. 137.15
Precio oferta:

US\$ 19.99 o
S/. 68.96



JUEGO DE RETENES

Código: VO 20785252
Stock: 10
Aplic.: PH12, PM12, NH12, PM, PH
Precio regular:
US\$ 463.50 o S/. 1,599.09
Precio oferta:

US\$ 229.99 o
S/. 793.47



ANILLO RETÉN

Código: VO 3192615
Stock: 10
Aplic.: PH12, PM12, NH12, PM, PH
Precio regular:
US\$ 84.38 o S/. 291.12
Precio oferta:

US\$ 44.99 o
S/. 155.23



JUEGO DE REPARACIÓN CILINDRO SPLIT

Código: VO 3092612
Stock: 40
Aplic.: B10, PL10, PL12, PH12, PM12, NH12
Precio regular:
US\$ 69.30 o S/. 239.09
Precio oferta:

US\$ 27.99 o
S/. 96.56

JUEGO DE SENSOR DE POSICIÓN

Código: VO 20562642
Stock: 10
Aplic.: PH, PM, B12, PH12, PM12
Precio regular:
US\$ 145.41 o S/. 501.67
Precio oferta:

US\$ 72.99 o
S/. 251.83

ARANDELA DE PRESIÓN DE DIFERENCIAL

Código: VO 1523186
Stock: 100
Aplic.: B12, F10, F12, PL10, PL12, NH12, PM12, PH12
Precio regular:
US\$ 6.61 o S/. 22.80
Precio oferta:

US\$ 2.99 o
S/. 10.30

ARANDELA DE PRESIÓN DE DIFERENCIAL

Código: VO 1524668
Stock: 50
Aplic.: PH, PH12, PH16, PM, PM12, PM6, PM12, PH12
Precio regular:
US\$ 7.89 o S/. 27.23
Precio oferta:

US\$ 2.99 o
S/. 10.30

ARANDELA DE PRESIÓN DE CRUCETA

Código: VO 120226
Stock: 10
Aplic.: F12, PH12, PL10, N10, N12, NL10, NL12
Precio regular:
US\$ 7.25 o S/. 25.00
Precio oferta:

US\$ 2.99 o
S/. 10.30

SISTEMA ELÉCTRICO



SENSOR DE CAJA CAMBIOS

Código: VO 1594228
 Stock: 10
 Aplic.: PH, PH12, PL6, PM, PM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 134.73 o S/. 464,83
 Precio oferta:

US\$ 79.99 ○
S/. 275.97



LÁMPARA IZQUIERDA

Código: VO 82426817
 Stock: 10
 Aplic.: PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 437.21 o S/. 1,508.39
 Precio oferta:

US\$ 259.99 ○
S/. 896.97



CUBRELÁMPARA DE FARO DELANTERO

Código: VO 20917958
 Stock: 5
 Aplic.: PH12, PM12
 Precio regular:
 US\$ 457.71 o S/. 1,579.10
 Precio oferta:

US\$ 274.99 ○
S/. 948.71

PANEL DE INTERRUPTOR

Código: VO 22566508
 Stock: 5
 Aplic.: PH12, PM12, PM, PH
 Precio regular:
 US\$ 259.16 o S/. 894.11
 Precio oferta:

US\$ 147.99 ○
S/. 510.57

PANEL DE INTERRUPTOR

Código: VO 22566514
 Stock: 5
 Aplic.: PH12, PM12, NH12, PM, PH
 Precio regular:
 US\$ 259.16 o S/. 894.11
 Precio oferta:

US\$ 129.99 ○
S/. 448.46



FARO COMBINADO IZQ.

Código: VO 21761288
 Stock: 10
 Aplic.: PH, PM, PH12, VM, PE
 Precio regular:
 US\$ 163.08 o S/. 562.61
 Precio oferta:

US\$ 81.99 ○
S/. 282.85

SISTEMA ELÉCTRICO



FARO DELT. DER
 Código: VO 21094520
 Stock: 5
 Aplic.: PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 961.55 o S/. 3,317.34
 Precio oferta:

US\$ 569.99 ○
S/. 1,966.46

MANOJO DE CABLES
 Código: VO 22041549
 Stock: 10
 Aplic.: PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 791.74 o S/. 2,731.52
 Precio oferta:

US\$ 499.99 ○
S/. 1,724.96

PANEL DE INTERRUPTOR
 Código: VO 22566510
 Stock: 10
 Aplic.: PH12, PM12, NH12, PM, PH
 Precio regular:
 US\$ 345.82 o S/. 1,193.09
 Precio oferta:

US\$ 172.99 ○
S/. 596.81

UNIDAD DE MANDO
 Código: VO 21720464
 Stock: 5
 Aplic.: B11R, B12R, PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 1,192.98 o S/. 4,115.78
 Precio oferta:

US\$ 699.99 ○
S/. 2,414.97

FARO DELT. IZQ
 Código: VO 21094519
 Stock: 5
 Aplic.: PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 961.55 o S/. 3,317.34
 Precio oferta:

US\$ 569.99 ○
S/. 1,966.46



LÁMPARA DERECHA
 Código: VO 82426818
 Stock: 10
 Aplic.: PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 437.21 o S/. 1,508.39
 Precio oferta:

US\$ 259.99 ○
S/. 896.97



FARO COMBINADO DER.
 Código: VO 21761154
 Stock: 20
 Aplic.: PM, PH, PE
 Precio regular:
 US\$ 231.53 o S/. 798.77
 Precio oferta:

US\$ 149.99 ○
S/. 517.46

**CONTACTO DE FRENO DE MOTOR**

Código: VO 1589502
 Stock: 50
 Aplic.: B7K, B10B, B12, N10, N12, NL10,
 NL12, P10, P12

Precio regular:
 US\$ 16.10 o S/. 55.53

Precio oferta:
US\$ 9.99 ○
S/. 34.48

**BOMBILLA**

Código: VO 992519
 Stock: 100

Aplic.: B12, PH12, PM12, NL10, NL12
 Precio regular:
 US\$ 3.89 o S/. 13.43

Precio oferta:
US\$ 1.99 ○
S/. 6.88

SISTEMA ELÉCTRICO

**LÁMPARA IZQUIERDA**

Código: VO 20826211
 Stock: 15
 Aplic.: PH, PH12, PH15, PM, PM12, PM9,
 NH12

Precio regular:
 US\$ 82.25 o S/. 283.75

Precio oferta:
US\$ 49.99 ○
S/. 172.47

RELÉ DE CAJA DE FUSIBLE

Código: VO 21255974
 Stock: 100

Aplic.: B10B, PH, PH12, PM, PM12
 Precio regular:
 US\$ 24.80 o S/. 85.57

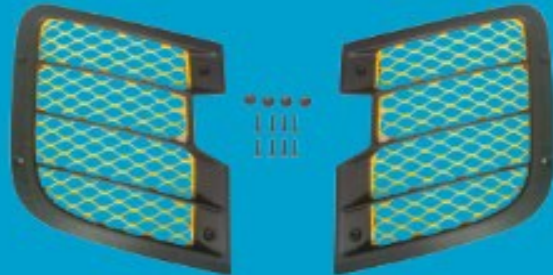
Precio oferta:
US\$ 6.99 ○
S/. 24.10

LÁMPARA DERECHA

Código: VO 20826213
 Stock: 15

Aplic.: PH12, PM12
 Precio regular:
 US\$ 82.25 o S/. 283.75

Precio oferta:
US\$ 49.99 ○
S/. 172.47

**ARRANCADOR**

Código: VO 22602940
 Stock: 5

Aplic.: B10B, PH, PM
 Precio regular:
 US\$ 1,954.93 o S/. 6,744.51

Precio oferta:
US\$ 749.99 ○
S/. 2,587.47

PROTECCIÓN FAROS IZQ.

Código: VO 82306188
 Stock: 5

Aplic.: PM, PH, PM12, PH12
 Precio regular:
 US\$ 189.90 o S/. 655.15

Precio oferta:
US\$ 89.99 ○
S/. 310.45

PROTECTOR DE FAROS

Código: VO 82481444
 Stock: 5

Aplic.: PH12, PM12, PM, PH
 Precio regular:
 US\$ 466.68 o S/. 1,679.04

Precio oferta:
US\$ 289.99 ○
S/. 1,000.45



FOCO

Código: VO 943903

Stock: 50

Aplc.: PH12, PM12, NL12, PH, PM, NH12, VM

Precio regular:

US\$ 14.77 o S/. 50.97

Precio oferta:

US\$ 6.99 o

S/. 24.10



PROTECCIÓN FAROS DER.

Código: VO 82306190

Stock: 5

Aplc.: PM, PH, PM12, PH12

Precio regular:

US\$ 189.90 o S/. 655.15

Precio oferta:

US\$ 89.99 o

S/. 310.45

FRENOS



VÁLVULA DE PROTECCIÓN DE CUATRO VIAS

Código: VO 3197588
Stock: 10

Aplic.: B11R, B12R, PH12, PM12, NH12

Precio regular:
US\$ 469.92 o S/. 1,621.24

Precio oferta:
US\$ 199.99 o S/. 689.95



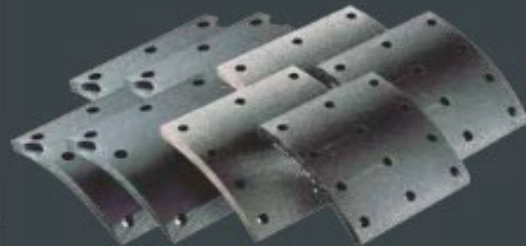
GUARDAPOLVO FRENO

Código: VO 3090954
Stock: 50

Aplic.: PH, PM, PH12, PM12, NH12

Precio regular:
US\$ 29.39 o S/. 101.41

Precio oferta:
US\$ 14.99 o S/. 51.70



KIT DE FORRO DE FRENO POSTERIOR

Código: VO 8127762
Stock: 20

Aplic.: PH12, NH12

Precio regular:
US\$ 307.35 o S/. 1,060.37

Precio oferta:
US\$ 179.99 o S/. 620.95

VÁLVULA DE FRENO

Código: VO 21225479
Stock: 5

Aplic.: PH12, PM12, PH, PM

Precio regular:
US\$ 392.68 o S/. 1,354.75

Precio oferta:
US\$ 156.99 o S/. 541.61

PULMÓN DE FRENO

Código: VO 3985253
Stock: 4

Aplic.: PH12, PM12, PH, PM

Precio regular:
US\$ 351.58 o S/. 1,212.95

Precio oferta:
US\$ 140.99 o S/. 486.40



VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL FRENO DE AIRE

Código: VO 21811707
Stock: 20

Aplic.: PM, PM12, PH, PH12, NH12

Precio regular:
US\$ 387.12 o S/. 1,335.57

Precio oferta:
US\$ 199.99 o S/. 689.95



VÁLVULA DE FRENO

Código: VO 20367533
Stock: 5

Aplic.: NH12, PM12, PH12, PM, PH

Precio regular:
US\$ 210.13 o S/. 724.96

Precio oferta:
US\$ 159.99 o S/. 551.97



VÁLVULA DE RETARDADOR

Código: VO 3092614
Stock: 5

Aplic.: PH12, PM12

Precio regular:
US\$ 1,834.02 o S/. 6,327.35

Precio oferta:
US\$ 999.99 o S/. 3,449.97

FRENOS



JUEGO FORRO DE FRENO DELT. ESTÁNDAR

Código: VO 3095167
 Stock: 10
 Aplic.: F10, F12, FH12, FL10, FL12, FM12, NL10, NL12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 199,29 o S/. 687,55
 Precio oferta:
US\$ 99,99 o S/. 344,98



EMPAQUE DE LEVA DE FRENOS DE EJE TRASERO

Código: VO 1696450
 Stock: 50
 Aplic.: B10, B12, F10, F12, FH12, FL10, FL12, FH12, FM12, NH12, NL10, NL12
 Precio regular:
 US\$ 3,46 o S/. 11,93
 Precio oferta:
US\$ 2,49 o S/. 8,59



VÁLVULA DE FRENO DE FRENO DE AIRE

Código: VO 21390585
 Stock: 5
 Aplic.: FH, FH12, FM, FM12
 Precio regular:
 US\$ 986,21 o S/. 3,402,42
 Precio oferta:
US\$ 549,99 o S/. 1,897,47



CILINDRO DE FRENO

Código: VO 20533210
 Stock: 10
 Aplic.: FH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 897,26 o S/. 3,095,55
 Precio oferta:
US\$ 539,99 o S/. 1,862,97



JUEGO DE PASTILLAS

Código: VO 21352570
 Stock: 10
 Aplic.: FE, FH, FH12, FM, FM12, NH12, W1
 Precio regular:
 US\$ 300,89 o S/. 1,037,37
 Precio oferta:
US\$ 189,99 o S/. 655,47



SENSOR ABS DE EJE TRASERO

Código: VO 21361891
 Stock: 5
 Aplic.: FH, FH12, FM, FM12
 Precio regular:
 US\$ 204,51 o S/. 705,55
 Precio oferta:
US\$ 129,99 o S/. 448,46

FRENOS

CILINDRO DE FRENOS

Código: VO 20533199
Stock: 5
Aplic: PH12, PM12, PM, PH
Precio regular:
US\$ 889,21 o S/. 3,067,78
Precio oferta:

US\$ 449.99 ○
S/. 1,552.48

KIT DE ANILLO TÓRICO

Código: VO 8171156
Stock: 10
Aplic: B12B, B12M, PH12, PH16, PM12
Precio regular:
US\$ 195,20 o S/. 673,42
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.98

VÁLVULA DE AIRE

Código: VO 3198756
Stock: 5
Aplic: PH12, PM12, PM, PH
Precio regular:
US\$ 550,07 o S/. 1,897,74
Precio oferta:

US\$ 329.99 ○
S/. 1,138.46

KIT DE FORRO DE FRENO

Código: VO 3095169
Stock: 20
Aplic: PH12, PM12, NH12
Precio regular:
US\$ 216,85 o S/. 748,13
Precio oferta:

US\$ 129.99 ○
S/. 448.46



KIT DE FORRO DE FRENO

Código: VO 21534097
Stock: 20
Aplic: PH12, FL10, PM12, NH12, NL10, NL12
Precio regular:
US\$ 116,18 o S/. 400,83
Precio oferta:

US\$ 74.99 ○
S/. 258.72



VÁLVULA RELÉ

Código: VO 3173150
Stock: 10
Aplic: B12, F10, PM, PM12, PH, PH12, NH10
Precio regular:
US\$ 221,07 o S/. 782,70
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.97



KIT DE REPARACIÓN DE FRENO DE RUEDA

Código: VO 8550977
Stock: 10
Aplic: B10, B13B, FL10, FL12, FL16
Precio regular:
US\$ 357,81 o S/. 1,234,45
Precio oferta:

US\$ 229.99 ○
S/. 793.48



VÁLVULA DE VACÍO

Código: VO 1081328
Stock: 10
Aplic: PH, PH12, PM, PM12, NH12
Precio regular:
US\$ 28,46 o S/. 98,19
Precio oferta:

US\$ 19.99 ○
S/. 68.96



KIT DE REPARACIÓN DE FRENO DE RUEDA

Código: VO 8550978
Stock: 10
Aplic: B10, B12, PH12, FL10, PM12, NH12, NL10, NL12
Precio regular:
US\$ 357,81 o S/. 1,234,45
Precio oferta:

US\$ 229.99 ○
S/. 793.48

DIRECCIÓN



BARRA EN V

Código: VO 22318834
 Stock: 10
 Apl.: FM, FM 2, RH, RH12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 1,997.40 o S/. 6,891.02
 Precio oferta:

US\$ 599.99 ○
S/. 2,069.98

RÓTULA IZQUIERDA

Código: VO 20710008
 Stock: 10
 Apl.: FM, RH
 Precio regular:
 US\$ 252.89 o S/. 872.46
 Precio oferta:

US\$ 129.99 ○
S/. 448.46

RÓTULA DERECHA

Código: VO 20581089
 Stock: 10
 Apl.: FM, RH
 Precio regular:
 US\$ 252.89 o S/. 872.46
 Precio oferta:

US\$ 129.99 ○
S/. 448.46



BARRA DE REACCIÓN

Código: VO 21051052
 Stock: 10
 Apl.: FH, FH12, FM, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 1,233.25 o S/. 4,254.72
 Precio oferta:

US\$ 649.99 ○
S/. 2,242.47



AMORTIGUADOR DE DIREC.

Código: VO 22067037
 Stock: 5
 Apl.: B7, B11, B12, B13
 Precio regular:
 US\$ 826.00 o S/. 2,849.70
 Precio oferta:

US\$ 577.99 ○
S/. 1,994.06

KIT DE REPARACIÓN DE BARRA EN V

Código: VO 20840820
 Stock: 10
 Apl.: FH, FM12
 Precio regular:
 US\$ 370.32 o S/. 1,277.60
 Precio oferta:

US\$ 249.99 ○
S/. 862.47

BARRA EN V

Código: VO 22238525
 Stock: 5
 Apl.: FH12, FM12, FM, RH
 Precio regular:
 US\$ 1,764.65 o S/. 6,088.06
 Precio oferta:

US\$ 1,099.99 ○
S/. 3,829.47



SERVOBOMBA

Código: VO 85114316
 Stock: 5
 Apl.: FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 984.11 o S/. 3,395.17
 Precio oferta:

US\$ 799.99 ○
S/. 2,759.98



ANILLO RETÉN

Código: VO 3173774
 Stock: 20
 Apl.: B7, B12, FH, FH12, FM, FM12, NH12, VM
 Precio regular:
 US\$ 45.01 o S/. 155.27
 Precio oferta:

US\$ 24.99 ○
S/. 86.22

DIRECCIÓN



JUEGO CERRADURA PUERTA
 Código: VO 20398484
 Stock: 10
 Aplicable: NH12, FM12, PH12
 Precio regular:
 US\$ 357,50 o S/. 1.233,39
 Precio oferta:

US\$ 142.99 ○
S/. 493.32

KIT DE JUNTAS DE CAJA DE DIRECCIÓN

Código: VO 21219953
 Stock: 20
 Aplicable: B12B
 Precio regular:
 US\$ 116,94 o S/. 403,44
 Precio oferta:

US\$ 74.99 ○
S/. 258.71

BOMBA DE DIRECCIÓN

Código: VO 21488865
 Stock: 5
 Aplicable: FM
 Precio regular:
 US\$ 909,66 o S/. 3.138,33
 Precio oferta:

US\$ 599.99 ○
S/. 2.069.98



MANGUERA DE TUBOS DE SERVO DIRECCIÓN

Código: VO 21484282
 Stock: 5
 Aplicable: PH, FM
 Precio regular:
 US\$ 254,59 o S/. 878,32
 Precio oferta:

US\$ 149.99 ○
S/. 517.46



RODAMIENTO

Código: VO 3173772
 Stock: 20
 Aplicable: B12, PH12, FM12, NH12, PL6, VM
 Precio regular:
 US\$ 169,60 o S/. 585,12
 Precio oferta:

US\$ 79.99 ○
S/. 275.97



CILINDRO DE DIRECCIÓN

Código: VO 20559841
 Stock: 5
 Aplicable: PH12, FM12
 Precio regular:
 US\$ 1.475,65 o S/. 5.090,99
 Precio oferta:

US\$ 999.99 ○
S/. 3.449.97



JUEGO PERNO MANGUETA

Código: VO 20751021
 Stock: 10
 Aplicable: W6, B7, B11, B12, B13
 Precio regular:
 US\$ 572,77 o S/. 1.976,08
 Precio oferta:

US\$ 399.99 ○
S/. 1.379.97



TAPA

Código: VO 20399428
 Stock: 20
 Aplicable: PL6, W6, PH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 36,08 o S/. 124,49
 Precio oferta:

US\$ 19.99 ○
S/. 68.96



KIT DE CASQUILLOS

Código: VO 20702095
 Stock: 20
 Aplicable: PH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 424,20 o S/. 1.463,48
 Precio oferta:

US\$ 249.99 ○
S/. 862.47

CABINA



CONDENSADOR DE AIRE ACONDICIONADO
 Código: VO 21086300
 Stock: 5
 Aplica: RH, RH12
 Precio regular:
 US\$ 1,095.06 o S/. 3,777.97
 Precio oferta:
US\$ 329.99 o S/. 1,138.46

PANEL DELANTERO
 Código: VO 21393486
 Stock: 5
 Aplica: FM
 Precio regular:
 US\$ 1,411.69 o S/. 4,870.34
 Precio oferta:

US\$ 899.99 o S/. 3,104.95

VISERA EXTERNA
 Código: VO 8189314
 Stock: 5
 Aplica: RH12, RH12, RH12
 Precio regular:
 US\$ 655.81 o S/. 2,262.54
 Precio oferta:

US\$ 327.99 o S/. 1,131.58



ESPEJO
 Código: VO 84099794
 Stock: 10
 Aplica: RH, FM, RH12, FM12
 Precio regular:
 US\$ 135.18 o S/. 466.37
 Precio oferta:

US\$ 67.99 o S/. 234.57

TAPA DE ESCALERA
 Código: VO 20529765
 Stock: 20
 Aplica: RH12, FM12, RH, FM
 Precio regular:
 US\$ 63.15 o S/. 217.88
 Precio oferta:

US\$ 18.99 o S/. 65.50

PANEL DELANTERO
 Código: VO 21404040
 Stock: 10
 Aplica: FM
 Precio regular:
 US\$ 222.96 o S/. 769.22
 Precio oferta:

US\$ 109.99 o S/. 379.47



MOTOR DE MECANISMO ELEVAVINAS
 Código: VO 3176549
 Stock: 10
 Aplica: RH12, FM12, RH12
 Precio regular:
 US\$ 617.33 o S/. 2,129.78
 Precio oferta:

US\$ 249.99 o S/. 862.48



AMORTIGUADOR POSTERIOR
 Código: VO 21137458
 Stock: 50
 Aplica: RH12, FM12
 Precio regular:
 US\$ 279.49 o S/. 964.26
 Precio oferta:

US\$ 129.99 o S/. 448.46

CABINA

PANEL DELANTERO

Código: VO 21445302
Stock: 5
Aplic.: FH, FM12
Precio regular:
US\$ 806,41 o S/. 2,092,13
Precio oferta:

US\$ 349.99 ○
S/. 1,207.47



CUBIERTA DELT. DER.

Código: VO 20529483
Stock: 5
Aplic.: FM12, FM, FH
Precio regular:
US\$ 398,12 o S/. 1,373,51
Precio oferta:

US\$ 199.99 ○
S/. 689.95

CONSOLA

Código: VO 82454677
Stock: 20
Aplic.: FM, FM12, FH, FH12
Precio regular:
US\$ 95,23 o S/. 328,53
Precio oferta:

US\$ 49.99 ○
S/. 172.47

CUERPO DE ESPEJO RETROVISOR DERECHO

Código: VO 21103767
Stock: 10
Aplic.: FH, FM, FM12, FM12, FH12
Precio regular:
US\$ 710,36 o S/. 2,450,74
Precio oferta:

US\$ 399.99 ○
S/. 1,379.97



MECANISMO ELEVAVANAS DER.

Código: VO 3176546
Stock: 10
Aplic.: FM, FM12, FH
Precio regular:
US\$ 934,64 o S/. 3,224,52
Precio oferta:

US\$ 559.99 ○
S/. 1,931.65

PUERTA DE CABINA DER.

Código: VO 20360850
Stock: 2
Aplic.: FM12
Precio regular:
US\$ 2,571,05 o S/. 8,870,14
Precio oferta:

US\$ 1,299.99 ○
S/. 4,484.98

CUBIERTA DELT. IZQ.

Código: VO 20529478
Stock: 5
Aplic.: FM, FH, FM12
Precio regular:
US\$ 398,12 o S/. 1,373,51
Precio oferta:

US\$ 199.99 ○
S/. 689.95

PUERTA DE CABINA IZQ.

Código: VO 20360849
Stock: 5
Aplic.: FM12
Precio regular:
US\$ 2,571,05 o S/. 8,870,14
Precio oferta:

US\$ 1,299.99 ○
S/. 4,484.98

MECANISMO ELEVAVANAS IZQ.

Código: VO 3176545
Stock: 10
Aplic.: FM, FM12, FH
Precio regular:
US\$ 934,64 o S/. 3,224,52
Precio oferta:

US\$ 559.99 ○
S/. 1,931.97

CRISTAL DE ESPEJO RETROVISOR GRANDE

Código: VO 82417041
Stock: 10
Aplic.: FM, FH
Precio regular:
US\$ 180,08 o S/. 621,28
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.97

GUADAFANGO POSTERIOR

Código: VO 20453900
Stock: 10
Aplic.: FH12, FM12, FH12
Precio regular:
US\$ 161,67 o S/. 557,77
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.97



AMORTIGUADOR DE CABINA

Código: VO 21539730
Stock: 20
Aplic.: FH, FM
Precio regular:
US\$ 119,62 o S/. 412,68
Precio oferta:

US\$ 89.99 ○
S/. 310.45

BASTIDOR Y SUSPENSIÓN



SENSOR CONTROL DE ALTURA

Código: VO 21643575
Stock: 5
Aplic.: B11R, B12R, FH, FM
Precio regular:
US\$ 354,08 o S/. 1,221,58
Precio oferta:

US\$ 199.99 ○
S/. 689.95



AMORTIGUADOR

Código: VO 21862164
Stock: 20
Aplic.: FH, FM
Precio regular:
US\$ 373,49 o S/. 1,288,55
Precio oferta:

US\$ 186.99 ○
S/. 645.13

BARRA ANTIVUELCO

Código: VO 3986433
Stock: 20
Aplic.: FH12, F10, FM2, NH12
Precio regular:
US\$ 185,31 o S/. 639,31
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.97

BARRA ANTIVUELCO

Código: VO 22325247
Stock: 20
Aplic.: FH, FM
Precio regular:
US\$ 185,31 o S/. 639,31
Precio oferta:

US\$ 99.99 ○
S/. 344.97



HOJA MADRE DE BALLESTA POSTERIOR

Código: VO 1635305
Stock: 15
Aplic.: FH12, FM2, NH12
Precio regular:
US\$ 852,74 o S/. 2,941,95
Precio oferta:

US\$ 499.99 ○
S/. 1,724.96



CASQUILLO GOMA DE BALLESTA DELANTERA

Código: VO 20533294
Stock: 50
Aplic.: FH12, FM12, NH12, FM, FH
Precio regular:
US\$ 87,52 o S/. 301,95
Precio oferta:

US\$ 49.99 ○
S/. 172.47



BOLSA DE AIRE

Código: VO 21011559
Stock: 5
Aplic.: B12R
Precio regular:
US\$ 530,93 o S/. 1,831,71
Precio oferta:

US\$ 299.99 ○
S/. 1,034.97

BALLESTA DELANTERA

Código: VO 257904
Stock: 5
Aplic.: FH12, FM12, NL12
Precio regular:
US\$ 1,626,90 o S/. 5,612,81
Precio oferta:

US\$ 999.99 ○
S/. 3,449.97

PAQUETE DE HOJAS DE BALLETA

Código: VO 257658
Stock: 10
Aplic.: FH12, FM12, NH12
Precio regular:
US\$ 3,413,81 o S/. 11,777,65
Precio oferta:

US\$ 1,999.99 ○
S/. 6,899.98

HOJA DE BALLESTA

Código: VO 1635357
Stock: 5
Aplic.: FM2, FH12
Precio regular:
US\$ 713,65 o S/. 2,462,10
Precio oferta:

US\$ 419.99 ○
S/. 1,448.95



RODAMIENTO DE CUBO DE RUEDA

Código: VO 21086050
Stock: 20
Aplic.: R10, R16, FH12, FM2, NH12
Precio regular:
US\$ 910,13 o S/. 3,139,96
Precio oferta:

US\$ 499.99 ○
S/. 1,724.96



AMORTIGUADOR DELANTERO

Código: VO 20374545
Stock: 10
Aplic.: FH12, FM12, NH12
Precio regular:
US\$ 289,71 o S/. 999,51
Precio oferta:

US\$ 199.99 ○
S/. 689.95

AMORTIGUADOR DELANTERO

Código: VO 20374546
Stock: 10
Aplic.: FH12, FM2
Precio regular:
US\$ 355,84 o S/. 1,227,65
Precio oferta:

US\$ 229.99 ○
S/. 793.48

SISTEMA DE INTERCAMBIO



COMPRESOR DE AIRE
 Código: VO 85013935
 Stock: 10
 Aplico: B11R, FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 1,045,78 o S/. 3,607,94
 Precio oferta:

US\$ 799.99 o
S/. 2,759.97



ALTERNADOR 28V/80A
 Código: VO 85003356
 Stock: 5
 Aplico: B11R, B12B, B12R, FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 690,05 o S/. 2,380,68
 Precio oferta:

US\$ 349.99 o
S/. 1,207.47



DISCO DE EMBRAGUE INT.
 Código: VO 85013410
 Stock: 5
 Aplico: FH, FM, FH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 714,02 o S/. 2,463,36
 Precio oferta:

US\$ 529.99 o
S/. 1,828.47

PLATO DE PRESIÓN
 Código: VO 85000624
 Stock: 5
 Aplico: B12, FM, FH
 Precio regular:
 US\$ 805,56 o S/. 2,779,19
 Precio oferta:

US\$ 449.99 o
S/. 1,552.47

DISCO DE EMBRAGUE
 Código: VO 85013334
 Stock: 10
 Aplico: B11R, B13R, FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 728,70 o S/. 2,514,01
 Precio oferta:

US\$ 489.99 o
S/. 1,690.47



KIT DE EMBRAGUE
 Código: VO 85013892
 Stock: 5
 Aplico: FH, FM
 Precio regular:
 US\$ 2,438,02 o S/. 8,411,17
 Precio oferta:

US\$ 1,799.99 o
S/. 6,209.97



DISCO DE EMBRAGUE EXT.
 Código: VO 85013411
 Stock: 5
 Aplico: FH, FM, FH12, FM12, NH12
 Precio regular:
 US\$ 760,19 o S/. 2,622,66
 Precio oferta:

US\$ 529.99 o
S/. 1,828.47