



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora de la Gestión de Mantenimiento para incrementar la disponibilidad de la flota
auxiliar en una empresa minera, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. Gonzales Távara, José Carlos Cristobal (ORCID: 0000-0001-9592-289X)

ASESOR:

Mg. Olórtegui Núñez, Pedro Armando (ORCID: 0000-0002-0329-6949)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO - PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo esta dedicado en primer lugar a mis padres, a mi esposa y a mis hijos por su apoyo constante e incalculable para poder desarrollarlo y culminarlo. En segundo lugar a todos los profesores que se dedicaron en transmitir sus conocimientos. Tambien a mis compañeros de aula con quien compartimos muchos momentos y conocimientos en las diferentes actividades de nuestra formacion academica.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por permitirme haber realizar mis estudios universitarios logrando formarme de la mejor manera, a los maestros que con su sabiduria, dedicacion y esfuerzo han ayudado a llegar al punto en donde me encuentro.

Agradecimiento en especial para mi maestro y asesor Mg. Ing. Pedro Olortegui Nuñez, quien con su involucramiento y compromiso para orientarme ha logrado la culminacion del presente trabajo.

Página del Jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DICTAMEN DE LA SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN PROFESIONAL

El jurado evaluador del trabajo de titulación profesional

MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA AUXILIAR EN UNA EMPRESA MINERA, 2019.

que ha sustentado (e) l (a) bachiller

GONZALES TÁVARA

JOSÉ CARLOS CRISTOBAL

Apellidos

Nombre (s)

acuerda _____ APROBAR POR UNANIMIDAD _____

y recomienda _____

Trujillo, 12 DICIEMBRE 2019

Miembro(a) del jurado

Dr. Alex Antenor Benites Aliaga

Presidente

Firma

Miembro(a) del jurado

Mg. Pedro Armando Olortegui Nuñez

Secretario

Firma

Miembro(a) del jurado

Mg. Ricardo Steiman Benites Aliaga

Vocal

Firma

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **GONZALES TÁVARA, JOSÉ CARLOS CRISTOBAL** con D.N.I. N° **18172889**, a efecto de acatar las disposiciones vigentes establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que la investigación y toda la documentación que acompaña es veraz y autentica.

Así mismo, declaro bajo juramento y me hago responsable ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, en lo que concierne a documentos e información aportada.

Por lo cual, me someto a lo estipulado en las normal académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 12 de Diciembre del 2019



**GONZALES TÁVARA, JOSÉ
CARLOS CRISTOBAL
DNI: 18172889**

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	9
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	9
2.2 Variables, operacionalización	10
2.3 Población y muestra	12
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	12
2.5 Procedimiento	13
2.6 Métodos de análisis de datos	13
2.7 Aspectos éticos.....	14
III. RESULTADOS.....	15
IV. DISCUSIÓN.....	55
V. CONCLUSIONES.....	57
VI. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS.....	61

RESUMEN

La presente investigación titulada “MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA AUXILIAR EN UNA EMPRESA MINERA, 2019” , alineado en los principios de mejora continua; utilizó el método deductivo, con una investigación de tipo experimental aplicándolo a una muestra considerable de la flota auxiliar, se prepararon los indicadores de disponibilidad a iniciar la investigación y posterior a la propuesta de mejoras. De esta manera se obtuvo como resultados principales el aumento de la disponibilidad en un 16.24% y en el caso del índice de mantenimiento preventivo se redujo en 12.57% , esto se corrobora con a la prueba estadística de T-student al obtener un valor de significancia 0.05 . Esto permite concluir que la mejora de la gestión de mantenimiento ha permitido incrementar la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera.

Palabras claves: disponibilidad, gestion de mantenimiento, flota auxiliar

ABSTRACT

The present investigation entitled "IMPROVEMENT OF THE MAINTENANCE MANAGEMENT TO INCREASE THE AVAILABILITY OF THE AUXILIARY FLEET IN A MINING COMPANY", framed in the theories of continuous improvement; used the deductive method, with an experimental type of research applied to sample of the auxiliary fleet, the availability indicators were prepared to initiate the investigation and after the proposal of improvements. Obtaining as main results the increase in availability by 16.24% and in the case of the index of preventive maintenance was reduced by 12.57%, this is corroborated with the statistical test of T-student to give a value of significance 0.05. This allows me to conclude that the improvement of the maintenance management has allowed to increase the availability of the auxiliary fleet in a mining company.

Keywords: availability, maintenance management, auxiliary fleet

I. INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad que consiste en la extracción de los minerales. Las empresas mineras se encargan de llevarla a cabo como industria, donde la competencia surge en la producción, cantidad y calidad del mineral extraído. (BBVA, 2016)

El sector minero en nuestro país es uno de los sectores de mayor generación de recursos en la economía peruana y exportaciones. En la actualidad la minería genera un 3% de los ingresos fiscales, además de cerca del 10% del Producto Bruto Interno (PBI) nacional y el 59% de las exportaciones. (BBVA, 2016)

El yacimiento minero en La Libertad que hemos estudiado es a tajo abierto, y comenzó sus trabajos en el año 2005. El proyecto tiene un tiempo proyectado de producción superior a los 10 años en adelante, debido a la implementación de métodos nuevos para obtener la mejor eficiencia en el procedimiento de extracción del oro y plata. (Barrick, 2017)

En muchas ocasiones los avances en la minería en La Libertad no van de la mano con actividades de apoyo como las que constituyen la gestión adecuada de mantenimiento. Es aquí donde debería ponerse el mayor énfasis, pues el mantenimiento en minería conlleva uno de los mayores gastos en la empresa y por ese motivo debe ser llevado de un modo cuidadoso con una estrategia clara a través de una buena planificación que evite paradas, accidentes, contaminaciones al ambiente, gastos innecesarios en lo presupuestado, entre otros". (Quintana Rodriguez, 2016)

En los resultados de Gestión de mantenimiento de los equipos auxiliares de una empresa minera en La Libertad (Minera Barrick Lagunas Norte), materia del presente proyecto, se observa que el indicador de disponibilidad mecánica cuyo objetivo es obtener un valor mayor al 85% después de su mantenimiento preventivo, no se cumplió en el año 2018 con el siguiente resultado:

Disponibilidad mecánica real año 2018: 79%

Este resultado afecta directamente en el cumplimiento de los trabajos programados de los equipos auxiliares cuyo objetivo para el año 2018 fue de 85% como mínimo, lo que origina el descontento del área usuaria y la falta de cumplimiento de los objetivos del área de mantenimiento mina.

El presente proyecto se ha enfocado en mejorar dentro del concepto de disponibilidad mecánica los factores externos o extrínsecos que pueden afectar los resultados de la gestión de mantenimiento actual en la flota auxiliar de una empresa minera en La Libertad.

1.1. Trabajos Previos

Dentro de los proyectos de investigación tenemos:

Para (Molina Toscano, 2010) en su tesis “Diagnóstico y valoración de la gestión del mantenimiento de laterminal d e productos limpios el beateriopetrocomercial concerniente a los equipos rotativos y estaticos en la producción de diesel 2” explica el incremento en la disponibilidad de la flota de equipos de producción diesel donde se pasó de un porcentaje de disponibilidad menor al 80% en promedio a valores en promedio mayores al 95% de disponibilidad, una confiabilidad de 48.49% en promedio y un tiempo medio entre fallas de 90, 71 días.

En el caso de (Hincapié Perez, 2017) en su tesis “Metodología de gestión de mantenimiento desde una perspectiva de ConfiabilidadDisponibilidad-Mantenibilidad (CDM) para aplicación en equipos de Tecnología de la Información (TI) “ desarrolló un sistema de gestión de mantenimiento para sus equipos de mantenimiento y soporte técnico obteniendo como resultados pasar de una disponibilidad de 43.43% promedio para la respuesta de sus equipos a un 70% tomando en cuenta la nueva distribución de sus tipos de trabajos.

En el caso de (Garcia Mallqui, 2016) y su propuesta “Implementación de un sistema de un plan de mantenimiento preventivo de acuerdo a la criticidad de la flota del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de una empresa de alimentos.”, desarrolló un sistema de gestión de mantenimiento basado en la criticidad de los equipos que formaban parte del proceso productivo, teniendo como resultado un aumento en la disponibilidad de los equipos señalados de un 71.4% a un 96%.

La tesis de (Li Galvez, 2016) titulada “Propuesta de Gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado a una flota de camiones fuera de carretera en una mina de tajo abierto”, luego de definir las causas principales, incorporó un plan de mejoras basado en el circulo de Deming, en donde entre las herramientas incorporadas, aplicó la tecnología del

RCM en la flota de camiones 730E donde obtuvo un aumento en la disponibilidad de 92%, la confiabilidad en un 56% y el MTBF en 50hrs.

La investigación de (Valdiviezo Becerra, 2018) denominada “Incremento De La Disponibilidad De La Flota Vehicular una empresa Implementando un sistema de Gestión de Mantenimiento”, utiliza la metodología del RCM el cual trabajo tanto para equipo como sus componentes. Al aplicar esta metodología obtuvo un costo beneficio el cual se verá de manera progresiva con el correr de los años. Los logros obtenidos fueron: determinar los indicadores para determinar una correcta gestión de mantenimiento (disponibilidad del 70%, confiabilidad del 45%, MTBF de 65 hrs).

Finalmente (Gonzales Santilla, 2017) en su tesis “Diseño de un proceso de Gestión de Mantenimiento preventivo, para aumentar la disponibilidad de los equipo de Laboratorio Clínicos de la Empresa Jampar Multiplest Internacional S.R.L.-2017”, luego de analizar las causas con el diagrama causa-efecto y de priorizarlas con Pareto, implementó un sistema de gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad de sus equipos analizadores clínicos obteniendo un incremento en la disponibilidad del equipamiento en un porcentaje promedio del 5%, siendo el pico máximo de 92.4%, además redujo en un promedio de 60hrs el MTTR de sus equipos, teniendo un valor pico de 60hrs y por último aumento el MTBF en un promedio de 500hrs teniendo un valor pico de frecuencia de 4015 horas entre mantenimientos.

Las revistas consultadas son:

En el artículo de (Viveros, 2013) llamado “*Proposal of a maintenance management model and its main support tools*” muestra un esquema para la gestión de mantenimiento en su totalidad, tomando en cuenta la característica de mejora continua a través del tiempo.

De igual forma (Herrera-Galán, 2016) en su artículo “**Methodology and implementation of maintenance management program**” refiere a la implementación de una metodología para la gestión de mantenimiento asistido por computadora a través del desarrollo de un programa de mantenimiento y su puesta en práctica.

Finalmente (Ardila, 2016) **en su artículo** “MAINTENANCE MANAGEMENT: A REVIEW”, identifica problemas, metodologías aplicadas. Aplica diagramas causa-efecto, Flujogramas, Checklists en otros instrumentos. Concluyen que la gestión del mantenimiento

se realiza con una mejora continua al proceso, de manera que se tenga seguro la disponibilidad de los equipos.

1.2. Temas Relacionados el tema:

Dentro de las teorías relacionadas tenemos:

El mantenimiento: son las acciones oportunas, constantes y permanentes orientadas a prevenir y dar por hecho el normal trabajo y la eficiencia de las flotas o instalaciones. Se aplica a toda organización que quiera incrementar la confiabilidad o la vida útil de su maquinaria aplicando un adecuado plan de mantenimiento disminuyendo así la necesidad de cambio de componentes y disminuyendo los costos de lo ya utilizado. (DIAZ, 2015).

La gestión de mantenimiento es el arte o la ciencia de gestionar los recursos de mantenimiento. También se dice que es el arte de la forma de administrar para mantener nuestros activos físicos y equipos en correcto estado y condiciones (Angeles, 2018)

La moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión que: determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento y las estrategias en la gestión. (Quintana Rodriguez, 2016)

La gestión del mantenimiento industrial moderno se denota como un conjunto de métodos utilizadas durante todo su ciclo de vida, con la mayor disponibilidad, garantizando, una asistencia técnica eficaz mediante una gestión y formación correcta.

El **Ciclo PDCA** (calidad-gestion, 2013) también llamado comúnmente "**Ciclo de Deming**".

El **Ciclo PDCA** constituye una **estrategia de mejora continua** de la calidad en cuatro pasos, también se lo denomina espiral de mejora continua y es muy utilizado por los diversos sistemas utilizados en las organizaciones.

El ciclo de Deming se considera una filosofía para implementar mejoras continuas en los procesos de una empresa y es una manera muy comprobada y exitosa de lograr esta implementación (Blokdyk, 2018)

Las siglas **PDCA** provienen de las siguientes palabras **Plan, Do, Check, Act**, que significan **Planificar, Hacer, Verificar, y Actuar**. Revisión a detalle en Anexo B1

- La fase de **planeación** se encarga de estudiar el estado actual y muestra a detalle el proceso: desde el material, los resultados actuales y el mercado; recolección de datos; identificación de problemas y así poder desarrollar mejoras o reemplazos en procesos y la planificación para ejecutar (James R. & M. Lindsay, 2010), es así que en esta etapa se hace uso de las siguientes herramientas para determinar lo planeado:
 - El *diagrama de Ishikawa*, que es un método que consiste en definir la ocurrencia de un evento problema no deseable, llamado efecto principal y después, se identifican los parámetros que ayudan a su desglose, estas se denominan causas. Las causas principales pueden categorizarse en 6, denominadas 6M: maquinaria, mano de obra, métodos, materiales, medio ambiente y medios económicos. (Niebel & Freivalds, 2009). Se puede observar una figura detallada en el Anexo B2.
 - El *diagrama de Pareto* es un gráfico de barras en búsqueda de los principales problemas, así como de sus motivos más determinantes. El diagrama se desarrolla en base al llamado principio de Pareto. Calcula que la menor parte de elementos (20%) provocan la mayor parte del efecto (80%); lo demás tiene poca trascendencia. (Gutierrez Pulido, 2010). Se puede observar la figura detallada en el Anexo B3
- **Hacer**, donde se lleva a cabo una prueba considerando lo planeado en el punto anterior. La información obtenida de lo ejecutado se juntan y agrupan. También se puede definir como un estudio experimental que sirva para observar los resultados de lo ejecutado de manera verídica y cuál será la trascendencia de las soluciones mostradas identificando posteriormente los indicadores para comprender de que manera impacta al resultado esperado y que solución probable se puede utilizar al momento de aplicarlo a gran escala. (pdcahome, 2017)

- **Verificar** si lo ejecutado resulta viable de acuerdo a lo planificado tomando como punto de partida los resultados obtenidos e identificando si es necesario tomar diferentes parámetros y también se conocerá si se necesitan otro tipo de pruebas o pruebas adicionales. (pdcahome, 2017)
- **Actuar**, finalmente se utiliza el resultado más acorde a lo planeado y se desarrolla una planificación a un grado mayor: qué se necesita hacer, quién debería estar involucrado y cuáles serían los tiempos para llevar a cabo las acciones de mejora, después de eso se establece un estándar del cambio realizado (procedimientos). Para terminar se lleva un control y seguimiento del desempeño del proceso. (James R. & M. Lindsay, 2010)

Mantenimiento Preventivo: Su propósito es prever las fallas, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. (Rodríguez del Águila, 2012)

Una de principales características que tiene este mantenimiento es la de que mediante la inspección de los equipos se pueden obtener cierta cantidad fallas en su primera fase, y corregirlas en la frecuencia adecuada. (Quintana Rodríguez, 2016)

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM): “El mantenimiento centrado en confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento” (ingenieriadelmantenimiento, 2015).

Esta evita las fallas identificando las reparaciones mayores y cambiando las tareas correctivas con trabajos a condición una vez cumplidas el tiempo estimado de uso del equipo. (ingenieriadelmantenimiento, 2015)

A continuación señalaremos algunas definiciones de disponibilidad:

“La disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un trabajo solicitado. Algunos la definen como el porcentaje de componentes y/o equipos en un momento determinado, con respecto a la cantidad total de componentes y/o equipos” (Quintana Rodríguez, 2016)

Respecto a la parte operacional es una ecuación que permite determinar de manera general la cantidad porcentual de tiempo total que podemos saber que un equipo este en condiciones para desarrollar sus funciones destinadas. A través del estudio de los factores que intervienen en la misma es posible determinar diversas alternativas de solución para optimizar el parámetro de disponibilidad. (Quintana Rodriguez, 2016)

El mínimo valor para considerar aceptable la gestión de mantenimiento será de 85%. Según la siguientes fórmulas:

$$DM = \frac{\text{Horas programadas} - \sum(\text{Hmantto preventivo} + \text{Hmantto correctivo})}{\text{Horas programadas}}$$

$$\text{Disponibilidad mecánica} = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Tiempo total de operación} + \text{Tiempo total de parada}}$$

El Tiempo medio entre fallos (MTBF) denota el intervalo de tiempo de mayor probabilidad entre el inicio del trabajo del equipo y la aparición de un fallo. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente y/o equipo. También, para obtener este dato se deberá utilizar la información agrupada y mapeada en un ERP (en este caso Oracle). (Quintana Rodriguez, 2016)

El mínimo valor con respecto a la gestión de mantenimiento será 50 horas, de acuerdo a la fórmula:

$$MTBF = \frac{\text{Horas programadas} - H \text{ de paradas por falla}}{\sum \text{Números de paradas por fallas}}$$

La cantidad de tiempo utilizado para reparar (MTTR) de un componente y/o equipo. Este dato indica la efectividad en poner un equipo operativo una vez que la unidad se encuentra parada por un fallo, dentro de un intervalo de tiempo determinado. El tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño. (Quintana Rodriguez, 2016)

El mínimo valor con respecto a la gestión de mantenimiento será 8 horas. según la siguiente formula:

$$MTTR = \frac{\sum(\text{Horas mantto preventivo} + \text{Horas reparaciones})}{\sum \text{Número de paradas}}$$

1.3. Problema

La formulación del problema es: ¿De que manera la mejora de la Gestión de mantenimiento influye en la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera?

Desde el **aspecto económico** este proyecto se justifica porque permite determinar mejoras para obtener una mayor eficiencia de los recursos de la industria. Como **justificación teórica** tenemos el uso de distintos componentes de la ingeniería en este caso industrial, de donde se busca mejorar la gestión de mantenimiento mediante técnicas de seguimiento y oportunidades de mejora. En el **aspecto práctico** permitirá poner en marcha las recomendaciones que se establezcan sin afectar la operatividad normal de las operaciones del área.

1.4 Hipótesis

La hipótesis planteada es: La mejora en la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera en La Libertad.

1.5 Objetivos

1.5.1 El objetivo general:

Mejorar la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de la flota auxiliar de una empresa minera en La Libertad.

1.5.2 Los Objetivos específicos definidos son:

Los objetivos específicos encontrados son 4 detallados a continuación: determinar el estado actual de la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera de La Libertad, evaluar los resultados de la gestión de mantenimiento actual de la empresa, implementar un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento respecto del plan de mantenimiento actual y determinar el resultado de disponibilidad de la flota auxiliar una vez implementada la mejora.

II. MÉTODO

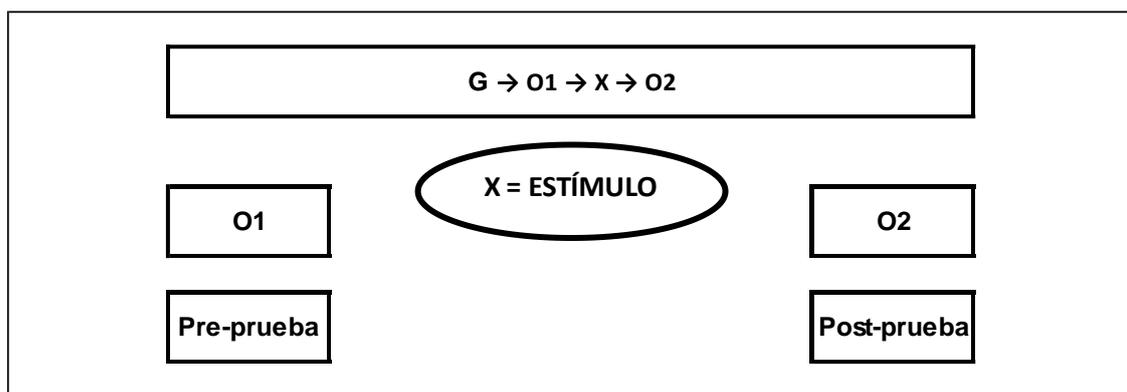
2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este proyecto es un estudio del tipo aplicado

Diseño de la investigación

La investigación tiene un diseño Pre-experimental la cual cuenta con una Pre-prueba y una post-prueba, porque modificará la variable independiente (Mejora en la Gestión de mantenimiento) y así obtenemos un cambio en la variable dependiente (Disponibilidad). Es decir, a un grupo (G) es evaluado, previamente a la aplicación del estímulo, luego se interviene y se presenta una prueba después del estímulo.



Grupo experimental (G) : Gestión de mantenimiento

O1 : Disponibilidad antes de la implementación de mejoras

X : Propuesta e implementación de mejoras

O2 : Disponibilidad después de la implementación de mejoras

2.2 Variables, operacionalización

- **Mejora en la Gestión de mantenimiento** / Variable independiente (Cuantitativa), La gestión de mantenimiento es el arte o la ciencia de gestionar los recursos de mantenimiento. También se dice que es el arte de la forma de administrar para mantener nuestros activos físicos y equipos en correcto estado y condiciones (Angeles, 2018)
- **Disponibilidad** / Variable dependiente (Cuantitativa), Es una manera de medir el tiempo que un equipo puede estar funcionando sin fallas. (Emerson, 2014).

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Mejora de la Gestión de Mantenimiento	La gestión de mantenimiento es el arte o la ciencia de gestionar los recursos de mantenimiento. También se dice que es el arte de la forma de administrar para mantener nuestros activos físicos y equipos en correcto estado y condiciones (Angeles, 2018)	Se incluye las dimensiones		
		Planear	Cantidad de actividades propuestas	Razón
		Hacer y verificar	$\frac{\text{Cantidad de actividades ejecutadas}}{\text{Cantidad de actividades propuestas}}$	
		Actuar:	Cantidad de Procedimientos estandarizados	
		Mantenimiento Correctivos(IMC)	$\frac{\text{Horas Mantenimiento Correctivos}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	
		Eficiencia Trabajo Mantenimiento (ETM)	$\frac{\text{Nro Ordenes Trabajo Fuera Tiempo}}{\text{Total Ordenes Trabajo}}$	
		Costo	$\frac{\text{Total Horas Mantenimiento}}{\text{Costo Mano Obra Mantenimiento}}$	
		Capacitaciones	$\frac{\text{Horas Capacitación Mantenim}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	
Disponibilidad de Flota	Método de calcular el tiempo que una maquinaria puede trabajar sin que falle (Emerson, 2014)	Se incluye las dimensiones:		
		Disponibilidad en Horas	$\frac{(\text{Horas Totales} - \text{Horas Parada})}{\text{Horas Totales}}$	Razón
		Tiempo medio para poner en marcha (TMPM, MTBF)	$\frac{\text{Horas Totales Paradas}}{\text{Número de paradas}}$	Razón
		Tiempo medio entre Paradas (TMEP, MTTR)	$\frac{\text{Horas Totales del Periodo}}{\text{Cantidad de Paradas}}$	Intervalo

ELABORACIÓN PROPIA

2.3 Población y muestra

Población

La población fue conformada por 12 equipos de la flota auxiliar.

Muestra

Con respecto al tamaño de la muestra, se tomará la totalidad de equipos que forman parte de la población: $n = 12$ equipos

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

Objetivo	Técnica	Instrumento
Determinar el estado actual de la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera de La Libertad.	Análisis Documental	Detalle de incidencias (Ver Anexo A1)
Analizar los resultados de la gestión de mantenimiento actual de la empresa.	Análisis Documental Observación	Detalle de incidencias (Ver Anexo A1) Diagrama de Ishikawa (Anexo B2) y Diagrama de Pareto (Anexo B3)
Implementar un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento respecto del plan de mantenimiento actual.	Observación	Formato de Inspecciones (Ver anexos C1, C2, C3, C4)
Determinar el resultado de disponibilidad de la flota auxiliar una vez implementada la mejora	Análisis Documental	Detalle de incidencias (Ver Anexo A1)

ELABORACIÓN PROPIA

2.5 Procedimiento

Teniendo como prioridad obtener lo planeado para el presente proyecto, daremos uso a las técnicas e instrumentos siguientes:

- Para conocer la situación actual de disponibilidad de la flota auxiliar se dará uso a la técnica de análisis de documentación utilizando como instrumento el Formulario de base de datos de incidencias (Anexo C6).
- Para evaluar los resultados de la gestión de mantenimiento actual se aplicará técnica de análisis de documentación utilizando como instrumento el Formulario de base de datos de incidencias (Anexo C6). Además la técnica de la observación y como instrumentos Detalle de incidencias (Anexo A1), Diagrama de Ishikawa (Anexo B2) y de Pareto (Anexo B3)
- A fin de Implementar un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento respecto del plan de mantenimiento actual se aplicará la técnica de observación y como instrumentos los Formatos de Inspección: Ver Anexos: C1, C2, C3, C4.
- Como parte final se evaluará la disponibilidad de la flota después de haber implementado las mejoras, donde se utilizará la técnica de análisis documental, utilizando como instrumento el formato de **Base de datos de Incidencias**.

(Anexo C7).

2.6 Métodos de análisis de datos

El proyecto requiere obtener cómo al mejorar la variable independiente (mejoras en la gestión de mantenimiento) produce un aumento en la variable dependiente (Disponibilidad de la flota auxiliar) de una empresa minera en La Libertad, los métodos utilizados fueron:

- Deductivo – Inductivo. El proyecto se realizó teniendo en cuenta los parámetros generales dados por la gestión de mantenimiento(estrategia de mantenimiento), la cual no cumplió con lo esperado en el año 2018. Hasta llegar a analizar el origen de lo que lo causa. De igual manera, la ubicación de las causas raíces dió paso a la

generación de mejoras en el sistema con el objetivo de aumentar la disponibilidad de la flota auxiliar.

- Analítico – Sintético el proyecto se basó en determinar: observaciones, cálculos e interpretaciones que permitieron detallar las prioridades del proyecto, estudiando sus propiedades internas hasta entender su relación, y después agregar todos los elementos de análisis pudieron estudiarlo de manera general.

2.7 Aspectos éticos

En el presente proyecto, se respetará la veracidad de los resultados y la privacidad de la información, con la confiabilidad de los resultados obtenidos por los controles implementados, así mismo se centra netamente en la mejora de la disponibilidad de la flota y no en la difusión de los equipos que operan en una empresa minera en La Libertad.

III. RESULTADOS

3.1 Determinación del estado actual de la disponibilidad

3.1.1. Acerca de la empresa

Barrick Gold Corporation es la multinacional minera dedicada a la extracción de oro más grande del mundo, con sede en la ciudad canadiense de Toronto. Tiene más de 23 minas operativas en América, África y Oceanía.

La mina **Lagunas Norte** está ubicado en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, en la zona norte del país a una altura entre 3700 y 4200 msnm.

Lagunas Norte aporta con el desarrollo social y económico de La Libertad, no solo por la generación de puestos de trabajos directos e indirectos sino también por sus altos estándares de seguridad, cuidado del medio ambiente y empleo de tecnología de última generación la han convertido en la mina aurífera más moderna del país.



Fig. 2.1 – Barrick Lagunas Norte. Fuente: Web Barrick Latam

Organización de la Empresa.

El compromiso de la empresa es llevar a cabo sus operaciones llevando sus negocios de acuerdo con los más altos estándares éticos y en concordancia a todas las leyes y reglamentos vigentes.

Con respecto al organigrama de la empresa se tiene lo siguiente:



Figura 1. Organigrama Minera Barrick

Fuente: Datos de la empresa

3.1.2. Inventario de Equipos Actuales

Los equipos con los que la empresa cuenta actualmente, son los siguientes tipos

Tabla 1.Familia de Flota

<i>Familia</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Cargador Frontal</i>	1
<i>Camiones Auxiliares</i>	5
<i>Gruas</i>	2
<i>Rodillo Compacto</i>	1
<i>Camiones de Emergencia</i>	2
<i>Cisternas de Agua</i>	1
<i>Total</i>	12

Fuente: Datos de la empresa

En concordancia a lo señalado en la tabla anterior, se puede notar que existen un total de 12 equipos, donde se tiene una mayor cantidad de Camionetas Auxiliares.

A continuación, se muestra en específico la maquinaria en la siguiente tabla

Tabla 2: inventario de equipos

FAMILIA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	ESTADO
Cargador Frontal	CFX010	CARGADOR AUXILIAR	KOMATSU	OPERATIVO
Camiones Auxiliares	CAX010	CAMIÓN DE SERV.	VOLVO	OPERATIVO
	CAX012	CAMIÓN DE SERV.	VOLVO	OPERATIVO
	CAY014	CAMIÓN DE SERV.	VOLVO	OPERATIVO
	CAY018	CAMIÓN DE SERV.	VOLVO	OPERATIVO
	CAZ020	CAMIÓN DE SERV.	VOLVO	OPERATIVO
Gruas	GRX030	BOOM TRUCK	NATIONAL	OPERATIVO
	GRX033	BOOM TRUCK	NATIONAL	OPERATIVO
Rodillo Compacto	RCY020	RODILLO	DYNAPAC	OPERATIVO
Camiones de Emergencia	CEX015	MATPEL	INTERNATIONAL	OPERATIVO
	CEY025	MATPEL	INTERNATIONAL	OPERATIVO
Cisterna de Agua	CAY001	CISTERNA	VOLVO	OPERATIVO

Fuente: Datos de la empresa

Los equipos mostrados se encuentran ubicados en el área de maestranza

3.1.3. Análisis de Fallas de Equipos

De acuerdo a la información obtenida de la empresa, en el lapso de Abril a Julio del 2018 se pudieron identificar las siguientes fallas en cada equipo, que resumidas se muestran en el cuadro siguiente

Tabla 3. . Listado de Fallas

Tipo de Falla	CAX010	CAX012	CAY001	CAY014	CAY018	CAZ020	CEX015	CEY025	CFX010	GRX030	GRX033	RCY020	Total General
FALLA EN MOTOR	438.7	185.4	84.5					353					1061.6
FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	214.5		143.7		464.4		64.5		115.3				1002.4
SISTEMA ELÉCTRICO		145.8				223.6		268				342	979.4
FALLA EJE AUTOMOTRIZ				370.8						467.4			838.2
CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE		59					59.2	98	333.3		236.2		785.7
CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE						54.1	66	57	210.4		281.5		669
LUMINARIAS	180.3		60		319.3		68.2						627.8
RUEDAS Y FRENOS		274.9				285.6	60.5						621
Total General	833.5	665.1	288.2	370.8	783.7	563.3	318.4	776.0	659.0	467.4	517.7	342.0	6585.1

Fuente: Anexo A1.

En la tabla anterior puede verse que la mayor cantidad de fallas se centra en: fallas de motor y falla de bomba de combustible. La Figura siguiente muestra en forma gráfica un comparativo por tipo de fallas

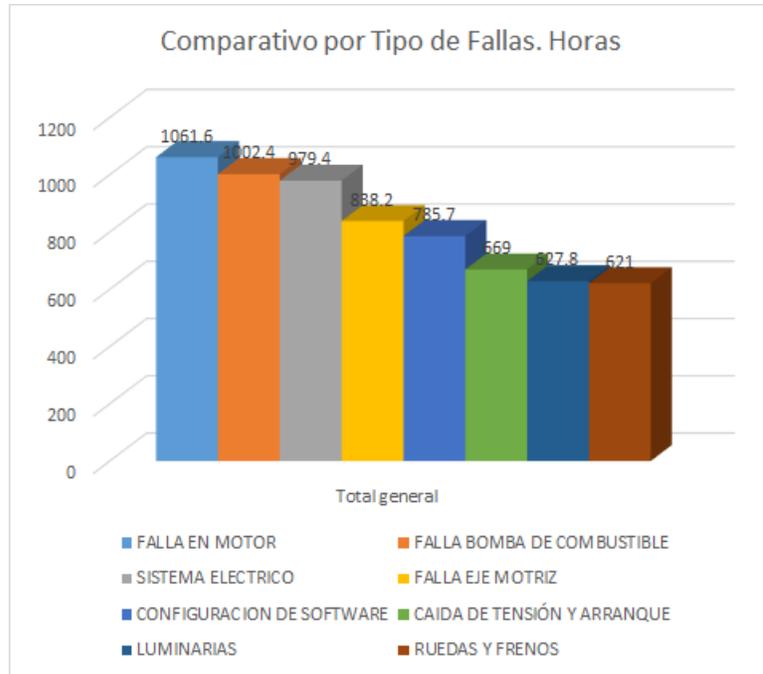


Figura 2. Comparativo por Tipo de Fallas en Horas

La menor cantidad corresponde a las Ruedas y frenos con aproximadamente 621 horas. En la tabla siguiente se puede apreciar en forma de porcentaje un Comparativo por tipo de falla

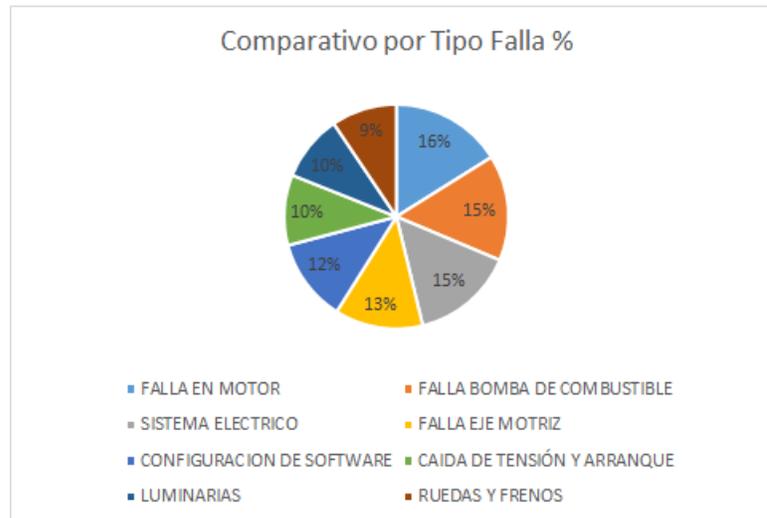


Figura 3. Comparativo % por Tipo de Falla

Note que entre las fallas de motor, falla de bomba y sistema eléctrico se tienen alrededor del 46% del total de fallas.

3.1.4. Disponibilidad Actual de los Equipos

En la tabla siguiente se proporciona una estadística, correspondiente a los meses de Julio a Diciembre del 2018, sobre los equipos y las horas que estuvieron sin operatividad.

A partir de este cuadro se obtendrán los indicadores propuestos sobre disponibilidad de la flota en estudio, que como se indicó consta de 12 equipos principales.

El periodo indicado (01/07/2018 – 31/12/2018), seis meses se refieren a un tiempo neto programado (TNP) de 2,880 horas, donde se está tomando en cuenta 24 días mensuales y una media de 20 horas de trabajo.

Se debe tomar en cuenta que se toma una media de 20 horas semanales, en preparación de equipos que se refiere a 80 horas al mes lo cual da en medio año un total de 480 horas esto corresponde al mantenimiento programado.

El tiempo para reparar (TTR) sería el número de horas utilizadas para subsanar el fallo, donde el tiempo de operación (TBF) es la cantidad de horas de trabajo sin interrupciones, esto nos da:

$$\mathbf{TBF = TNP - (MP+TTR)}$$

Donde

TBF = Tiempo entre fallas

TNP = Tiempo Neto Programado

MP = Mantenimiento Programado

TTR = Tiempo Para Reparar

De esta manera se tienen los siguientes valores obtenidos para el índice de disponibilidad de equipos.

En la tabla siguiente se puede ver el cálculo de los indicadores de mantenimiento

Tabla 4. Cálculo de la Disponibilidad de Equipos

N°.	VEHÍCULO	Horas de Trabajo	Tiempo de paradas (Horas)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	DISPONIBILIDAD	MTTR (Horas / Falla)	MP + TTR (Mant. Programa + Tiempo de paradas)	MTBF (Horas falla)
1	CAX010	2880	833.5	13	480	65.3%	64.12	1313.50	120.5
2	CAY018	2880	783.7	12	480	67.3%	65.31	1263.70	134.69
3	CEY025	2880	776.0	10	480	67.7%	77.60	1256.00	162.4
4	CAX012	2880	665.1	10	480	72.3%	66.51	1145.10	173.49
5	CFX010	2880	659.0	10	480	72.5%	65.90	1139.00	174.1
6	CAZ020	2880	563.3	10	480	76.5%	56.33	1043.30	183.67
7	GRX033	2880	517.7	9	480	78.4%	57.52	997.70	209.14
8	GRX030	2880	467.4	8	480	80.5%	58.43	947.40	241.58
9	CAY014	2880	370.8	7	480	84.6%	52.97	850.80	289.89
10	RCY020	2880	342.0	7	480	85.8%	48.86	822.00	294
11	CEX015	2880	318.4	5	480	86.7%	63.68	798.40	416.32
12	CAY001	2880	288.2	3	480	88.0%	96.07	768.20	703.93
TOTAL			6585.1	104	5760	77.14%	64.44		258.64

Fuente: Anexo A1 y Tabla 4

El "Tiempo Medio Para Reparar" (MTTR) es el tiempo promedio que nos toma reparar algo después de ocurrida una falla, en el equipo RCY020 es 48.86 Horas.

Tal como se aprecia en la tabla 4, la disponibilidad media de la flota es de alrededor de 77%. Adicional a eso se han identificado 104 fallas en el lapso del proyecto.

En la figura 4 se observa un comparativo de la disponibilidad por equipos en forma porcentual

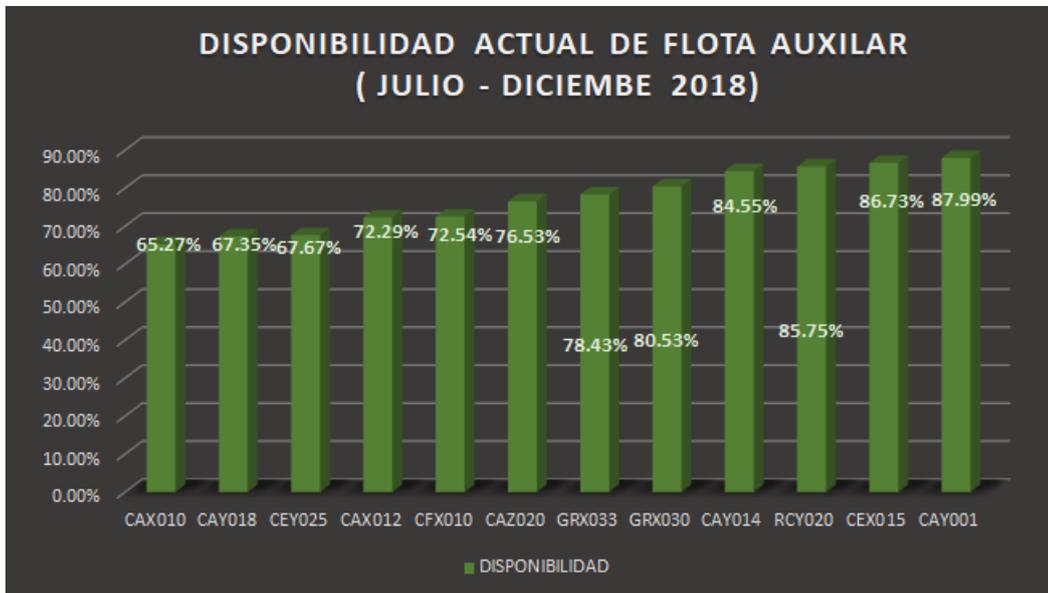


Figura 4. Disponibilidad de Equipos

Fuente: Tabla 5

Note que la disponibilidad más baja descansa en el Equipo CAX010 con 65.27%

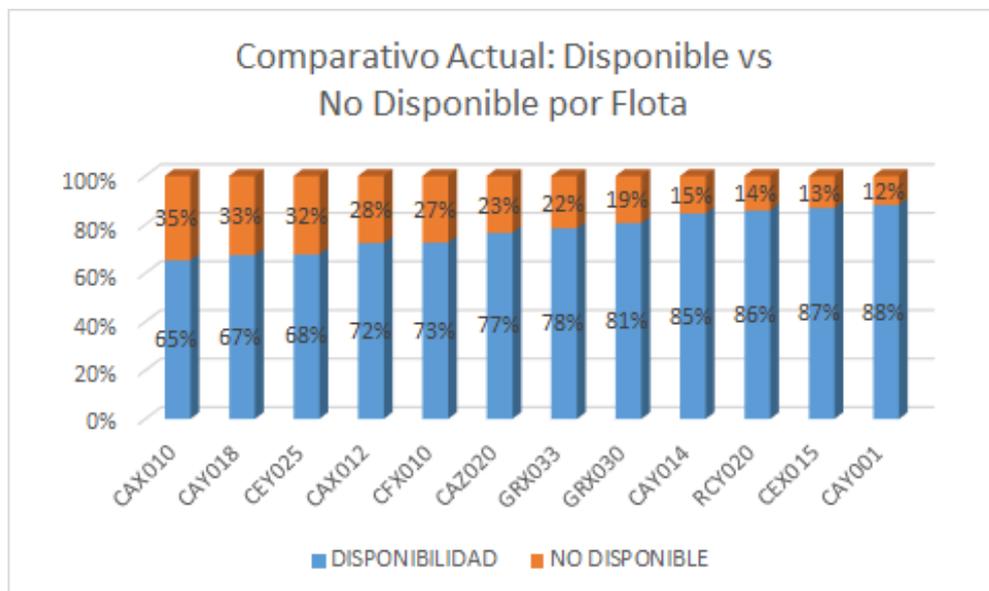


Figura 5. Comparativo Disponibilidad y no Disponibilidad de Equipo

Fuente: Tabla 5

El equipo con mayor disponibilidad es el CAY001 (89%) mientras, en el otro lado, con menor disponibilidad se puede apreciar al CAX010 con solo 65% disponible.

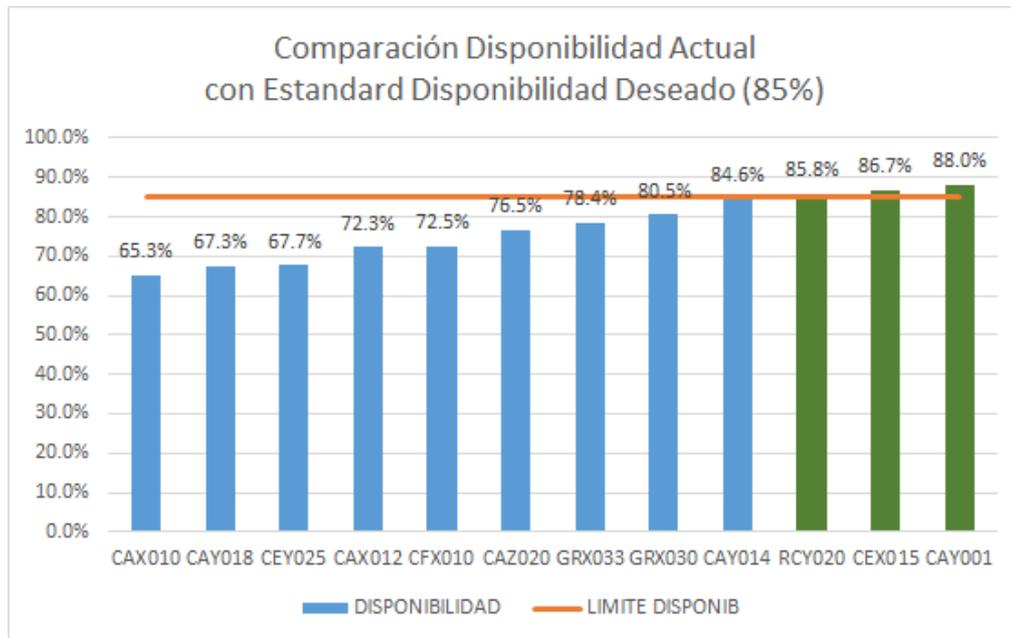


Figura 6. Comparación Disponibilidad Actual de Equipos y Estandar Deseado

Fuente: Tabla 5

Se puede apreciar que solo 3 equipos de la flota superan el estandar deseado por la organización (RCY020, CEX015, CAY001), los cuales representan el 25% del total de equipos analizados.

3.1.5. Cálculo de los Indicadores

Se tomará de base referencial los valores de los equipos críticos

Tabla 5. Indicadores de Mantenimiento Actuales obtenidos

Indicador	Valor
Disponibilidad	77.14%
Tiempo Promedio entre Paradas (MTTR)	64.44
Tiempo Promedio entre Fallas	258.64

Fuente: Tabla 5

3.2 Evaluación del gestión de mantenimiento actual de la empresa

3.2.1. Conociendo la Gestión de Actual de Mantenimiento

Esto se realizó evaluando los siguientes indicadores:

- Indicador de Mantenimiento Correctivos(IMC)
- Indicador de Eficiencia Trabajo Mantenimiento (ETM)

Los datos fueron tomados corresponden al período de Julio a Diciembre del 2018

a. Indicador de Mantenimiento Correctivo (IMC)

Para ello se tomaron las siguientes variables:

Horas Mantenimiento Correctivo

Total Horas Mantenimiento

En el cuadro siguiente veremos el cálculo respectivo del indicador cuyo promedio es 19.05%

Tabla 6. Indicador de Mantenimiento Correctivo

Mes	Horas Parada	Horas Programadas	IMC
Julio	761	5,760	13.21%
Agosto	706	5,760	12.25%
Setiembre	1,166	5,760	20.24%
Octubre	1,272	5,760	22.09%
Noviembre	1,419	5,760	24.63%
Diciembre	1,262	5,760	21.91%
	6,585	34,560	19.05%

Fuente: Anexo A1

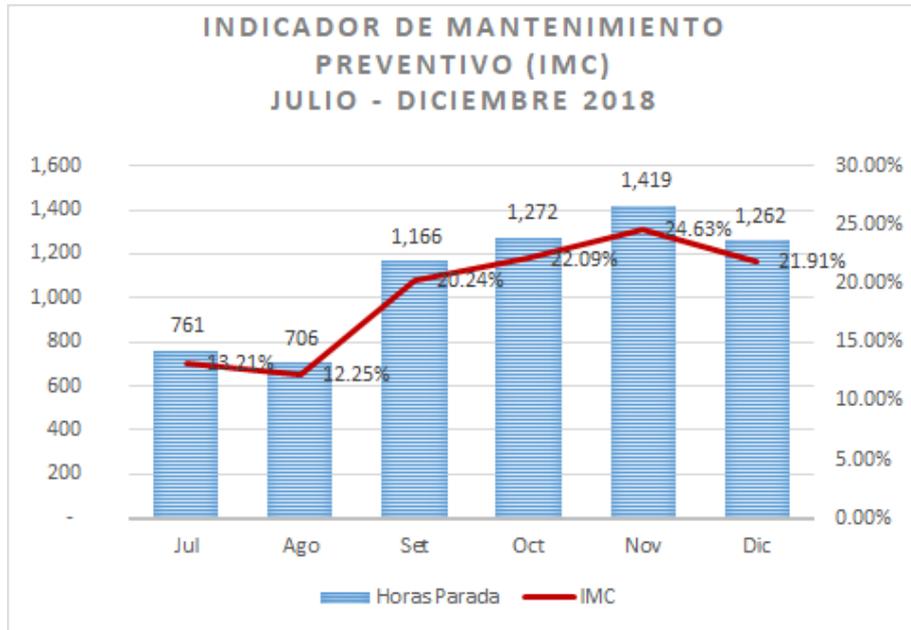


Figura 7. Evolución del IMC Mensual

Fuente: Tabla 6

Como puede apreciarse el porcentaje del IMC ha ido en crecimiento aproximado del 8.6%. En Julio era 13.21% y en Diciembre llega, 21.91%.

b. Indicador de Eficiencia de Trabajo en Mantenimiento (ETM)

Para ello se tomaron las siguientes variables:

Nro Ordenes Trabajo Fuera Tiempo

Total Ordenes Trabajo

En el cuadro siguiente veremos el cálculo respectivo del indicador cuyo promedio es 23.4%

Tabla 7. Indicador de Eficiencia de Mantenimiento

Mes	OT Fuera Tiempo	Total OT	ETM
Julio	2	12	16.7%
Agosto	3	14	21.4%
Setiembre	4	16	25.0%
Octubre	4	16	25.0%
Noviembre	5	19	26.3%
Diciembre	5	17	29.4%
	23	94	24.5%

Fuente: Anexo A1

Veamos la siguiente figura que muestra gráficamente el IEM.

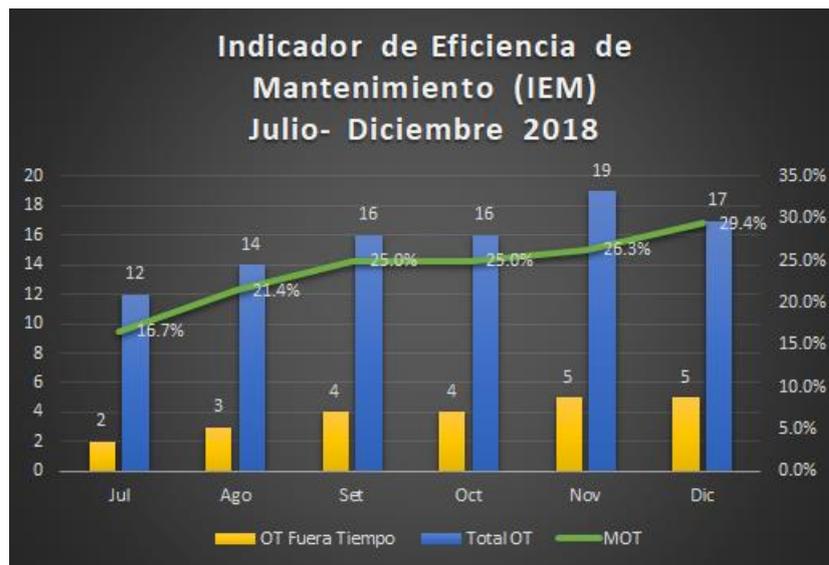


Figura 8. Indicador de Eficiencia Mantenimiento

Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse el porcentaje del IEM ha ido en crecimiento aproximado del 12.7%. En Julio era 16.7% y en Diciembre llega al 29.4%

3.2.2. Identificación de Causas.

Para identificar las causas que están afectando la gestión de mantenimiento, se realizó una encuesta a 8 observadores (Ver Anexo A2).

Cada uno de los observadores definieron para cada causa (Puntuación del 1 al 3) un valor, en donde el valor mayor responde a una causa mayor en la incidencia de la productividad.

Las causas identificadas para el fin se pueden observar en el diagrama causa efecto de la figura siguiente:

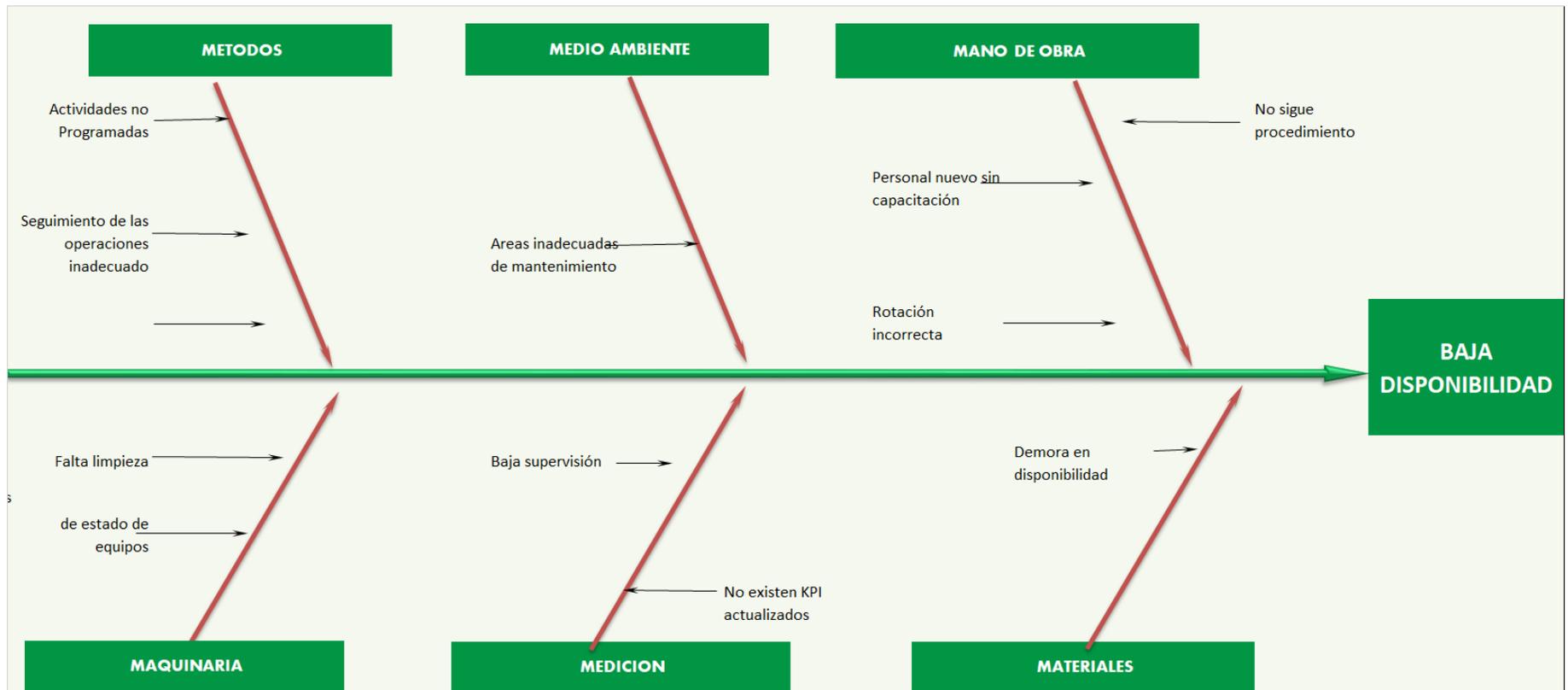


Figura 9. Diagrama Ishikawa de Disponibilidad de Equipos

Fuente: Anexo A2

La mayor cantidad de causas se concentra en los métodos y en la mano de obra.

3.2.3. Elaboración de Matriz de Priorización de Causas.

Se ha preparado la tabla de matriz de priorización en función a las respuestas tenidas en el Anexo A2.

Se procedió a tabular cada causa con su puntaje respectivo y luego se ordenaron de mayor a menor

A continuación se muestra el resultado obtenido.

Tabla 8. Matriz de Priorización de Causas

Causa	Puntaje
Falta de instructivos	38
Personal nuevo sin capacitación	37
No existe control de estado de equipos	36
No existe KPI actualizados	33
No sigue procedimiento	29
Actividades no Programadas	19
Falta Limpieza	12
Rotación incorrecta	11
Baja supervisión	11
Áreas inadecuadas de mantenimiento	11
Demora en disponibilidad	10

Fuente: Anexo A2

En concordancia a los valores obtenidos en la tabla anterior, podemos observar que las causas principales obtenidas se centran en dos: La falta de instructivos y lo no existencia de KPI que permitan determinar alertas inmediatas del manejo de la gestión de mantenimiento

A fin de priorizar las causas encontradas se utilizó el diagrama de Pareto, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 9:

Tabla 9. Priorización de Causas

Causa	Puntaje	%	% Acumulado
Falta de instructivos	38	15.4%	15.4%
Personal nuevo sin capacitación	37	15.0%	30.4%
No existe control de estado de equipos	36	14.6%	44.9%
No existe KPI actualizados	33	13.4%	58.3%
No sigue procedimiento	29	11.7%	70.0%
Actividades no Programadas	19	7.7%	77.7%
Falta Limpieza	12	4.9%	82.6%
Rotación incorrecta	11	4.5%	87.0%
Baja supervisión	11	4.5%	91.5%
Áreas inadecuadas de mantenimiento	11	4.5%	96.0%
Demora en disponibilidad	10	4.0%	100.0%

Fuente: Tabla 4

El 78.4% de las causas se centra en 5 causas, las cuales servirán de insumo principal para la mejoras que se aplicaron, como se verá más adelante en el contenido del informe.

A partir de la tabla anterior, se ha elaborado el Diagrama de Pareto, en forma gráfica, en donde claramente se podrá confirmar las causas que superan el 75% de porcentaje establecido.

Veamos la gráfica siguiente:

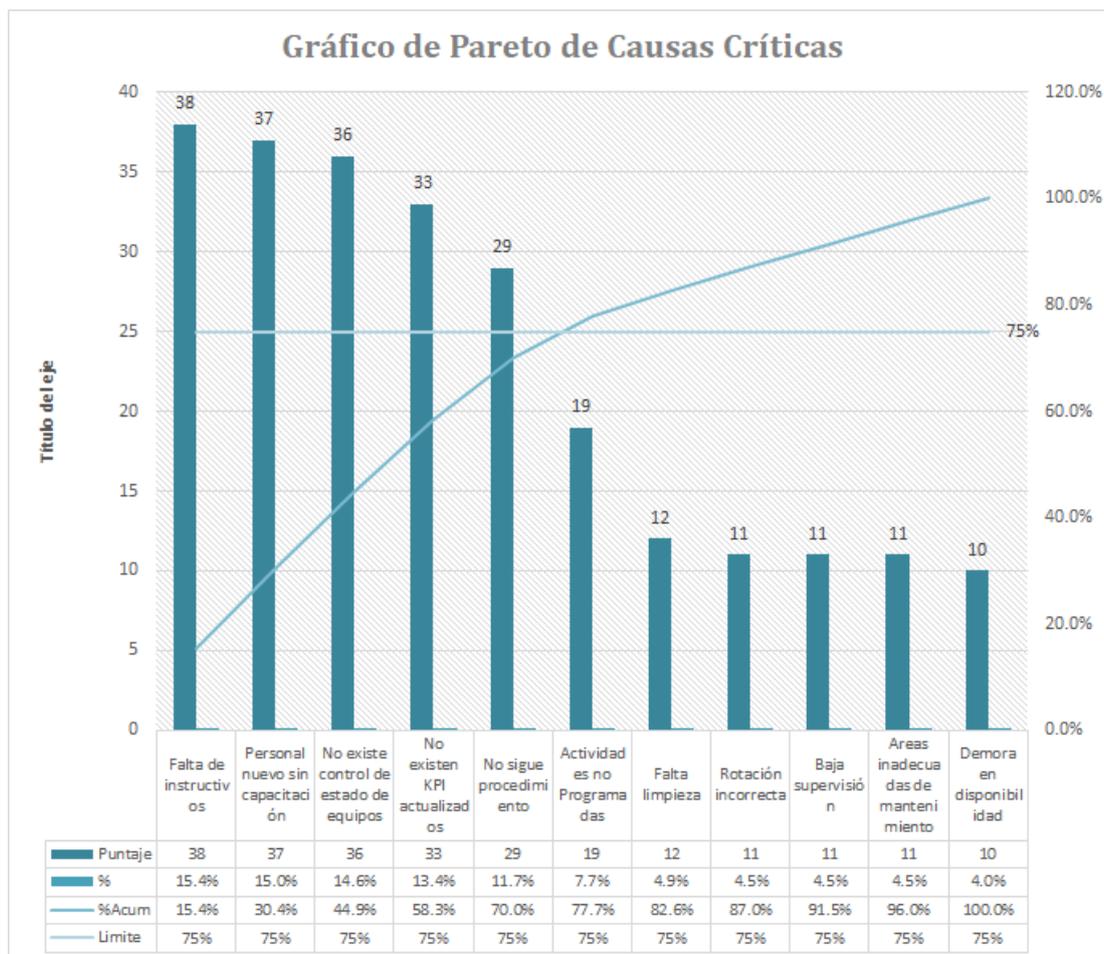


Figura 10. Gráfico de Pareto

Fuente: Tabla 4

Como puede apreciarse en el cuadro de Pareto encontramos 5 causas que afectan directamente a la productividad del área en estudio y en estas la organización debe poner todo su empeño. Estas causas superan la línea base (>75%) de total de causas definidas en el formato de Causas y Problemas (Anexo A2)

Estas cinco causas pueden verse en la tabla 10.

Tabla 10. Tabla de Causas Seleccionadas

Causa	Puntaje	%	% Acumulado
Falta de instructivos	38	15.4%	15.4%
Personal nuevo sin capacitación	37	15.0%	30.4%
No existe control de estado de equipos	36	14.6%	44.9%
No existe KPI actualizados	33	13.4%	58.3%
No sigue procedimiento	29	11.7%	70.0%

Fuente: Tabla 4

A partir de las causas mostradas en la tabla anterior se procedió a planificar e implementar las mejoras en la gestión de mantenimiento, como se verá a continuación.

3.3. Implementar un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento respecto del plan de mantenimiento actual.

3.3.1. Planificando Mejoras

a. Causas principales que afectan a la gestión

Luego de haber definido las causas principales que se están afectando a la gestión de mantenimiento pasaremos a proponer las mejoras respectivas.

Estas son las causas encontradas en la etapa anterior y sobre la cual se realizarán las mejoras respectivas:



Figura 11. Causas principales sobre las que se aplicará las mejoras

Fuente: Tabla 10

b. Propuesta de Mejoras en el Proceso

Tabla 11. Propuesta General de Mejoras

Causa	Problema	Acción de Mejora	Responsable
Falta de instructivos	Al no contar con una guía rápida no se realizan las tareas adecuadamente	Creación instructivos Tablero Comando	Jefe Dpto Mantenimiento de Mina Analista de Mantenimiento
Personal nuevo sin capacitación	Personal nuevo desconoce labores	Inducción en labores	Jefe Dpto. Mantenimiento de Mina Supervisor Mantenimiento
No existe control de estado de equipos	No hay una bitácora o alertas de estado de mantenimiento de equipos	Elaborar un CheckList Seguimiento Tablero de Comando	Supervisor Mantenimiento
No existen KPI actualizados	Los KPI establecidos no permiten hacer seguimiento general a la gestión	Actualización de Tablero de Comando	Jefe Dpto. Mantenimiento de Mina Analista de Mantenimiento
No sigue procedimiento	Procedimiento debe incluir acciones de penalización para hacer las tareas en el momento oportuno y correctamente	Elaborar CheckList Seguimiento Actualizar Procedimiento	Jefe Dpto. Mantenimiento de Mina Analista de Mantenimiento

Fuente: Tabla 10

c. Acciones de Mejora

Tabla 12. Matriz Mejoras vs Problemas

Problema \ Mejora	Falta de instructivos	Personal nuevo sin capacitación	Falta control estado equipos	No existen KPI actualizados	No sigue procedimiento	Total
Creación de Instructivos	X			X		2
Inducción de Labores		X				1
Tablero de Comando	X		X	X		3
CheckList Seguimiento			X		X	2
Actualizar Procedimiento	x				X	2

Fuente: Tabla 11

De acuerdo al cuadro anterior se aplicarán las siguientes mejoras (los que están presentes en 2 causas por lo menos)

Tabla 13. Tabla de Mejoras a realizar

Nro. Mejora	Mejora a Realizar
M01	Creación de Instructivos
M02	Tablero de Comando
M03	CheckList Seguimiento
M04	Actualizar Procedimiento

Fuente: Tabla 12

3.3.2. Haciendo las Mejoras Propuestas

3.3.2.1. Mejora M01: Creación de Instructivos

En la figura siguiente mostramos los pasos a seguir para la creación de instructivos para el mantenimiento preventivo



Figura 12. Pasos para elaboración de instructivos

Fuente: elaboración propia

La cartilla de instrucciones en resumen en brindar una lista de acciones, bajo 2 aspectos puntuales que se aprecian en la tabla siguiente:

Tabla 14. Tabla de Labores de instructivo

	INSPECCIÓN
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fuente: elaboración propia

La cartilla se preparó cubriendo los 2 aspectos mencionados anteriormente, y que deberán redundar en la Mejora de la Gestión, ya que servirán como punto de partida para la aplicación de un Checklist de cumplimiento y determinación de la misma mediante los KPI de control a implementar.

El detalle de la cartilla propuesta puede ser visualizada en anexo D1

3.3.2.2. Mejora M02: Tablero de Comando

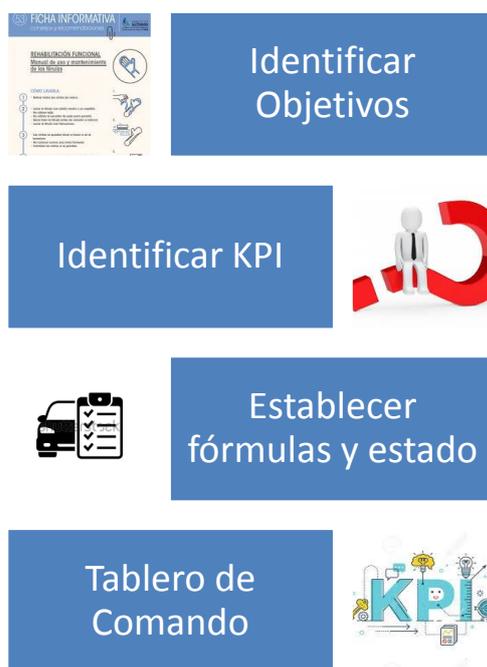


Figura 13. Pasos para elaboración de Tablero de Comando

Fuente: elaboración propia

Los objetivos identificados son:

- Objetivo 01: Controlar la Cantidad de Mantenimientos Correctivos
- Objetivo 02: Medir la Eficiencia de los trabajos de mantenimiento
- Objetivo 03: Determinar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento
- Objetivo 04: Conocer el nivel de capacitación del Personal de Mantenimiento

Los KPI fueron identificados como parte de la medición de los objetivos planteados en el punto anterior:

- Objetivo 01: Indicador Mantenimiento Correctivo (IMC)
- Objetivo 02: Indicador Eficiencia de mantenimiento (IEM)
- Objetivo 03: Indicador de Gestión de Inspecciones (IGI)
- Objetivo 04: Indicador de Capacitación de mantenimiento (ICM)

Las fórmulas de los indicadores, así como los estados de los indicadores se pueden observar en la tabla siguientes:

Tabla 15. Indicadores de Gestión de Mantenimiento

#	Objetivo	Indicador	Fórmula	Estado
O1	Controlar la Cantidad de Mantenimientos Correctivos	Indicador Mantenimiento Correctivo (IMC)	$\frac{\text{Horas Mantenim. Correctivos}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	<8% 8-10% >10%
O2	Medir la Eficiencia de los trabajos de mantenimiento	Indicador Eficiencia de mantenimiento (IEM)	$\frac{\text{Nro Ord.Trabajo FueraTiempo}}{\text{Total Ordenes Trabajo}}$	<5% 5-7% >7%
O3	Determinar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento	Objetivo 03: Indicador de Gestión de Inspecciones (IGI)	$\frac{\text{Total Inspecciones Observadas}}{\text{Total Inspecciones CheckList}}$	<3% 3-5% >10%
O4	Conocer el nivel de capacitación del Personal de Mantenimiento	Indicador de Capacitación de mantenimiento (ICM)	$\frac{\text{Horas Capacitación Mantenim}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	>4% 4-6% <6%

Fuente: datos de la empresa

3.3.2.3. Mejora M03: CheckList de Seguimiento

Se definieron los siguientes pasos para la elaboración del CheckList de Seguimiento de actividades de la Gestión de Mantenimiento



Figura 14. Pasos para elaboración CheckList de Seguimientos

Fuente: elaboración propia

En cuanto a las labores definidas podemos mencionar:

- Aceite de Motor
- Refrigerante
- Sistema de Combustible
- Nivel del DEF
- Humo
- Filtro de Aire
- Luces de Advertencia
- Válvula del Turbo Compresor
- Registros de Mantenimiento

Se obtuvieron las tareas por cada labor, por ejemplo para el caso de Aceite de Motor, podemos ver las tareas en la tabla 16.

Tabla 16. Tareas para la Labor de Aceite de Motor

Labor	Tarea
Aceite de Motor	Realiza revisión de aceite
	Cambio de aceite
	Revisó posibles fugas de aceite

Fuente: elaboración propia

El formato de checklist para controlar la Gestión de mantenimiento puede observarse en el Anexo C7.

3.3.2.4. Mejora M04: Actualizar Procedimiento

Estos son los pasos para proceder a la actualización y cumplimiento del procedimiento



Se procedió a revisar el contenido del procedimiento de mantenimiento y este consta de las siguientes actividades:

- Preparación
- Orden y limpieza
- Lavado del vehiculo
- Pruebas iniciales
- Limpieza de componentes eléctricos
- Etiquetado
- Muestras de aceite
- Inspección de motor diesel
- Cambio de flitro de combustible y sneider
- Inspección del acoplamiento de dirección
- Cambio de filtro de agua del sistema de refrigeración.
- Revisión de parte eléctrica

Dentro de los ajustes realizados, que ayudarán a mejorar la gestión del mantenimiento, se encuentra la incorporación de Indicadores de gestión que permitirán evaluar la gestión del mantenimiento.

Tabla 17. Indicadores para actualización de procedimiento

#	Objetivo	Indicador	Fórmula	Estado
O1	Determinar la eficiencia del procedimiento	Indicador de Eficiencia de Procedimiento (IEP)	$\frac{\text{Mant. Preventivos Efectuados}}{\text{Mant. Preventivos Programados}}$	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"> >100% 95- 100% <95% </div>
O2	Determinar la correcta aplicación del procedimiento	Indicador de Ejecución de Procedimiento (IEP)	$\frac{\text{Nro Activid Efectuadas}}{\text{NroActividadesProcedimeinto}}$	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px;"> <5% 5-7% >7% </div>

Fuente: elaboración propia

La versión final del procedimiento actualizado se encuentra en el Anexo D2

3.3.3. Verificando Mejoras Propuestas

A. Creación de Instructivos

Luego de implementar el instructivo

			Nro páginas: 12
INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DE LA FLOTA AUXILIAR			

INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DE FLOTA AUXILIAR.

En la figura siguiente se procede a realizar la aplicación del instructivo respectivo



Figura 15. Aplicación de Instructivos

Fuente: elaboración propia

B. Elaborar Tablero de Comando

De acuerdo a lo establecido, en la fase anterior, y el anexo del documento de aprobación (Anexo D3), se procedió a la evaluación del tablero de comando propuesto.

En la figura siguiente se puede observar una evaluación del tablero de comando efectuado por el personal de mantenimiento.



Figura 16. Evaluación de Indicadores de gestión

Fuente: elaboración propia

En lo referente a la verificación de la aplicación de los indicadores de gestión se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 18. Inspecciones para Aplicación de Indicadores de Gestión

Fecha de Aplicación	Indicadores propuestos	Indicadores evaluados	Avance
Del 06/05/2019 al 10/05/2019	4	4	100%
Del 13/05/2019 al 17/05/2019	4	4	100%

Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse el tablero de comando se usa correctamente en todas las validaciones efectuadas.

C. CheckList de Seguimiento

El check list elaborado, permitió realizar seguimientos del:

- Instructivo
- Procedimiento

De acuerdo a la siguiente tabla de registro de inspección de la aplicación del instructivo se tiene:

Tabla 19. Inspecciones para Aplicación de Instructivo

Tipo de Inspección	Fecha de Aplicación	Número de Aplicaciones	Aplicación correcta	Avance
Instructivo	Del 06/05/2019 al 10/05/2019	4	3	75%
Instructivo	Del 13/05/2019 al 17/05/2019	4	4	100%
Instructivo	Del 20/05/2019 al 24/05/2019	4	4	100%
Procedimiento	Del 06/05/2019 al 10/05/2019	6	4	68%
Procedimiento	Del 13/05/2019 al 17/05/2019	6	5	81%
Procedimiento	Del 20/05/2019 al 24/05/2019	6	6	100%

Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse la aplicación correcta del instructivo fue más inmediata iniciando con un 75% de aprobación en la semana primera y luego pasó al 100% en su aplicación correcta. En el caso del procedimiento se necesitó a la tercera semana para llegar al 100% de aplicación correcta.

En la figura siguiente se puede observarse las inspecciones realizadas tanto en el instructivo como en el procedimiento



Figura 17. Inspección efectuada

Fuente: elaboración propia

D. Actualizar Procedimiento

Se procedió a la actualización del procedimiento, el cual incluye indicadores de gestión para poder medir el correcto seguimiento de las actividades establecidas en el procedimiento.

A continuación presentamos algunas imágenes de las actividades realizadas a parte de la flota auxiliar:

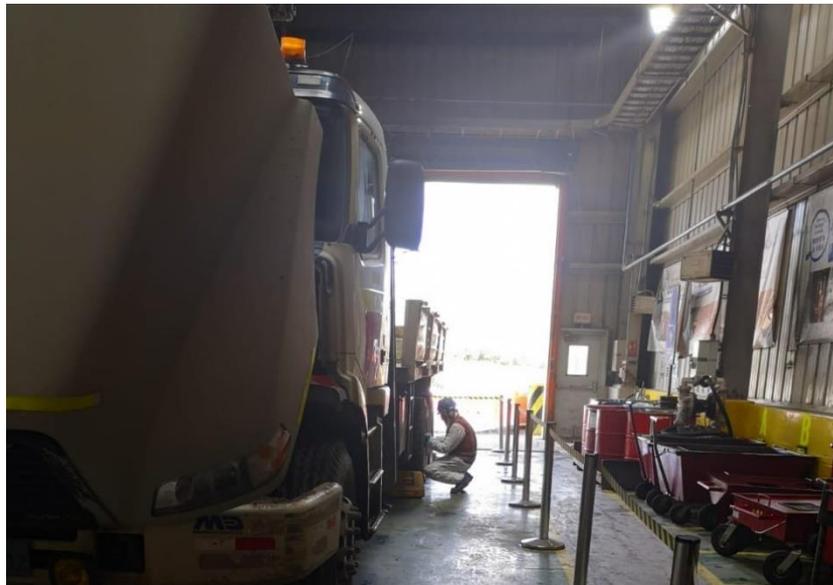


Figura 18. Verificando llantas

Fuente: elaboración propia



Figura 19. Verificando motor

Fuente: elaboración propia

3.4. Determinación del resultado de disponibilidad de la flota auxiliar una vez implementada la mejora

3.4.1. Disponibilidad actual

En la tabla siguiente se muestra una estadística, correspondiente al tiempo del estudio, sobre la flota y las horas que estuvieron sin operatividad.

A partir de este cuadro se obtendrán los indicadores propuestos sobre disponibilidad de la flota en estudio, que como se indicó consta de 12 equipos principales.

Tres meses son equivalentes a un tiempo neto programado (TNP) de 1,440 horas, ya que se toma en cuenta 24 días mensuales y una media de 20 horas laborable.

Recordar que se toma una media de 20 horas semanales, en preparación de equipos que nos da 80 horas mensual. Esto corresponde al mantenimiento programado.

El tiempo para reparar (TTR) vendría a ser la cantidad de horas utilizadas para subsanar un fallo, donde el tiempo de operación (TBF) es el total de horas laboradas sin interrupciones, esto es igual a:

$$\mathbf{TBF = TNP - (MP+TTR)}$$

Donde

TBF = Tiempo entre fallas

TNP = Tiempo Neto Programado

MP = Mantenimiento Programado

TTR = Tiempo Para Repara

De esta manera tenemos los valores calculados para el índice de disponibilidad de equipos.

En la tabla siguiente se puede ver el cálculo de los indicadores de mantenimiento

Tabla 20. Cálculo de la Disponibilidad de Equipos

N°.	VEHÍCULO	Horas de Trabajo	Tiempo de paradas (Horas)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	DISPONIBILIDAD	MTTR (Horas / Falla)	MP + TTR (Mant. Prog. + Tiempo de paradas)	MTBF (Horas falla)
1	CAX010	1440	139.3	4	32	90.11%	34.83	171.30	317.18
2	CAY018	1440	130.3	4	32	90.75%	32.58	162.30	319.43
3	CAX012	1440	126.4	3	32	91.02%	42.13	158.40	427.20
4	GRX033	1440	106.9	3	32	92.41%	35.63	138.90	433.70
5	CAZ020	1440	104.9	3	32	92.55%	34.97	136.90	434.37
6	CEY025	1440	98.6	3	32	93.00%	32.87	130.60	436.47
7	CFX010	1440	93.1	2	32	93.39%	46.55	125.10	657.45
8	CAY014	1440	86.0	3	32	93.89%	28.67	118.00	440.67
9	RCY020	1440	72.7	3	32	94.84%	24.23	104.70	445.10
10	CEX015	1440	66.9	2	32	95.25%	33.45	98.90	670.55
11	GRX030	1440	61.8	2	32	95.61%	30.90	93.80	673.10
12	CAY001	1440	32.1	1	32	97.72%	32.10	64.10	1375.90
TOTAL			1119.0	33	384	93.38%	34.08		6631.12

Fuente: Anexo A3 y Tabla 4

El "Tiempo Medio Para Reparar" (MTTR) es el tiempo promedio que toma reparar algo después de una falla, en el equipo RCY020 es 24.23 Horas.

Tal como se aprecia en la tabla 20, la disponibilidad media de la flota es aproximadamente de 93%. Adicional a eso se han encontrado 33 fallas en el período de investigación.

En la figura 20 se muestra un comparativo de la disponibilidad por equipos en forma porcentual



Figura 20. Disponibilidad de Equipos

Fuente: Tabla 5

Tomar en cuenta que la disponibilidad más baja se da en el Equipo CAX010 con 90.11%

Note que la disponibilidad de todos los equipos supera el nivel deseado del 90% de disponibilidad

3.4.2. Cálculo de los Indicadores

A continuación se presenta los valores de los indicadores obtenidos, posterior a las mejoras en la tabla siguiente:

Tabla 21. Indicadores de Mantenimiento Actuales obtenidos

Indicador	Valor
Disponibilidad	91.07%
Tiempo Promedio entre Paradas (MTTR)	36.29
Tiempo Promedio entre Fallas	1497.50

Fuente: Tabla 5

3.4.3. Conociendo la Gestión de Actual de Mantenimiento

Esto se realizó evaluando los siguientes indicadores:

- Indicador de Mantenimiento Correctivos(IMC)
- Indicador de Eficiencia Trabajo Mantenimiento (ETM)

Los datos fueron tomados corresponden al período de Marzo a Junio del 2019

a. Indicador de Mantenimiento Correctivo (IMC)

Para ello se tomaron las siguientes variables:

Horas Mantenimiento Correctivo

Total Horas Mantenimiento

En el cuadro siguiente veremos el cálculo respectivo del indicador cuyo promedio es 19.05%

Tabla 22. Indicador de Mantenimiento Correctivo

Mes	Horas Parada	Horas Programadas	IMC
Abr	402	5,750	6.99%
May	374	5,750	6.50%
Jun	343	5,750	5.97%
	1,119	17,250	6.49%

Fuente: Anexo A1

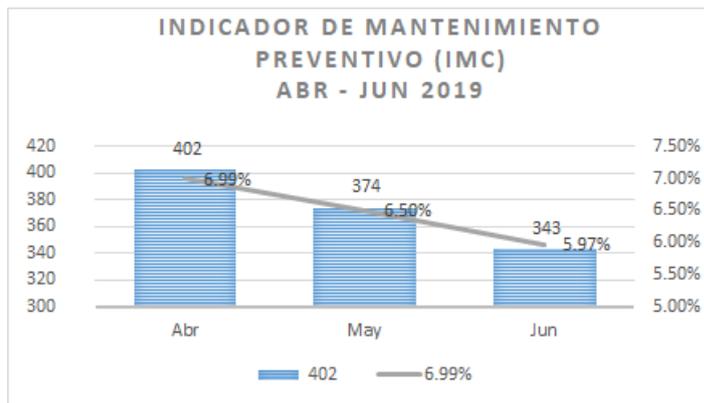


Figura 21. Evolución del IMC Mensual

Fuente: Tabla 6

Como puede apreciarse el porcentaje del IMC ha ido en crecimiento aproximado del 8.6%. En Julio era 13.21% y en Diciembre llega al 21.91%

b. Indicador de Eficiencia de Trabajo en Mantenimiento (ETM)

Para ello se tomaron las siguientes variables:

Nro Ordenes Trabajo Fuera Tiempo

Total Ordenes Trabajo

En el cuadro siguiente veremos el cálculo respectivo del indicador cuyo promedio es 10.5%

Tabla 23. Indicador de Eficiencia Trabajo de Mantenimiento

Mes	OT Fuera de Tiempo	Total, OT	ETM
Abr	1	6	16.7%
May	1	7	14.3%
Jun	0	6	0.0%
	2	19	10.5%

Fuente: Anexo A3

También se puede apreciar la reducción de las ordenes atendidas fuera de tiempo en la siguiente figura:



Figura 22. Indicador ETM posterior a mejora

Fuente: Tabla 23

Se puede apreciar una reducción gradual en las ordenes de trabajo fuera de tiempo, iniciando con un 16.7% y llegando al cumplimiento total con 0% de pendientes.

3.4.4. Evaluando el impacto de la Mejora de la Gestión de Actual de Mantenimiento.

Para realizar la evaluación de la mejora de la gestión se realizó en dos momentos:

- PreTest: Antes de la aplicación de las mejoras
- PostTest: Posterior a la aplicación de las mejoras

A. Indicadores de disponibilidad

En el caso de los indicadores de disponibilidad, se puede observar una serie de mejoras en la tabla siguiente:

Tabla 24. Comparativo de los Indicadores de Mantenimiento

2	%Disponibilidad	Horas Falla	MTTR
Pre Test	77.14%	258.44	64.44
Post Test	93.38%	1497.5	36.29
Mejora	16.24%	-1239.1	28.15

Fuente: Tabla 21 y Tabla 5

Como puede apreciarse se observa una mejora en los indicadores, por ejemplo en el caso de la disponibilidad esta se incrementó en un 93.38%, lo cual significa una mejora del 16.24%.

En el siguiente gráfico se puede ver gráficamente la mejora en la disponibilidad.

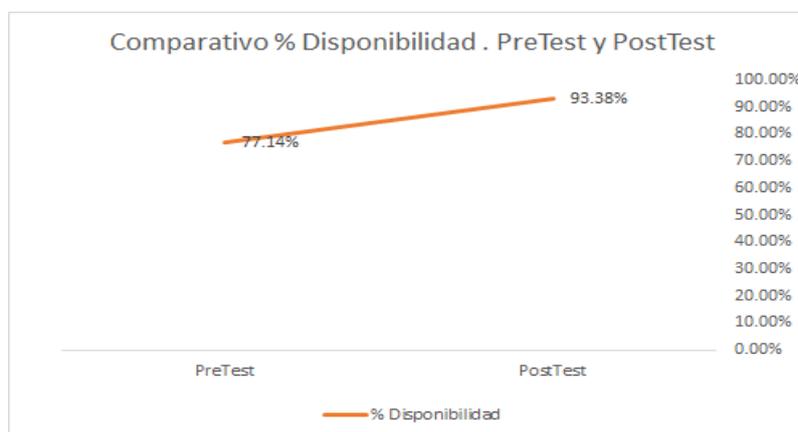


Figura 23. Comparativo Disponibilidad

Fuente: elaboración propia

Note la mejora que pasa del 77.14% al 93.38% con un crecimiento en el indicador de 28.15%.

B. Indicadores de la Gestión de Mantenimiento

De acuerdo a los valores obtenidos, entre el PreTest y Post Test, se puede observar el impacto en la tabla siguiente:

Tabla 25. Impacto de la Gestión de Mantenimiento

Estado	Horas Paradas	Horas Programadas	IMC	OT Fuera Tiempo	Total OT	ETM
Pre Test	6585	34,560	19.05%	23	94	24.47%
Post Test	1119	17,250	6.49%	2	19	10.53%
Impacto			12.57%			13.94%

Fuente: Tabla 22, Tabla 23, Tabla 6 y Tabla 7

Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse en ámbos indicadores el impacto ha sido positivo; llegando en el caso del Indicador de mantenimiento correctivo (IMC) al 12.57% (pasó de un 19.05% y se redujo al 6.49%) y de 13.94% (pasó del 24.47% al 10.53%) en el indicador de Eficiencia de Trabajos de Mantenimiento (ETM).

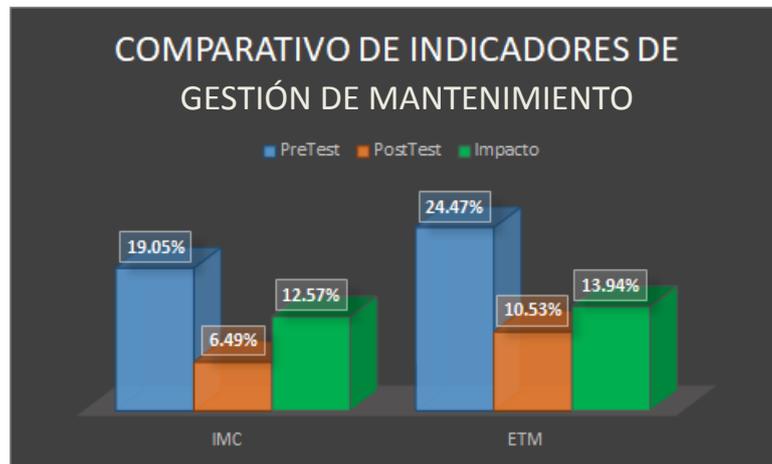


Figura 24. Comparativo PreTest y PostTes Gestión Indicadores

Fuente: Tabla 25

3.4.5. Evaluación de la Disponibilidad a nivel Inferencial

H2: La mejora en la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad

H0: La mejora en la gestión de mantenimiento disminuye la disponibilidad

Tabla 26. Prueba estadística T- Student

Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas				t	gl
		Media	Desv. Desviación	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
				Inferior	Superior		
Par 1	ANTES - DESPUES	0.77	0.95	-1.7159	1.7159	-9.42	11

Fuente: elaboración propia

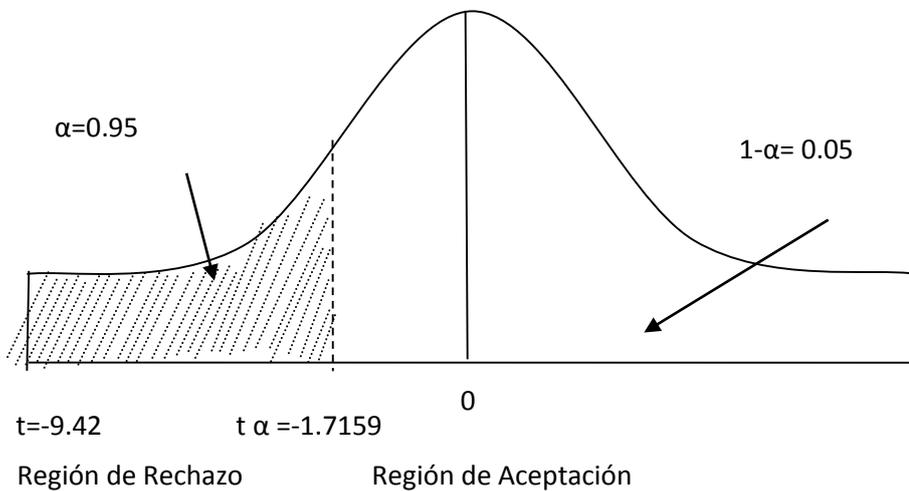


Figura 25. Zona de aceptación o rechazo

Fuente: elaboración propia

Interpretación: Como el resultado de la prueba de T student (-9.42) se encuentra en la región de rechazo (H_0) se da por aprobado la hipótesis H_2 , que dice que la mejora en la gestión de mantenimiento incrementa la disponibilidad

IV. DISCUSIÓN

4.1. El resultado, de obtener el estado actual de la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera de La Libertad, obtenido fue de 77.14%; este valor fue obtenido mediante el análisis documental del detalle de incidencias registradas en la empresa, así mismo se obtuvo un 19.05% en el cálculo del indicador de mantenimiento correctivo. Este análisis concuerda con la investigación realizada por García Mallqui (2016) quien luego de revisar la documentación respectiva encontró un 71.4% de disponibilidad. La disponibilidad es una manera de calcular el tiempo que un equipo está en posibilidad de realizar un trabajo sin incurrir en un fallo. (Emerson, 2014).

4.2. Al analizar los resultados de la gestión de mantenimiento actual de la empresa se obtuvo que 5 causas raíces que representan el 70% (usando el Diagrama de Pareto) de las 11 graficadas inicialmente con el diagrama causa-efecto. Esto concuerda con Gonzales Santilla (2017) quien aplicó los mismos instrumentos para identificar las causas raíz e implementar su sistema de gestión de mantenimiento.

4.3. El resultado de Implementar un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento respecto del plan de mantenimiento actual, estuvo basado en la implementación de cuatro mejoras, basadas en las causas raíz identificadas y orientadas a gestionar y medir el resultado del mantenimiento, para ello se aplicó el PHVA; esto coincide con la investigación de Li Galvez (2016), quien adicionalmente aplicó el RCM. La gestión de mantenimiento es el arte o la ciencia de gestionar los recursos de mantenimiento. También se dice que es el arte de la forma de administrar para mantener nuestros activos físicos y equipos en correcto estado y condiciones (Angeles, 2018)

4.4. Al determinar el resultado de disponibilidad de la flota auxiliar una vez implementada la mejora, se obtuvo un 93.38%; este valor fue obtenido mediante el

análisis documental del detalle de incidencias registradas en la empresa, lo cual incorpora una mejora de 16.24% desde la disponibilidad inicial, así mismo se obtuvo un 6.49% en el cálculo del indicador de mantenimiento correctivo, lo cual implica una mejora en la disminución de horas paradas. Se puede mencionar la investigación de Valdiviezo Becerra (2018) quien alcanzó una disponibilidad de 70% y de Gonzales Santalla (2017) que obtuvo una disponibilidad de 92.4%.

V. CONCLUSIONES

1. Al determinar el estado actual de la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera de La Libertad, se concluye que el valor obtenido fue de 77.14%; así mismo se obtuvo un 19.05% en el cálculo del indicador de mantenimiento correctivo.
2. Luego de evaluar los resultados de la gestión de mantenimiento actual de la empresa se concluye la existencia de 5 causas raíces que representan el 70% (usando el Diagrama de Pareto) de las 11 graficadas inicialmente con el diagrama causa-efecto.
3. Adicionalmente se concluye la Implementación del plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento respecto del plan de mantenimiento actual, basado en 4 mejoras que fueron orientadas a gestionar y medir el resultado del mantenimiento.
4. Para terminar se concluye que el resultado de disponibilidad de la flota auxiliar una vez implementada la mejora, fue de 93.38%; lo cual tuvo un impacto de mejora de 16.24% . Así mismo se obtuvo un 6.49% en el cálculo del indicador de mantenimiento correctivo, lo cual implica una mejora en la disminución de horas paradas. De lo expuesto se concluye que la mejora de la gestión de mantenimiento incrementó la disponibilidad de la flota auxiliar en 16.24%

VI. RECOMENDACIONES

Actualizar en forma permanente el Tablero de Comando implementado, estableciendo una exigencia mayor al estado verde y adicionar 2 indicadores de gestión más.

Referente al procedimiento actualizado hacer un seguimiento a los instrumentos de control incorporados, mediante inspecciones quincenales hasta hacerlo cultura en la empresa.

Así mismo hacer revisiones periódicas al Instructivo a fin de que se agilicen las operaciones y se tenga una mejora permanente en la gestión del mantenimiento.

Hacer un control sobre los Checklist de seguimiento propuestos. Esta herramienta debe de automatizarse por medio de una hoja de cálculo o sistema de información, de donde puedan obtenerse indicadores de gestión de cumplimiento.

REFERENCIAS

- Angeles, R. (2018). *World Class Maintenance Management*. Seattle: Amazon Digital.
- Ardila, J. G. (2016). MAINTENANCE MANAGEMENT: A REVIEW. *Enterprise Dimension*, 127-142.
- Barrick. (2017). *Web Barrick Latinoamerica*. Obtenido de <https://www.barrickperu.com/>
- BBVA. (2016). *Web BBVA Research*. Obtenido de https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2017/11/Sector-Minero-en-Peru_2017.pdf
- Blokdyk, G. (2018). *Deming PDCA Cycle*. New York: 5StarsBook.
- calidad-gestion. (2013). *www.calidad-gestion.com.a*. Obtenido de http://www.calidad-gestion.com.ar/boletin/58_ciclo_pdca_estrategia_para_mejora_continua.html
- Covey, S. (2012). *Sonria.com*. Obtenido de <http://www.sonria.com/glossary/efectividad/>
- DIAZ, A. (2015). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA FIABILIDAD OPERACIONAL Y REDUCCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS EN LA EMPRESA SAN FRANCISCO DE ASIS LOGISTICA Y NEGOCIOS S.A.C.* TRUJILLO.
- Emerson. (2014). *www2.emersonprocess.com*. Obtenido de http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE_102es.pdf
- Garcia Mallqui, E. (2016). <http://repositorio.upn.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10797>
- Gonzales Santilla, E. (2017). <http://repositorio.upn.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11310>
- Gutierrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: McGraw Hill / Interamericana Editores S.A.
- Herrera-Galán, M. (2016). Methodology and implementation of maintenance management program. *Ingenieer*, 109-114.
- Hincapié Perez, L. (2017). <http://bdigital.unal.edu.co>. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/61301/1/98490953.2017.pdf>

- ingenieriadelmantenimiento. (2015). *www.ingenieriadelmantenimiento.com*. Obtenido de <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>
- James R., E., & M. Lindsay, W. (2010). *Administración y Control de la Calidad* (Séptima Edición ed.). Santa Fe, México: Cengage Learning Editores S.A.
- Li Galvez, C. (2016). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe>. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/619973>
- Molina Toscano, S. (2010). <https://riunet.upv.es>. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/14457>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill - Interamericana Editores.
- pdcahome. (2017). *www.pdcahome*. Obtenido de <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
- Quintana Rodriguez, S. G. (2016). <http://repositorio.uncp.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1577/TESIS%20PRE%20GRADO%20ING%20MECANICA%202017%20QUINTANA%20RODRIGUEZ.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Rodriguez del Águila, M. (2012).
- Valdiviezo Becerra, G. (2018). <http://dspace.unitru.edu.pe>. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10138>
- Viveros, P. (2013). Proposal of a maintenance management model and its main support tools. 125-138.

ANEXOS

A. TABLAS

A1. DETALLE DE INCIDENCIAS

Tabla 27. Detalle de Incidencias Actual

Fecha	Tipo de Falla	Tiempo (horas)	Equipo	Observaciones (E)Equipo,(P)Persona, (M)Material, (O)Otro
17/07/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	62.7	CFX010	E
18/07/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	72.2	CAX010	O
20/07/2018	RUEDAS Y FRENOS	66.8	CAX012	P
20/07/2018	LUMINARIAS	64.2	CAX010	E
20/07/2018	FALLA EJE MOTRIZ	50.3	CAY014	E
22/07/2018	RUEDAS Y FRENOS	58.1	CAZ020	E
22/07/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	53.2	CAZ020	E
22/07/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	60.2	CFX010	M
23/07/2018	RUEDAS Y FRENOS	70.1	CAX012	E
25/07/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	69.4	CAY018	E
25/07/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	69.8	CFX010	O
26/07/2018	FALLA EN MOTOR	64	CAX010	E
16/08/2018	FALLA EJE MOTRIZ	53.5	GRX030	E
17/08/2018	FALLA EN MOTOR	62.4	CAX010	E
19/08/2018	FALLA EJE MOTRIZ	53.3	CAY014	E
19/08/2018	FALLA EN MOTOR	58.5	CAX012	E
19/08/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	80.4	CFX010	E
21/08/2018	RUEDAS Y FRENOS	55.5	CAZ020	E
21/08/2018	FALLA EJE MOTRIZ	52.4	CAY014	P
21/08/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	60.4	CAY018	E
22/08/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	57.5	GRX033	E
24/08/2018	LUMINARIAS	60.8	CAX010	E
24/08/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	55.4	GRX033	E
25/08/2018	FALLA EJE MOTRIZ	55.4	GRX030	E
01/09/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	68.2	CAX010	E
02/09/2018	SISTEMA ELECTRICO	47.2	RCY020	E
04/09/2018	FALLA EJE MOTRIZ	54.3	GRX030	E
04/09/2018	LUMINARIAS	69	CAY018	E
09/09/2018	FALLA EN MOTOR	93	CEY025	E
10/09/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	95	CEY025	E
10/09/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	59.2	GRX033	M
13/09/2018	RUEDAS Y FRENOS	60.3	CAZ020	E
15/09/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	46.7	RCY020	E
15/09/2018	FALLA EJE MOTRIZ	51.4	CAY014	E
15/09/2018	FALLA EJE MOTRIZ	50.2	CAY014	E
16/09/2018	FALLA EJE MOTRIZ	57.5	GRX030	E
18/09/2018	FALLA EN MOTOR	66.6	CAX010	P

Fecha	Tipo de Falla	Tiempo (horas)	Equipo	Observaciones (E)Equipo,(P)Persona, (M)Material, (O)Otro
18/09/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	55.1	CFX010	E
19/09/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	47.8	RCY020	E
26/09/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	76.4	CFX010	E
27/09/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	63	GRX033	E
29/09/2018	FALLA EJE MOTRIZ	54.5	CAY014	P
29/09/2018	FALLA EJE MOTRIZ	50.5	GRX030	E
08/10/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	58.4	CAZ020	O
10/10/2018	LUMINARIAS	57.5	CAY018	E
10/10/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	69.5	CAY018	E
10/10/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	65.5	CAX012	E
11/10/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	50	RCY020	E
12/10/2018	FALLA EN MOTOR	47	CEY025	E
12/10/2018	CONFIGURACION DE SOFTWARE	49	CEY025	E
13/10/2018	CONFIGURACION DE SOFTWARE	60.5	CFX010	E
13/10/2018	LUMINARIAS	55.3	CAX010	E
14/10/2018	FALLA EJE MOTRIZ	89	GRX030	E
20/10/2018	LUMINARIAS	60	CAY001	E
21/10/2018	FALLA EN MOTOR	65.4	CAX012	E
22/10/2018	RUEDAS Y FRENOS	71.4	CAX012	E
24/10/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	74.1	CAX010	E
24/10/2018	RUEDAS Y FRENOS	57.4	CAZ020	E
26/10/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	55.5	GRX033	E
28/10/2018	LUMINARIAS	64.2	CAY018	E
30/10/2018	RUEDAS Y FRENOS	66.6	CAX012	E
01/11/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	65.1	CAY018	E
03/11/2018	FALLA EJE MOTRIZ	53.1	GRX030	E
05/11/2018	FALLA EN MOTOR	72.8	CAX010	E
07/11/2018	FALLA EN MOTOR	61.5	CAX012	E
09/11/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	51.4	GRX033	E
11/11/2018	FALLA EJE MOTRIZ	58.7	CAY014	E
13/11/2018	FALLA EJE MOTRIZ	54.1	GRX030	E
14/11/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	90	CEY025	E
15/11/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	59	CAX012	E
15/11/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	57	CEY025	E
17/11/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	64.2	CFX010	E
18/11/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	49	CEY025	E
19/11/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	56.3	CAZ020	E
21/11/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	64.2	CFX010	E
23/11/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	55.7	CAZ020	E
25/11/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	72	CAY018	E
27/11/2018	LUMINARIAS	60.4	CAY018	E
29/11/2018	SISTEMA ELECTRICO	46.2	RCY020	E
30/11/2018	FALLA EN MOTOR	47	CAX010	E
30/11/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	143.7	CAY001	E
30/11/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	54.1	CAZ020	E
01/12/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	62.4	GRX033	E

Fecha	Tipo de Falla	Tiempo (horas)	Equipo	Observaciones (E)Equipo,(P)Persona, (M)Material, (O)Otro
03/12/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	80.3	CAX012	E
05/12/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	47.1	RCY020	E
07/12/2018	FALLA EN MOTOR	56.3	CAX010	E
09/12/2018	CONFIGURACION DE SOFTWARE	65.5	CFX010	E
11/12/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	63.5	CAY018	M
13/12/2018	LUMINARIAS	68.2	CAY018	O
15/12/2018	RUEDAS Y FRENOS	54.3	CAZ020	E
17/12/2018	CONFIGURACION DE SOFTWARE	59.2	GRX033	M
19/12/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	64.5	CAY018	E
19/12/2018	FALLA EN MOTOR	84.5	CAY001	E
21/12/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	54.1	GRX033	E
23/12/2018	FALLA EN MOTOR	69.6	CAX010	E
25/12/2018	SISTEMA ELÉCTRICO	57	RCY020	E
26/12/2018	LUMINARIAS	68.2	CEX015	O
27/12/2018	RUEDAS Y FRENOS	60.5	CEX015	E
28/12/2018	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	59.2	CEX015	M
28/12/2018	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	66	CEX015	E
28/12/2018	FALLA EN MOTOR	57	CEY025	E
29/12/2018	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	64.5	CEX015	E
14/10/2019	FALLA EN MOTOR	156	CEY025	E
16/11/2019	SISTEMA ELÉCTRICO	83	CEY025	E

Fuente: datos de la empresa

A2. MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Tabla 28. Matriz de priorización

5 Elevado
4 Alto
3 Regular
2 Medio
1 Bajo

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

CAUSAS	MATERIALES	MÉTODOS		MANO DE OBRA			MÁQUINAS		MEDICIÓN		MEDIO AMBIENTE
		Demora en disponibilidad	Actividades no Programadas	Falla de Instructivos	No sigue Procedimiento	Personal nuevo sin capacitación	Rotación incorrecta	Falta limpieza	No existe control de estado de equipos	Baja supervisión	
PERSONAL											
1 Personal 1	1	1	5	4	5	1	1	5	1	4	1
2 Personal 2	2	2	4	4	4	1	2	4	2	4	1
3 Personal 3	1	3	5	3	5	1	2	5	1	5	2
4 Personal 4	1	3	5	4	5	2	2	5	2	4	1
5 Personal 5	1	2	5	4	4	1	1	4	1	4	1
6 Personal 6	1	3	5	3	5	2	1	5	1	4	2
7 Personal 7	2	2	4	4	4	1	2	4	2	4	1
8 Personal 8	1	3	5	3	5	2	1	4	1	4	2
	10	19	38	29	37	11	12	36	11	33	11

Fuente: datos de la empresa

A3. DETALLE DE INCIDENCIAS ABRIL A MAYO DEL 2019

Fecha	Mes	Tipo de Falla	Tiempo (horas)	Equipo	Observac (E)quipo,(P)ersona, (M)aterial, (O)tro
04/04/2019	4	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	39.7	CFX010	E
06/04/2019	4	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	30.5	CAX010	O
08/04/2019	4	RUEDAS Y FRENOS	43.8	CAX012	P
10/04/2019	4	LUMINARIAS	32	CAX010	E
12/04/2019	4	FALLA EJE MOTRIZ	27.3	CAY014	E
14/04/2019	4	RUEDAS Y FRENOS	35.1	CAZ020	E
16/04/2019	4	SISTEMA ELÉCTRICO	30.2	CEY025	E
18/04/2019	4	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	37.2	CAY018	M
20/04/2019	4	RUEDAS Y FRENOS	47.1	CAX012	E
22/04/2019	4	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	22.1	CAY018	E
24/04/2019	4	FALLA EN MOTOR	48	CAY018	E
04/05/2019	5	FALLA EJE MOTRIZ	30.5	GRX030	E
06/05/2019	5	FALLA EN MOTOR	39.4	CAX010	E
08/05/2019	5	FALLA EJE MOTRIZ	40	CEY025	E
10/05/2019	5	FALLA EN MOTOR	35.5	CAX012	E
14/05/2019	5	RUEDAS Y FRENOS	32.5	CAZ020	E
20/05/2019	5	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	34.5	GRX033	E
22/05/2019	5	CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	32.4	GRX033	E
24/05/2019	5	FALLA EJE MOTRIZ	32.4	CEX015	E
22/05/2019	5	SISTEMA ELÉCTRICO	24.2	RCY020	E
24/05/2019	5	FALLA EJE MOTRIZ	31.3	GRX030	E
26/05/2019	5	LUMINARIAS	23	CAY018	E
30/05/2019	5	RUEDAS Y FRENOS	37.3	CAZ020	E
08/06/2019	6	SISTEMA ELÉCTRICO	23.7	RCY020	E
14/06/2019	6	FALLA EJE MOTRIZ	28.4	CEY025	E
16/06/2019	6	FALLA EJE MOTRIZ	27.2	CAY014	E
14/06/2019	6	FALLA EJE MOTRIZ	34.5	CEX015	E
16/06/2019	6	FALLA EN MOTOR	37.4	CAX010	P
16/06/2019	6	FALLA BOMBA DE COMBUSTIBLE	32.1	CAY001	E
18/06/2019	6	SISTEMA ELÉCTRICO	24.8	RCY020	E
18/06/2019	6	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	53.4	CFX010	E
16/06/2019	6	CAIDA DE TENSIÓN Y ARRANQUE	40	GRX033	E
18/06/2019	6	FALLA EJE MOTRIZ	31.5	CAY014	P

Fuente: datos de la empresa

B. FIGURAS

B1. Circulo de Deming



Figura 26. Circulo de Deming

Fuente: (calidad-gestion, 2013)

B2. Ejemplo de diagrama de Ishikawa



Figura 27. Diagrama Causa-Efecto

Fuente (Niegel & Freivalds, 2009)

B3. Diagrama de Pareto.

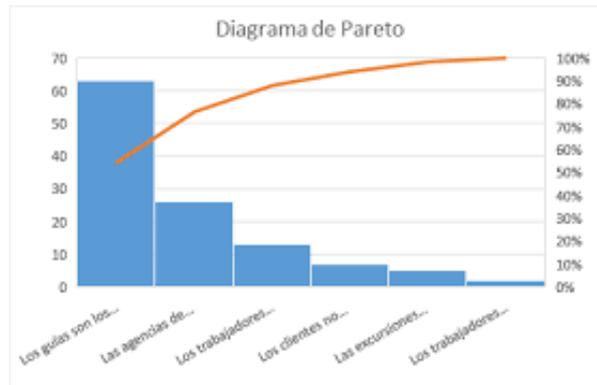


Figura 28. Diagrama de Pareto

Fuente: (Gutierrez Pulido, 2010)

B4. Etapas del MCC

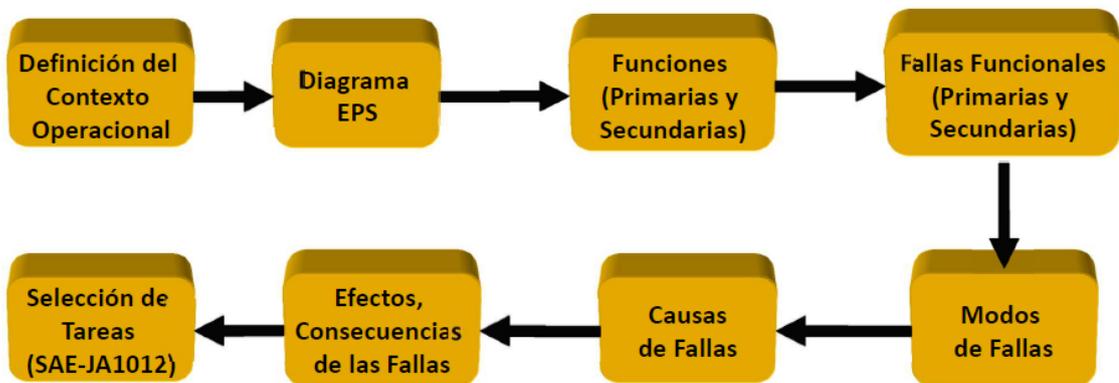


Figura 29. Etapa del MCC

Fuente: Reliability and Risk Managent

Mejorar la Confiabilidad y Disponibilidad en las Cisternas Volvo
Cambiar Arnés Originales de las Luces Posteriores en las Cuatro Cisternas
Realizar Mantenimiento de las Ruedas y Sistemas de Frenos
Continuar Realizando Paretos de Fallas y ACR en MIC
Mejorar la Confiabilidad y Disponibilidad del Manipulador Taylor
Cambiar Motor Diesel por Dilución de Combustible
Evaluación general y cambio de las mangueras hidráulicas
Mejorar la Disponibilidad Mecánica del Camión Grúa Manitex #02
Cambiar Motor Diesel por Consumo de Aceite Motor
Cambiar Faros Nuevos de las Luces Delanteras
Mejorar Confiabilidad de las Motobombas
Coordinación con Servicios Auxiliares para Instalar Válvulas Check en Tubería de Succión
Mejorar las Condiciones de las Cabinas en los Camiones Volvo de Taller
Solicitar la Compra de Asientos, Cinturones, Tableros, Interruptores, Espejos, Parachoques, etc.

Fig. A.5 – Datos e información obtenidos para aumentar el indicador de disponibilidad
(Fuente: Propio)

C. ANEXO DE INSTRUMENTOS

C.1 FORMATO DE INSPECCIÓN DE MANIPULADOR DE NEUMÁTICOS TAYLOR 520

INSPECCIÓN MECÁNICA GENERAL		REALIZADO		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
1	Registrar horometro.				
2	Inspeccion visual de todo el equipo (fugas, suciedad en motor, rajaduras)				
3	Examinar el momento torsor de apriete de las pernos de las ruedas.				
4	Verificar la presion de los neumaticos.				
5	Examinar cortes, grietas o desgaste inusual en los neumaticos.				
6	Verificar el ajuste correcto de los pernos del los cilindros				
7	Asegurar los pernos de las varandas de apoyo				
8	Asegurar los pernos que unen al alternador con el motor.				
9	Inspeccionar la tension de la faja del motor con el alternador (deflexion ante 10Kgf entre 10-15 mm.)				
10	Regular la resistencia del pedal del acelerador				
11	Regular el juego del pedal de freno de servicio (aprox. de 22 a 41 mm.)				
12	Regular el juego del tercer pedal (aprox. 30 a 49 mm.)				
13	Inspeccionar rajaduras, cortes o daños en el cinturon de seguridad del operador.				
14	Verificar el buen funcionamiento del regulador de posicion del asiento del operador.				
15	Regular el juego del timon de direccion (aprox. de 70 mm.)				
NOTA:					
SISTEMA COMBUSTIBLE		Cant.	Unid.	REALIZADO	OBSERVACIONES
				SI NO	
1	Medir el nivel de combustible.				
2	Inspeccionar fugas en el deposito de combustible				
3	Inspeccionar fugas en la bomba de combustible				
4	Inspeccionar fugas en filtro de combustible y filtro combustible / separador de agua.				
5	Inspeccionar fugas en la bomba de inyeccion de combustible y en sus inyectores.				
6	Inspeccionar fugas en las mangueras y guarniciones del sistema de combustible				
NOTA:					
SISTEMA LUBRICACIÓN		Cant.	Unid.	REALIZADO	OBSERVACIONES
				SI NO	
1	Medir el nivel de aceite del motor, añadir si fuera necesario.				
2	Medir el nivel de aceite hidráulico, añadir si fuera necesario.				
3	Lubricar los cojinete del cilindro de la direccion.				
4	Lubricar la articulacion del chasis.				
5	Inspeccionar fugas de aceite				
6	Inspeccionar el filtro de aceite del motor.				
NOTA:					
SISTEMA ELECTRICO		Cant.	Unid.	REALIZADO	OBSERVACIONES
				SI NO	
1	Verificar el nivel del electrolito de la bateria.				
2	Verificar el correcto funcionamiento de las luces de servicio, en especial las de freno.				
3	Verificar el correcto funcionamiento de la bocina.				
4	Inspeccionar el correcto funcionamiento de las luces del tablero de control del operador				
5	Inspeccionar el estado de cada fusible debajo del timon de direccion.				
6	Verificar el correcto funcionamiento de la chapa de encendido.				
7	Asegúrese de que las conexiones del cable de la batería estén ajustadas y no presenten indicios de corrosión.				
NOTA:					
PERSONAL: Nombres y Apellidos				codigo MBM	CONTRATISTA
1					
2					
3					
MECANICO					
SUPERVISOR					

Fuente: datos de la empresa

C.2 FORMATO DE INSPECCIÓN DE CISTERNAS VOLVO FM12

INSPECCIÓN PROGRAMADA CAMION VOLVO FM12 INSPECCION PROGRAMADA						
						
Código Equipo :	<input type="text"/>	Hora Inicio :	<input type="text"/>			
Horómetro :	<input type="text"/>	Hora Término :	<input type="text"/>			
Fecha :	<input type="text"/>	Responsable :	<input type="text"/>			
INSPECCIÓN MOTOR			REALIZADO		OBSERVACIONES	
			SI	NO		
1	Inspeccione guardas y pernos sueltos en el ventilador y si existen fugas de aceite.					
2	Verifique, ajuste o cambie las fajas del ventilador, alternador y aire acondicionado.					
3	Verifique juntas y abrazaderas del sistema de admisión y escape por daños, fugas o soldura					
4	Inspeccione las mangueras del sistema de enfriamiento por fugas y sujetadores sueltos					
5	Revisar soportes.					
6	Inspeccione la rejilla de admisión de aire del motor por acumulación de polvo					
7	Inspeccione agujero testigo de bomba de combustible y agua.					
8	Inspeccionar las condiciones de trabajo del motor.					
9	Chequear ruedas y suspensión por fugas de aceite					
10	Chequear el convertidor por fugas de aceite					
11	Chequear la transmisión y diferencial por fugas de aceite					
12	Chequear los mandos finales por fugas de aceite					
13	Drenar el agua y sedimentos del tanque de combustible.					
14	Lavar la tapa del tanque de combustible.					
15	Lavar con agua a alta presión el motor y radiador					
NOTA:						
INSPECCION DE MAQUINA			Cant.	Unid.	REALIZADO	OBSERVACIONES
					SI NO	
1	Inspeccione el tanque hidráulico de la dirección por fugas					
2	Inspeccione el tanque de combustible por fugas					
3	Revise las líneas hidráulicas (tuberías y mangueras) por fugas, rozamiento o conexiones sueltas					
4	Inspeccione el eje motriz y crucetas por posibles rajaduras y soldura					
5	Inspeccione los pines pivot del bastidor por soldura o elementos faltantes					
6	Inspeccione el bastidor por rajaduras.					
7	Inspeccione válvulas de alivio de grasa de los cilindros de suspensión por exceso de grasa					
8	Inspeccionar tanque cisterna por rajaduras					
9	Limpieza totalmente los rastros de fugas de aceite y grasa en el camión					
10	Forrar y/o reacomodar las mangueras hidráulicas/neumáticas.					
11	Limpieza totalmente la cabina.					
12	Inspeccione el cinturón de seguridad del asiento por desgaste, daño y correcta operación					
13	Inspeccionar el estado de los neumáticos.					
14	Inspeccione escaleras y pasamanos.					
NOTA:						
SISTEMA ELECTRICO			Cant.	Unid.	REALIZADO	OBSERVACIONES
					SI NO	
1	Inspeccione las luces (delanteras, posteriores y direccionales). Cables sueltos, deterioro de micas.					
2	Inspeccione y pruebe alarma de retroceso.					
3	Inspeccione baterías (bornes, carga, cables).					
4	Inspeccione funcionamiento de los limpiaparabrisas, chequear el nivel de agua.					
5	Inspeccionar extintor manual y colocar tarjeta si falta.					
NOTA:						
PERSONAL: Nombres y Apellidos					codigo MBM	CONTRATISTA
1						
2						
3						
MECANICO						
SUPERVISOR						

Fuente: datos de la empresa

C.3 FORMATO DE INSPECCIÓN DE CAMIÓN GRÚA

		INSPECCION PROGRAMADA NATIONAL CRANE 500E 30 DÍAS			
Código Equipo:	<input type="text"/>	Hora Inicio:	<input type="text"/>		
Horómetro:	<input type="text"/>	Hora Término:	<input type="text"/>		
Fecha :	<input type="text"/>	Responsable:	<input type="text"/>		
CAMIÓN					
MOTOR		REALIZADO		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
1	Inspeccionar nivel de aceite .				
2	Inspeccionar nivel de refrigerante.				
3	Verifique que el tanque de combustible no tenga fugas.				
4	Verificar que las mangueras y tuberías del enfriador de aire de admisión no contengan fugas.				
5	Verificar que las tuberías externas de aceite de motor no tengan fugas.				
6	Verifique que las mangueras del radiador no tengan fugas.				
7	Verifique el estado del tubo de escape y silenciador.				
8	Verifique que todas las correas estén en buen estado y que su funcionamiento sea el correcto.				
9	Verifique la suspensión del alternador y los cables eléctricos.				
10	Drene el agua condensada en el tanque de combustible.				
11	Verifique los soportes de suspensión del tanque de combustible.				
12	Verifique funcionamiento de sistema de precalentamiento de motor.				
13	Verifique que los soportes del motor estén en buen estado.				
14	Pruebe bajo presión el sistema de refrigeración y verifique fugas.				
15	Verifique que la fijación del radiador está en buen estado.				
16	Verifique que el ventilador esté asegurado y que las aspas se encuentran intactas.				
17	Verifique que el turbo gira libremente y que no se presentan daños.				
18	Verifique que las tuberías ,mangueras y los cables eléctricos para el regulador de presión de escape están en buen estado.				
19	Verificar que todas las tuberías rígidas y flexibles en el sistema de admisión de aire hasta el turbo estén en buen estado y completos.				
20	Verificar que todas las abrasaderas estén apretadas.				
21	Verifique la entrada de aire y el sistema de deflectores de aire.				
22	Verifique el acoplamiento de la bomba de inyección.				
23	Inspeccionar ruidos anormales en el motor.				
SISTEMA ELECTRICO		REALIZADO		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
1	Inspeccione las luces (delanteras, posteriores y direccionales). Cables sueltos, deterioro de micas.				
2	Inspeccione y pruebe alarma de retroceso.				
3	Inspeccione baterías (bornes, carga, cables).				
4	Inspeccione funcionamiento de los limpiaparabrisas, chequear el nivel de agua.				
5	Revisar el sistema electrico del panel de luces en la cabina.				
6	Chequear la operación correcta de indicadores, gauges, bocina y controles de operación.				
7	Chequear la operación correcta del aire acondicionado.				
8	Inspeccionar extintor manual y colocar tarjeta si falta.				
NOTA:					
CHASIS		REALIZADO		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
24	Inspeccionar faros.				
25	Inspeccionar los vidrios y espejos retrovisores.				
26	Inspeccionar estado de escobillas del limpiaparabrisas.				
27	Inspeccionar que todos los instrumentos del tablero esten funcionando correctamente.				
28	Inspeccionar que todos los mandos esten en buenas condiciones.				
29	Inspeccionar agua en los tanques neumaticos.				
30	Inspeccionar separador de agua del combustible.				
31	Inspeccionar que la presión de los frenos sea suficiente.				
32	Verificar fugas en la caja de cambios y radiador de aceite.				
33	Verificar fugas en el eje trasero.				
34	Inspeccionar estado de los neumaticos.				
35	Inspeccionar ruidos anormales en la transmisión.				
36	Lubricar los cilindros estabilizadores.				

Fuente: datos de la empresa

GRÚA				
GRÚA		REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
37	Inspeccionar respiradero de tanque hidráulico.			
38	Inspeccionar el buen funcionamiento de las valvulas de levante de pluma.			
39	Inspeccionar correcto funcionamiento del freno de cabrestante respecto a la carga.			
40	Inspeccionar fugas en cilindros y valvulas.			
41	Inspeccionar grietas en gancho de carga o que tengan más de 15% normal de la garganta o la apertura de 10 grados.			
42	Inspeccionar en todos los miembros de la estructura curvas, grietas o miembros rotos.			
43	Inspeccionar grietas o falla en todas las soldaduras.			
44	Inspeccionar correcta instalación de pines.			
45	Inspeccionar grietas, desgaste en poleas y cables.			
LUBRICACIÓN		REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
46	Lubricar pín de polea.			
47	Lubricar pasador de pivote de pluma.			
48	Lubricar pin de cilindros de elevación.			
49	Lubricar rodamiento del banco de giro.			
50	Lubricar acoplamiento de bomba.			
51	Lubricar cabrestante de accionamiento.			
52	Lubricar caja de cambios de giro.			
53	Lubricar caja de engranajes de giro.			
54	Lubricar viga de anclaje de gatas hidráulicas.			
55	Lubricar cables de boom.			
56	Lubricar pines de articulaciones.			
57	Lubricar pastillas de desgaste.			
58	Lubricar rodamiento de poleas.			
59	Lubricar pin de articulación de brazo giratorio.			

PERSONAL RESPONSABLE:

Nombres y Apellidos	MBM	CONTRATA

MECANICO

SUPERVISOR

Fuente: datos de la empresa

C.4 FORMATO DE CONTROL DE BACKLOGS, PMS E INSPECCIONES - 2019

N°	CÓDIGO EQUIPO	DESCRIPCIÓN EQUIPO	DESCRIPCIÓN TRABAJO	¿TRABAJO EJECUTADO?	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Fecha :

PERSONAL RESPONSABLE:

Nombres y Apellidos	MBM	CONTRATA

MECANICO

SUPERVISOR

Fuente: datos de la empresa

C.6 FORMATO DE DEMORA EN LOS TRABAJOS

RECEPCIÓN DEL EQUIPO		ENTREGA DEL EQUIPO		
SUPERVISOR QUE RECEPCIONA EL EQUIPO		SUPERVISOR QUE ENTREGA EL EQUIPO		
LIDER QUE RECEPCIONA EL EQUIPO		LIDER QUE ENTREGA EL EQUIPO		
FECHA DE INICIO DE LA PARADA		FECHA DE FIN DE LA PARADA		
HORA DE INICIO PARADA (DESPUÉS DEL LAVADO)		HORA FIN PARADA (ENTREGA DE EQUIPO OPERATIVO)		
EQUIPO	HOROMETRO	TEC MEC: TEC ELEC: TECMOT:		
TIPO DE PM				
CONTROL DE DURACIÓN DEL PM NETO (NA = NO APLICA)				
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	DURACIÓN ESTIMADA	FECHA INICIO HORA INICIO	FECHA FIN HORA FIN	OBSERVACIÓN / JUSTIFICACIÓN DE DEMORA
HORA DE LLEGADA AL LAVADERO		
INSPECCIÓN PRELAVADO	20 min			
LAVADO (NO AFECTA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO)	45 min			
INSPECCIÓN GENERAL	30 min			
PRUEBAS DE ESTRUCTURA	30 min			
PRUEBAS DE MOTOR	30 min			
PRUEBAS FINALES (PM CLINIC)	30 min			
PM NETO (SEGÚN TIPO DE PM)				
CONTROL DE TIEMPOS POR CORRECTIVOS PROGRAMADOS Y NO PROGRAMADOS				
TRABAJOS PROGRAMADOS Y NO PROGRAMADOS : BACKLOGS Y/O SOLDADURA	FECHA INICIO HORA INICIO	FECHA FIN HORA FIN		
BACKLOG 01				
BACKLOG 02				
BACKLOG 03				
BACKLOG 04				
BACKLOG 05				
BACKLOG 06				
LIDER DE TRABAJO		SUPERVISOR DEL ÁREA		

Fuente: datos de la empresa

C7. CHECKLIST DE INSPECCIÓN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

		FECHA:	
CHECKLIST DE INSPECCIÓN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
SECTOR			
INSPECTOR			
VEHÍCULO			
CONDUCTOR			
Labor	Tarea	SI	NO
Aceite de Motor	Realiza revisión de aceite		
	Cambio de aceite		
	Revisó posibles fugas de aceite		
Refrigerante	Revisa fugas de refrigerante		
	Revisa que no haya consumo excesivo		
Sistema de Combustible	Observa que combustible no está contaminado		
Nivel del DEF	Revisa el nivel del DEF		
Humo	Observó tubo de escape		
Filtro de Aire	Revisa el nivel de restricción del filtro		
Luces de Advertencia	Revisa luces MIL en el sistema de monitoreo		
Válvula del Turbo Compresor	Verifica que no hay problemas de pérdida de potencia		
Registros de Mantenimiento	Conserva los registros de mantenimiento		
_____		_____	
RESPONSABLE		CONDUCTOR	

Fuente: datos de la empresa

D. OTROS

D1. INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO

			Nro páginas: 12
INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DE LA FLOTA AUXILIAR			

INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DE FLOTA AUXILIAR.

Elaborado por	Supervisión de Mantenimiento de Flota
Revisado por	Departamento de Mantenimiento

APROBACIÓN Y VIGENCIA

El responsable del Departamento de Mantenimiento, APRUEBA Y AUTORIZA el siguiente Instructivo para el Uso y Mantenimiento de la flota auxiliar, el mismo que entra en VIGENCIA desde el 01/06/2019.

Introducción

La siguiente cartilla busca ser un medio rápido de las inspecciones cotidianas y del mantenimiento correctivo que deben ser realizados por cada responsable de conducir algún vehículo de la Flota Auxiliar.

Se toman como punto de referencia las siguientes labores de mantenimiento consideradas como básicas, pero a la vez importantes en los vehículos, a fin de asegurar la máxima disponibilidad de los mismos y pueda ser usados, sin ninguna dificultad, en el momento requerido.

- Aceite de Motor
- Refrigerante
- Sistema de Combustible
- Nivel del DEF
- Humo
- Filtro de Aire
- Luces de Advertencia
- Válvula del Turbo Compresor
- Registros de Mantenimiento

En las páginas siguientes tendrá el detalle de cada actividad con los siguientes símbolos

	INSPECCIÓN
	MANTENIMIENTO

Labor de Mantenimiento Preventivo

Revisar Aceite de Motor

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Diariamente o en una inspección previa a un viaje	Revise el aceite del motor
	Según el fabricante	Cambie el aceite de acuerdo a las especificaciones del fabricante
	Cuando se realice mantenimiento	Revise que no haya fugas de aceite en el tubo de ventilación
	Anualmente	Análisis de aceite en laboratorio

IMPORTANTE

- *Monitorear la utilización del aceite en el motor; un consumo excesivo traerá consigo problemas en el motor. Esta tarea ayuda a prevenir problemas y daños futuros a su motor*

Labor de Mantenimiento Preventivo

Revisar Refrigerante

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Diariamente o en una inspección previa a un viaje	Revise que no haya fugas de refrigerante.
	Cuando se realiza mantenimiento	Revise que no haya fugas, contaminación o un consumo excesivo. Haga una prueba de presión en el radiador para revisar que no haya fugas.

IMPORTANTE

- *Monitorear la utilización del refrigerante en el motor; un consumo excesivo traerá consigo problemas en el motor. Esta tarea ayuda a prevenir problemas y daños futuros a su motor*

Revisar Sistema de Combustible

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Cuando se recarga aceite	Antes de recargar el aceite, observe que el combustible no esté contaminado. Un ennegrecimiento en el combustible puede indicar presencia de aceite del motor.
	Cuando se realiza el mantenimiento programado	Antes de recargar el aceite, tome una muestra del combustible para detectar posible contaminación. Revise el filtro de combustible. Reemplace los inyectores de combustible.

IMPORTANTE

- *Identifique señales de contaminación del combustible y podrá prever daños mayores en el motor*

Revisar nivel Fluido de Escape Diésel (DEF)

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Diariamente o en una inspección previa a un viaje	Revise el nivel de DEF y llene el tanque según sea necesario para mantenerlo lleno al menos hasta la mitad.
		Observe si la tasa de consumo de DEF es inusual.
		Solo llene el tanque de DEF con el DEF aprobado por el fabricante.
	Cuando se realiza el mantenimiento programado	Revise la concentración de DEF.
		Revise que no haya fugas en el sistema de DEF.
	Según el fabricante	Vacíe el tanque de DEF, limpie o reemplace el cuello de llenado, los filtros de dosificación o de la bomba.

IMPORTANTE

- Mantener tanque de DEF mínimo más de la mitad del total lleno

Labor de Mantenimiento Preventivo

Revisar que no se vea Humo

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Diariamente o en una inspección previa a un viaje	Observe el tubo de escape mientras el motor está en marcha para detectar cualquier señal de humo.
	Cuando se realiza mantenimiento	Realice una prueba de emisiones de humo. Diagnostique cualquier problema relacionado con el motor, el turbocompresor, la EGR o la combustión. Revise si hay daños en el DPF.

IMPORTANTE

- Vehículos que tengan DPF, no tienen que echar humo por el tubo de escape

Labor de Mantenimiento Preventivo

Revisar Filtro de Aire

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Mensualmente	Revise el medidor de restricción del filtro de aire
	Según sea necesario	Reemplace el filtro de aire cuando sea necesario.

IMPORTANTE

- Realizar mantenimiento del filtro de aire. Revisar que el flujo de aire sea adecuado

Labor de Mantenimiento Preventivo

Revisar luces de advertencia (MIL)

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Diariamente o en una inspección previa a un viaje	Revise las luces MIL (Malfunction Indicator Light) en el sistema de monitoreo del DPF. Mantenga la tarjeta de referencia rápida del fabricante en la cabina, ya que las luces pueden variar según el fabricante.
	Cuando se realiza mantenimiento	Revise que todas las luces MIL estén funcionando de manera apropiada. No desactive ni obstruya las luces de advertencia.

IMPORTANTE

- *Las luces de advertencia ayudan a prevenir daños futuros en el DPF y el motor*

Labor de Mantenimiento Preventivo

Revisar válvula del turbocompresor

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Diariamente o en una inspección previa a un viaje	Verifique que no haya problemas de pérdida de potencia/ Luces MIL encendidas.
	Cuando se realiza el mantenimiento programado	El OEM no requiere inspección a menos que haya un problema.

IMPORTANTE

- *Identificar si se produce pérdida de potencia o encendido en luces de advertencia*

Labor de Mantenimiento Preventivo

Conservar Registros de Mantenimiento

Quién	Con qué frecuencia	Tarea
	Según sea necesario	Conserve los registros de mantenimiento y de las pruebas de opacidad durante al menos dos años.
	Anualmente	Realice las pruebas de opacidad del humo anualmente. Conserve los registros durante al menos dos años.

IMPORTANTE

- *Identificar si se produce pérdida de potencia o encendido en luces de advertencia*

D2. ACTUALIZACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

 BARRICK Lagunas Norte				
CÓDIGO TMA-PLN-167	VERSION 000	PÁGINAS 9	VIGENCIA 08-Agosto-2018	PRÓX REVISIÓN 08-Agosto-2020
ALCANCE: Mantenimiento - Lagunas Norte				

PROCEDIMIENTO	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	
Índice	N° Página
1. OBJETIVOS	2
2. ALCANCE Y APLICACIÓN	2
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	2
4. PERSONAL.....	3
5. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES	3
6. PROCEDIMIENTO.....	6-16
7. RESTRICCIONES.....	17
8. ANEXOS.....	18

BITÁCORA DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS Y/O MODIFICACIONES
000	20 / 04 / 2019	Se implementa procedimiento conforme al formato del D.S. N° 024-2016 EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y su modificatoria D.S. N° 023-2017 EM.

PREPARADO POR	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Luis Bautista	Juan Willis	Manuel Portales	Rodolfo Najjar
Supervisor Mantenimiento Mina	Gerente de Mantenimiento	Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional.	Gerente General
FECHA DE ELABORACIÓN: 20-04-2019			FECHA DE APROBACION:

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 / 04 / 19
	Fecha de Vigencia	22 / 08 / 21
	Página	2 de 9

1. OBJETIVOS

Describir los pasos adecuados a seguir para el mantenimiento preventivo de posición 01 del camión 730E, considerando la identificación de peligros y la implementación de medidas de control para minimizar los riesgos, prevención en seguridad, cumpliendo los requisitos de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente. Además; tomando en cuenta lo siguiente:

- Realizando la actividad de forma eficiente y segura para el trabajador.
- Prevenir y/o evitar los sobrecostos por realización de re-trabajos o trabajos de emergencia.

2. ALCANCE Y APLICACIÓN

El alcance y aplicación de éste instructivo abarca a todas las actividades realizadas en el mantenimiento preventivo Pos. 01 tanto en el taller como en campo, para todo el personal involucrado de Mantenimiento – Lagunas Norte.

Las actividades aplican desde el orden y limpieza del área de trabajo hasta el arranque y pruebas finales del equipo.

3. DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA:

D.S. N° 024-2016 EM: Reglamento de Seguridad y salud ocupacional em minería y su modificatoria

D.S. N° 023-2017 EM.

Reglamento Interno de Seguridad y salud ocupacional – Lagunas Norte.

Manual de Operación y Mantenimiento del Camión Komatsu 730E.

Manual de Operación y Mantenimiento del Camión KOMATSU 730E.

TMA-PLN-144 Procedimiento de Bloqueo y Señalización.

TMA-PLN-121 Procedimiento de mantenimiento del camión Komatsu 730E.

TMA-ILN-002 Segregación y transporte interno de chatarra metálica.

TMA-ILN-003 Segregación y transporte interno de filtros de aceite usados.

TMA-ILN-005 Segregación y transporte interno de trapos y paños contaminados.

4. PERSONAL:

- **TMF-ME:** Técnico multifuncional de mantenimiento mecánico
- **TMF-PR:** Técnico multifuncional de predictivo – confiabilidad
- **TMF-EL:** Técnico multifuncional de mantenimiento electricista
- **SM-MM:** Supervisor de Mantenimiento Mina
- **Operador de camión Eléctrico.**
- **Personal Contratista:** Personal de Empresa contratista.

5. EQUIPO / HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

- Taller Mina
- Materiales (Acorde para cada instructivo)
- Herramientas (Acorde para cada instructivo)
- Paquete de trabajo: IPERC, permisos de trabajo de alto riesgo, MSDS, instructivos, manuales, entre otros necesarios para cada tarea realizada.

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 /04 /19
	Fecha de Vigencia	22 /08 /21
	Página	3 de 9

- Equipos auxiliares.

6.- PROCEDIMIENTO

6.1. DESCRIPCIÓN

Preparación	Responsable: Supervisor	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar y validar la IPERC que el personal hizo conjuntamente para este PM1. - Revisar y validar el formato de Bloqueo y de trabajos en altura. - Formato de trabajo de espacio confinado 		---
Orden y limpieza del área de trabajo	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - El personal antes de comenzar los trabajos debe realizar el orden y limpieza del área de trabajo. - Los residuos generados deberán ser segregados y colocados en los depósitos asignados con su respectivo color. - En el orden y limpieza se deberán despejar las vías de tránsito. 		 1,2,3,4
Lavado del Equipo	Responsable: TMF (certificado en operación de camión)	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Traslado e ingreso al lavadero. - Ubicar el camión en el lavadero, levantar la tolva y se instala el cable de seguridad. - Colocar tacos de seguridad. - Con el camión ubicado, motor apagado y los frenos aplicados, lavar el equipo con agua a presión con los cañones de agua teniendo cuidado de no dirigir el agua hacia los componentes eléctricos, tales como: motores de rueda, generador principal, blower y gabinete de control eléctrico. - Subir a la parte superior del Camión para abrir las tapas de las cajas ciclónicas de los filtros de aire y lavar. - Luego que el camión está limpio, se saca el cable de seguridad, se baja la tolva y se lleva el camión al Truck Shop con apoyo de un vigía. 		 1,2,3  1,2,3,4
Traslado de equipo de lavadero a talleres	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Antes de realizar la tarea, el vigía coordinará con el operador del camión sobre la acción a realizar, la coordinación será radial, el vigía deberá utilizar barras luminosas como señal de tránsito para, ubicar el equipo en bahía de mantenimiento, una vez posicionado el equipo realizar la despresurización del sistema accionando los controles de accionamiento de funciones del equipo. 		 1,2,3
Pruebas Iniciales del equipo.	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Antes de iniciar con el mantenimiento se deberá verificar algunos parámetros básicos del equipo, tales como: Medición de temperaturas, presiones, funcionamiento de luces en general, claxon, alarma de retroceso, y estado de componentes en general según se requiera. 		 1,2

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 /04 /19
	Fecha de Vigencia	22 /08 /21
	Página	4 de 9

<ul style="list-style-type: none"> - Verificar e evaluar el buen funcionamiento de las rotulas de cilindros de dirección (que no presenten golpes bruscos) de los cilindros de dirección y freno. 		
Limpieza de componentes eléctricos del camión con aire a presión.	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<p>Empleando una manguera y aire seco a una presión moderada se procederá a realizar la limpieza de los compartimientos eléctricos con el objetivo de eliminar las partículas de polvo. (AXLE BOX – CAJA DE BATERIAS – CABINA DE OPERADOR GABINETE STATEX – CABINA DE FRENOS – MOTORES DE TRACCION – BLOWERS – ALTERNADOR).</p> <p>NOTA: Para realizar esta actividad los motores de tracción y axle box, se tendrá que desbloquear el equipo y realizar el trabajo con el equipo encendido y revolucionado a 1600 rpm.</p>		 1,2,3  1,2,3
Bloqueo y etiquetado del equipo.	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Apagar motor diésel y aliviar presiones residuales del sistema hidráulico: - El operador ubicará el equipo en la zona de trabajo y posteriormente apagará el equipo, así mismo después de apagar el equipo con contacto abierto se manipulará, las palancas, pedales e interruptores de luces o electroválvulas para la despresurización del sistema hidráulico. - El líder del trabajo debe de bloquear con candado y tarjeta en el dispositivo de bloqueo instalado en el equipo. - Una vez bloqueado por el líder, éste dejara en el interior de la caja de bloqueo múltiple la llave del equipo y llave de su candado, para que el resto del personal bloquee con su candado y tarjeta. 		 1,2,3  1,2,3,4  1,2,3
Extracción de muestras de aceite	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Preparar la bomba de vacío para extraer la muestra. - Sacar el tapón del punto del muestreo. - Extraer muestras de aceite del tanque hidráulico, - Colocar tapón del punto del muestreo. - Rotular la muestra obtenida. <p>Repetir pasos anteriores para muestra de: 2 motores de tracción, 2 ruedas delanteras, refrigerante y aceite de motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Llevar muestras al laboratorio. 		 1  1,2
Inspección de motor diésel	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar el aceite de motor ✓ Preparar un depósito para que el aceite sea drenado(bandeja). ✓ Abrir el tapón de drenaje y la válvula. (Tener cuidado, el aceite puede estar caliente esperar que enfríe el aceite) ✓ Drenar el aceite ✓ Limpiar los residuos de aceite usado. 		 1,2

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 /04 /19
	Fecha de Vigencia	22 /08 /21
	Página	5 de 9

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cerrar la válvula y colocar el tapón. ✓ Cambiar los filtros de aceite y bv pasa (llenarlos previamente) ✓ Insertar el llenador de aceite nuevo ✓ Verificar que el aceite llegue al nivel especificado. ✓ Revisar que no haya algún goteo de aceite. - Revisar fugas de refrigerante, petróleo y/o aceite. - Chequear estado de mangueras de aire, agua, aceite y sus abrazaderas. - Revisar la tensión de la faja del ventilador, aire acondicionado y alternador - Revisar los turbocompresores. 	 1,2	
Cambio de elementos de filtros del sistema hidráulico	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar elementos de filtro después de 500 horas de operación. 	 1	
Cambio de Filtro de combustible y strainer	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Preparar un depósito para que el combustible sea drenado. - Situar un contenedor debajo de los filtros. - Cerrar la válvula de combustible. - Abrir las perillas de las válvulas de cada filtro para que drene todo el combustible. - Con la llave de filtros retirar los filtros lentamente. - Llenar de combustible los filtros y luego instalarlos, ajustar a mano según especificaciones indicadas en el mismo filtro. - Abrir la válvula de combustible. - Utilizar trapos absorbentes para contención de derrames. <p>NOTA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Antes de empezar el trabajo se debe verificar que la temperatura del motor haya enfriado lo suficiente para empezar el trabajo. - Emplear correctamente las herramientas. - Para cambiar los filtros de aceite, se pueden picar los filtros con una herramienta de punta, así facilitara la extracción de la misma. - Los nuevos filtros deben de llenarse (combustible aceite y/o refrigerante) luego ajustar manualmente según especificaciones. - Verificar file de mantenimiento si existen repuestos o componentes por cambiar (back log) 	 1  1,2	
Inspección del acoplamiento de dirección	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Agregar una o dos aplicaciones de grasa por cada inyector para pines y bearinos - Chequear el torque en las tuercas del pin de dirección 343+/- 34 ft.lbs (465+/-46 N m) - Verificar el estado de los cilindros y barra de dirección. 	 1	
Cambio de filtro de agua del sistema de refrigeración	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el sistema para una refrigeración adecuada. - Adicionar agua aditivada de acuerdo a lo que necesita. - Revisar el estado del refrigerante con lámina. - Cambiar los filtros de agua según el análisis: 		

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 / 04 / 19
	Fecha de Vigencia	22 / 08 / 21
	Página	6 de 9

<ul style="list-style-type: none"> • Situar un contenedor debajo de los filtros para que el refrigerante del filtro a retirar no se derrame al suelo. • Cerrar las válvulas para no derramar refrigerante • Con la llave de filtros retirar los filtros lentamente. • Llenar de refrigerante los filtros y luego instalarlos, ajustar a mano según especificaciones indicadas en el mismo filtro. • Abrir las válvulas de refrigerante. - Revisar la tensión de la faja del ventilador, de ser necesario tense la faja (acondicionado y alternador) - Revisar e inspeccionar los turbos. 		
Inspección de bomba hidráulica	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Adicionar una o dos aplicaciones de grasa a las crucetas del cardán de accionamiento de la bomba. - Desbloquear el equipo, Prender el motor - Evaluar la bomba, revisar que no existan fugas o ruidos extraños. 	 1	
Inspección de rodamientos de las ruedas delanteras	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Poner en posición la rueda. - Revisar el nivel de aceite a través del indicador situado en el centro de la rueda y el tipo de desgaste impregnado en el tapón magnético. - Bloquear donde se bloquea inicialmente 	 1	
Revisión de parte eléctrica del camión	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<p>MOTOR BLOWER</p> <p>Revisar los carbones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destapar las 2 cubiertas de los blower • Luego sacar las tapas interiores. • Sacar los carbones de sus portacarbones y verificar que tenga una medida adecuada, los datos se llenan en la hoja de reportes. Verificar que no tengan ningún daño. Si es así o se encuentran gastados reemplazar por uno nuevo. • Ponerlos en los portacarbones los nuevos carbones y verificar que estén bien ajustados. • Poner las tapas interiores de los dos blowers y luego cerrar las cubiertas. • Revisar si los carbones quedaron en posición. <p>ALTERNADOR</p> <p>Revisar los carbones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar las dos tapas del alternador. • Sacar con cuidado los carbones de sus portacarbones • Con una linterna, revisar la medida y el estado de los carbones. Si no tiene la medida adecuada, se instalan nuevos carbones. • Ponerlos en sus portacarbones y verificar que estén bien ajustados. • Poner las tapas del alternador. 	 1,2,3,4  1,2  1	

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 /04 /19
	Fecha de Vigencia	22 /08 /21
	Página	7 de 9

<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de la pista del rotor. 		
<p>MOTORES DE TRACCION</p> <p>Revisar los carbones de los motores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retirar las tapas protectoras de cada motor. • Sacarlos de sus portacarbones • Verificar el estado y la medida de los carbones, y llenar los datos en el reporte. • Si los carbones no cumplen con el estándar reemplazarlos. • Instalar los nuevos carbones y ponerlos en sus portacarbones Verificar que estén bien ajustados. • Volver a poner las tapas de cobertura de los motores. 		
Revisión de contactores	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<p>Revisar los tips de los contactores de retardo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir el compartimiento ubicado en la parte posterior del gabinete del statex. • Sacar los protectores de los contactores y verificar que los tips no estén muy gastados. De ser así, cambiar por nuevos tips. • Volver a tapar los contactores y cerrar la tapa del compartimiento. <p>Revisar los contactores de propulsión e inversión de giro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir las puertas de la cabina del statex. • Sacar los protectores de los contactores de propulsión y cambio de giro de los motores de tracción. • Verificar que los tips estén en buenas condiciones, de lo contrario renovarlos. <p>Revisar el estado de los porta-carbones, campo y armadura por posibles fogeos (flashover). Limpiar. Inspeccionar el estado de sistema de aire acondicionado, botoneras de panel de operador, luces y claxon.</p>		 1,2,3,4  1
Revisión de baterías	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Retirar la tapa protectora de cada par de baterías. - Limpiar las borneras de cada caja. - Verificar el voltaje de cada una de las baterías. - Cambiar si es necesario. 		 1  1
Revisión de niveles y presión de suspensiones.	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar las presiones de las suspensiones delanteras y posteriores: 		 1

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 /04 /19
	Fecha de Vigencia	22 /08 /21
	Página	8 de 9

<ul style="list-style-type: none"> - SUSP. FRONT: 9" altura, 400psi carga - SUSP. POST: 10.9" altura, 210psi carga - Verificar las alturas y presiones de las suspensiones posteriores y delanteras, de no cumplir con su estándar requerido, cargar con nitrógeno. <p>Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Encender el equipo, hacer girar los neumáticos hacia la derecha apagar equipo. (El quipo debe de estar taqueado) -Bloquear equipo, colocar escalera, Instalar líneas del kit de carga en suspensión, retirar escalera. -Desbloquear el equipo, encender equipo, hacer girar neumáticos hasta quedar alineados, verificar presión en el manómetro del kit de carga (400psi) y altura de suspensión (9 pulq) -En coordinación con el operador (comunicación radial y/o señales) se procederá a mover el equipo para recargar suspensiones (manipulación de kit de carga), girar neumático hacia la derecha, apagar el equipo. -Bloquear el quipo, tomar medida de altura de suspensión. -Realizar el mismo procedimiento para suspensiones posteriores. 	 <p>1</p>	
Pruebas Finales del equipo y traslado a zona de equipos listos.	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - Para asegurar la conformidad del mantenimiento realizado, hágase un monitoreo primario básico de los parámetros del equipo, el cual consiste en realizar evaluaciones de temperaturas, presiones y sistema de funcionamiento eléctrico del equipo. (para realizar las pruebas de presiones y parámetros de funcionamiento del equipo el personal deberá desbloquear, energizar el equipo ubicar tarjeta de "EQUIPO EN PRUEBA" en la zona de bloqueo del equipo) - Una vez terminado las pruebas, el equipo deberá ser trasladado a la zona de equipos listos. Para ello, el vigía coordinará con el operador del camión sobre la acción a realizar, la coordinación será radial, el vigía deberá utilizar barras luminosas como señal de tránsito. Una vez posicionado el equipo, el operador deberá aplicar el freno de parqueo y colocar los tacos, conos y señalización correspondiente. 	 <p>1</p>  <p>1</p>  <p>1,2</p>	
Orden y Limpieza del área de trabajo	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<p>Luego de la entrega de equipo a operaciones se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar las bahías. - Limpiar y guardar las herramientas. - Devolver materiales si no fueron usados. - Segregar correctamente los residuos. 		
Reporte de Servicio y Completado de OT	Responsable: TMF	Peligro/ Aspecto
<ul style="list-style-type: none"> - El líder del trabajo debe entregar los formatos utilizados al Supervisor. Check list de PM Pos. 01 730E (Anexo 1). - Por último, se realiza el reporte de servicio por el encargado del trabajo y se entrega a la supervisión. 	<p>---</p>	

Fuente: datos de la empresa

Revisión N° 000	Código	TMA-PLN-167
PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO POS. 01 DE CAMIÓN 730E	Fecha de Aprobación	22 /04 /19
	Fecha de Vigencia	22 /08 /21
	Página	9 de 9

- Completar la OT; incluir comentarios necesarios y cambiar su estado a WCLOSE

Punto	Registro	Almacenamiento y Protección			
		Responsable	Lugar	Tiempo	Medio
4.3.1	IPERC	Supervisor de Seguridad y MMAA	File IPERC – Truck Shop	5 años	Copia dura
4.3.1	Procedimiento de bloqueo y señalización				
4.3.1	Permiso para trabajos en altura + Pre-Usó de amés.				
4.3.1	Permiso para trabajos para espacio confinado.				
4.3.7	Check list de PM1 730E (Anexo 1).}	Planner	File Inspecciones – Truck Shop	5 años	Copia dura

Si se tiene necesidad de algún repuesto, se hace un pedido al supervisor de turno para que emita un vale electrónico para poder retirar la pieza del almacén.

8.-RESTRICCIONES.

- Personal que no tenga inducción específica del área de Mantenimiento Mina, no puede realizar las tareas descritas sin autorización de la Gerencia del área.
- Personal que no reciba la difusión de este instructivo y que no pertenezca al área de Mantenimiento.
- Cursos TAR actualizados.
- El personal deberá contar con los EPP adecuados para realizar la tarea.
- No se permitirá realizar trabajar bajo los efectos de alcohol y drogas narcóticos o medicamentos que pueda afectar la habilidad de las personas que intervengan en la tarea.
- El personal adoptará posturas adecuadas para evitar problemas de ergonomía.
- El trabajador empleara el tipo de guante acorde al material con el que trabaje.
- No se deberá emplear algún tipo de herramienta Hechiza para cualquier trabajo.
- Las herramientas, instrumentos o insumos que se emplearan para el presente trabajo deben contar con la cinta de color que se realiza en la inspección trimestral, adicionalmente, antes de cada tarea el trabajador tendrá q volver a corroborar el buen estado de las mismas.
- Realizar la difusión del mismo a todos los técnicos involucrados en la ejecución de la tarea y generar la evidencia del caso.

9.-ANEXOS.

- Anexo 1: Formato de pautas sobre mantenimiento preventivo
- Anexo 2: Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Fuente: datos de la empresa

D3. ACTA DE APROBACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE MEJORAS



ACUERDO DE APROBACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

En la fecha indicada, por acuerdo de la Gerencia de mantenimiento y en miras a mejorar la gestión de mantenimiento en la sede de lagunas, que habiendo realizado un estudio para la mejora de la gestión del proceso, se han efectuado una serie de propuestas

- Actualización del Procedimientos de Mantenimiento Correctivo
- Instructivo Manejo de Herramientas
- Tablero de Comando (Se incluye anexo)

Las mismas que han sido revisadas y aprobadas, y entran en operación a partir del día siguiente de la firma del presente documento, serán implementadas, de acuerdo a lo especificado en los anexos que acompañan el presente documento


Daniel Guzmán Lizárraga
Supervisor Senior de Ingeniería
C.A. BARRICK MISQUICHILCA S.A.
Lagunas Norte

Responsable de Mantenimiento

Lagunas, 05 de Mayo del 2019

Fuente: datos de la empresa

ANEXO: Tablero de Comando

#	Objetivo	Indicador	Fórmula	Estado
O1	Controlar la Cantidad de Mantenimientos Correctivos	Indicador de Mantenimiento Correctivo (IMC)	$\frac{\text{Horas Mantenim. Correctivos}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: red; width: 100%; height: 10px;"></div> <p><8% 8-10% >10%</p>
O2	Medir la Eficiencia de los trabajos de mantenimiento	Indicador de Eficiencia de mantenimiento (IEM)	$\frac{\text{Nro Ord.Trabajo FueraTiempo}}{\text{Total Ordenes Trabajo}}$	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: red; width: 100%; height: 10px;"></div> <p><5% 5-7% >7%</p>
O3	Determinar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento	Objetivo 03: Indicador de Gestión de Inspecciones (IGI)	$\frac{\text{Total Inspecciones Observadas}}{\text{Total Inspecciones ChecList}}$	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: red; width: 100%; height: 10px;"></div> <p><3% 3-5% >10%</p>
O4	Conocer el nivel de capacitación del Personal de Mantenimiento	Indicador de Capacitación de mantenimiento (ICM)	$\frac{\text{Horas Capacitación Mantenim}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 10px; margin-bottom: 2px;"></div> <div style="background-color: red; width: 100%; height: 10px;"></div> <p>>4% 4-6% <6%</p>

Fuente: Datos de la Empresa

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : de 1
---	--	---

Yo, ALEX ANTENOR BENITES ALIAGA docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo – Sede Trujillo, revisor de la tesis titulada:

“

 MEJORA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO PARA
 INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA AUXILIAR
 EN UNA EMPRESA MINERA, 2019
”
 del (de la) estudiante JOSÉ CARLOS CRISTÓBAL GONZÁLES TAVARA

....., constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo 12 de Diciembre 2019.....



 Firma
 ALEX ANTENOR BENITES ALIAGA
 DNI: 41808609

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

SOFTWARE TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1242637364&u=1064012319&lang=es&s=1

feedback studio Jose Carlos GONZALES TAVARA | 1.TESIS COMPLETA - GONZALES TÁVARA /0 9 de 23



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora de la Gestión de Mantenimiento para incrementar la disponibilidad de la flota auxiliar en una empresa minera, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:
Bach. Gonzales Távora, Jose Carlos Cristobal (ORCID: 0000-0001-9592-289X)

ASESOR:
Mg. Olórtégui Núñez, Pedro Armando (ORCID: 0000-0002-0329-6949)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Resumen de coincidencias

21 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	13 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	Entregado a Pontificia ... Trabajo del estudiante	<1 %
6	Entregado a ECCI Trabajo del estudiante	<1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
8	www.mantenimientom... Fuente de Internet	<1 %
9	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.datastream.net	<1 %

Página: 1 de 110 Número de palabras: 11559 Text-only Report | High Resolution Activado

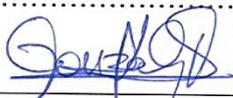
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

YoJosé Carlos Cristobal Gonzales Távara.....
 identificado con DNI N° ...18172889..., egresado de la Escuela Profesional de
 ...Ingeniería Industrial..... de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No
 autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación
 titulado "...MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR
 LA DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA AUXILIAR EN UNA EMPRESA MINERA,
 2019....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),
 según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art.
 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 FIRMA

DNI: ...18172889..

FECHA: ..12.. de ..Diciembre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

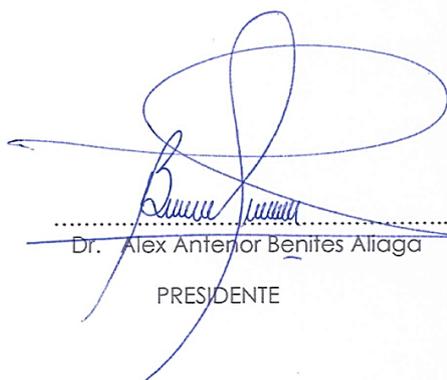
ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a)...Gonzales Távora, José Carlos Cristobal.....cuyo título es:
 MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA
 DISPONIBILIDAD DE LA FLOTA AUXILIAR EN UNA EMPRESA MINERA, 2019

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 17 - Diecisiete

Trujillo 12 de Diciembre del 2019

 Dr. Alex Antenor Benites Aliaga PRESIDENTE	 Mg. Pedro Armando Olortegui Nuñez SECRETARIO
--	--



 Mg. Ricardo Steiman Benites Aliaga
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------