



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA MARTINEZ CONTRATISTAS E INGENIERÍA S.A. - AREQUIPA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial.

Autores:

Bach. Amambal Alaya Fernando

Bach. Huatay Caja Carlos Víctor

Asesor:

Ing. Luis Roberto Quispe Vásquez

Cajamarca – Perú
2018



APROBACION DEL LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, APRUEBAN la tesis desarrollada por los Bachilleres Fernando Amambal Alaya y Carlos Víctor Huatay Caja, denominada:

“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA MARTINEZ CONTRATISTAS E INGENIERÍA S.A. - AREQUIPA, 2018”

Ing. Luis Roberto Quispe Vásquez
ASESOR

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero
JURADO

Ing. Juan Carlos Flores Cerna
JURADO



DEDICATORIA

“A Dios por la salud y siempre estar presente en los tiempos difíciles que me tocó enfrentar en la vida para el logro de mis metas”

“A mi madre y hermanos que me enseñan, y me dicen que cada propósito en la vida que inicie se debe culminar, muchas gracias por el ejemplo y la motivación constante”

Fernando Amambal Alaya



DEDICATORIA

“A Dios por guiarme por el buen camino, en cada paso que doy por darme fuerza para poder seguir adelante, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder la fe y la dignidad”.

“Dedico esta tesis a mis padres en especial a mi madre por ser un ejemplo de valentía y perseverancia, a mis hermanos por su valioso apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los tiempos difíciles que me han dado todo lo que soy como persona con valores y principios”.

Carlos Víctor Huatay Caja



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte por intermedio de sus docentes por su apoyo metodológico para hacer realidad este trabajo de investigación.

A la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A. Por su colaboración con la información para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Los autores.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Limitaciones	17
1.5. Objetivos	17
1.5.1. Objetivo general	17
1.5.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teóricas	21
2.2.1. Mantenimiento.....	21
2.2.2. Evolución del concepto de mantenimiento	21
2.2.3. Objetivos del mantenimiento.....	22
2.2.4. Tipos de mantenimiento.....	22
2.2.4.1. Mantenimiento correctivo.....	23
2.2.4.2. Mantenimiento preventivo.....	23



4.1.5.	Visión.....	38
4.1.6.	Política de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	38
4.1.7.	Organigrama de Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.	39
4.1.8.	Mapa de procesos.....	41
4.1.9.	Plano de distribución del área de mantenimiento	43
4.1.10.	Descripción de las áreas de mantenimiento	44
4.1.11.	Organigrama del área de mantenimiento mecánico.	46
4.1.12.	Flota de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA.....	47
4.2.	Análisis de la gestión de mantenimiento y las causas que incurren en la baja disponibilidad de la maquinaria pesada de la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S. A.	48
4.2.1.	Priorización de la maquinaria pesada que más pérdidas de dinero ha generado por paradas no programadas de acuerdo al Método de Pareto (80-20).	51
4.2.1.1.	Diagrama de Pareto, priorización de la maquinaria pesada que más pérdidas de dinero ha generado por paradas no programadas.	52
4.2.2.	Descripción de los dos tipos de maquinaria pesada en estudio.....	55
4.2.2.1.	Cargador frontal de bajo perfil CAT- R 1300.	55
4.2.2.2.	Jumbo hidráulico DD210 SANDVIK.....	63
4.2.3.	Priorización de fallas por sistemas y tipo de maquinaria mediante Pareto	72
4.2.3.1.	Priorización de fallas por sistemas de los cargadores método Pareto.....	72
4.2.3.2.	Priorización de fallas por sistemas de los jumbos método Pareto	74
4.2.4.	Indicadores de gestión de mantenimiento según Operacionalización de variables 76	
4.2.4.1.	Utilización de la maquinaria	77
4.2.4.2.	Disponibilidad mecánica	78
4.2.4.3.	Operatividad de la maquinaria.....	79
4.2.4.4.	Porcentaje de las reparaciones no programadas.....	80
4.2.4.5.	Número de mantenimientos programados.	81
4.2.4.6.	Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	82
4.2.4.7.	Tiempo promedio de reparaciones (MTTR).....	83
4.3.	Diseño del nuevo plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa MCEISA. 2018.....	84
4.3.1.	Desarrollo del nuevo diseño del plan de mantenimiento	85



4.3.1.1.	Presentación del diseño del plan de mantenimiento	85
4.3.1.2.	Implementar herramientas de gestión	90
4.3.1.3.	Establecer programas de mantenimiento	90
4.3.1.4.	Ejecutar	91
4.3.1.5.	Evaluar	93
4.3.2.	Análisis de las fallas de la maquinaria pesada - MCEISA 2017, con el nuevo diseño de un plan de gestión de mantenimiento	94
4.3.2.1.	Análisis de función, consecuencia y fallas por sistemas de los cargadores frontales	95
4.3.2.2.	Análisis de función, consecuencia y fallas por sistemas de los jumbos hidráulicos	99
4.3.3.	Programa de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA 2018-2019	103
4.4.	Presupuesto del nuevo plan de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA 2018-2021	104
4.4.1.	Tabla y grafica del presupuesto por tipo de maquinaria pesada 2018-2019.....	105
4.4.2.	Diagnóstico del presupuesto de mantenimiento con el nuevo diseño costo- beneficio.....	106
CAPÍTULO 5.	DISCUSIÓN	107
CONCLUSIONES.....		108
RECOMENDACIONES		109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		110
ANEXOS		112



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	34
Tabla 2: Resumen de cargadores CAT R1300	56
Tabla 3: Especificaciones técnicas del motor del cargador frontal	57
Tabla 4: Capacidades de fluido y lubricantes del cargador frontal	58
Tabla 5: Resumen de jumbos hidráulicos Sandvik DD210	64
Tabla 6: Especificaciones técnicas del motor del jumbo hidráulico	65
Tabla 7: Sistema eléctrico del jumbo hidráulico	66
Tabla 8: Priorización de fallas por sistemas de los cargadores por Pareto	72
Tabla 9: Priorización de fallas de jumbos por Pareto	74
Tabla 10: Indicadores de cargadores frontales y jumbos hidráulicos	76
Tabla 11: Análisis de función, consecuencia y falla de los cargadores.	95
Tabla 12: Análisis de falla del sistema Estructura por su consecuencia	96
Tabla 13: Análisis de fallas del sistema transmisión por su consecuencia.	97
Tabla 14: Análisis de función, consecuencia y falla de los Jumbos	99
Tabla 15: Análisis de fallas del sistema Perforadora por su consecuencia.	100
Tabla 16: Análisis de fallas del sistema Hidráulico por su consecuencia	101
Tabla 17: Presupuesto de mantenimiento de la maquinaria pesada	104
Tabla 18: Costos totales por tipo de maquinaria y mano de obra.	105
Tabla 19: Diagnostico del presupuesto costo - beneficio	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de MCEISA.	39
Figura 2: Mapa de procesos.....	41
Figura 3: Plano de distribución del área de mantenimiento.....	43
Figura 4: Organigrama del área de mantenimiento mecánico.....	46
Figura 5: Flota de la maquinaria pesada.....	47
Figura 6: Ishikawa (causa efecto) del área de mantenimiento.....	49
Figura 7: Malas prácticas del área de mantenimiento.....	50
Figura 8: Priorización de la maquinaria pesada.....	51
Figura 9: Diagrama de Pareto priorización de la maquinaria.....	52
Figura 10: Cargador frontal de bajo perfil CAT R 1300.....	55
Figura 11: Vista del motor diese 3306B CAT.....	59
Figura 12: Vista grafica del sistema de monitoreo caterpillar.....	60
Figura 13: Sistema de transmisión del cargador frontal.....	61
Figura 14: Esquema de una válvula principal del sistema hidráulico del cargador frontal.....	62
Figura 15: Jumbo hidráulico SANDVIK DD210.....	63
Figura 16: Vista del motor diésel FL4- 912W DEUTZ.....	67
Figura 17: Vista grafica del sistema de potencia principal.....	68
Figura 18: Sistema de transmisión del jumbo hidráulico DD210.....	69
Figura 19: Panel de palancas de mandos de perforación de un jumbo hidráulico.....	70
Figura 20: Panel de palancas de mandos de posicionamiento de un jumbo hidráulico.....	71
Figura 21: Diagrama de Pareto - priorización de fallas por sistemas de los cargadores.....	73
Figura 22: Diagrama de Pareto - priorización de fallas por sistemas de los jumbos.....	75
Figura 23: Diseño del nuevo plan de gestión de mantenimiento.....	84
Figura 24: Nuevo plano de la distribución de las áreas de mantenimiento.....	87
Figura 25: Nuevo plano de seguridad.....	89
Figura 26: Nuevo Software diseñado de control de mantenimiento.....	92
Figura 27: Grafico de ocurrencias de fallas del sistema estructuras de los cargadores.....	96
Figura 28: Grafico de ocurrencia de fallas del sistema transmisión de los cargadores.....	98
Figura 29: Grafico de ocurrencias de fallas del sistema perforadora de los Jumbos.....	100
Figura 30: Grafico de ocurrencias de fallas del sistema hidráulico de los jumbos.....	102
Figura 31: Grafica de Gantt - programa de mantenimiento de la maquinaria pesada.....	103
Figura 32: Grafica porcentaje del presupuesto del programa de mantenimiento.....	105



RESUMEN

La presente investigación es de tipo descriptiva analítica, que presenta su problema en el área de mantenimiento mecánico debido a las constantes paradas no programadas por fallas imprevistas de la maquinaria pesada de la Empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A; por lo que se tuvo como principal objetivo diseñar un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada, mediante cambios técnicos y operativos que podrán disminuir las paradas no programadas, mejorando el proceso de producción en general.

Luego de analizar y evaluar la situación de la deficiencia de la disponibilidad de los equipos, se presentó el diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica, la cual se encuentra en promedio general en un 86.97%; se espera que con la posible aplicación del diseño de un plan de gestión de mantenimiento la disponibilidad mecánica mejorara en un 92%, dicho diseño de un plan de gestión de mantenimiento es elaborado en base a las oportunidades de mejora del área de mantenimiento de la Empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.,

De la misma manera se hizo la valoración económica del plan de gestión de mantenimiento la cual asciende a un costo de \$. 618, 375.58 en repuestos, mas \$. 615,360.00 que se dejaría de percibir por las paradas en la posible ejecución del nuevo plan de mantenimiento correctivo, ya que al no contar con este diseño la empresa habría perdido \$ 2, 933,800.00 en el año 2017 en horas/maquina.

Se llegó a la conclusión de proponer el diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica, así mismo reducir las constantes paradas no programas y de esta manera aumentar la rentabilidad de la empresa.

PALABRAS CLAVE: Gestión de mantenimiento, baja disponibilidad mecánica, utilización de la máquina, puntos críticos, diseño de mantenimiento.



ABSTRACT

The present investigation is of descriptive analytical type, that presents its problem in the area of mechanical maintenance due to the constant unscheduled stops for unexpected failures of the heavy machinery of the Company Martínez Contratistas E Ingeniería S.A; therefore, the main objective was to design a maintenance management plan to improve the mechanical availability of heavy machinery, through technical and operational changes that may reduce unscheduled downtime, improving the overall production process.

After analyzing and evaluating the situation of the deficiency of equipment availability, the design of a maintenance management plan was presented to improve mechanical availability, which is in general average at 86.97%; it is expected that with the possible application of the design of a maintenance management plan the mechanical availability will improve by 92%, said design of a maintenance management plan is elaborated based on the improvement opportunities of the maintenance area of the Company Martínez Contratistas E Ingeniería SA,

In the same way, the economic evaluation of the maintenance management plan was made, which amounts to a cost of \$. 618, 375.58 in spare parts, plus \$. 615,360.00 That would not be received due to the stops in the possible execution of the new corrective maintenance plan, since by not having this design the company would have lost \$ 2,933,800.00 in 2017 in hours / machine.

It was concluded to propose the design of a maintenance management plan to improve the mechanical availability, as well as reduce the constant stops no programs and in this way increase the profitability of the company.

KEYWORDS: Maintenance management, low mechanical availability, use of the machine, critical points, maintenance design.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En un mundo globalizado en el cual estamos inmersos, la filosofía de gestión de mantenimiento debe de estar orientada hacia una gestión de calidad para mantener una disponibilidad óptima con innovadores diseños de Gestión de mantenimiento. Este hecho ha propiciado que en el contexto actual se hable de la Excelencia Administrativa y la Gestión Temprana como pilares del mantenimiento preventivo, por lo que en estos tiempos modernos, una empresa necesita conocer y aplicar nuevas tecnologías a fin de aportar valor agregado a la misma y lograr reducir las averías imprevistas evitando consecuencias negativas que suelen ser muy costosas. (Suzuki, 1992)

Actualmente el área de mantenimiento de la flota de maquinaria pesada encuentra gran dificultad en determinar las asignaciones de recursos humanos, herramientas y repuestos para una determinada tarea de mantenimiento, por lo que la probabilidad de la disponibilidad de la maquinaria en las operaciones de las empresas disminuye. (Suzuki, 1992)

Ante este panorama, el ambiente empresarial que utiliza maquinaria pesada, sufre constantes transformaciones que obliga a las empresas a definir claramente como analizar y evaluar sus procesos de negocios a través de la medición de su desempeño con el Mantenimiento Productivo Total (TPM), que es una herramienta de gestión, que permite explotar sus activos con eficiencia, eficacia y efectividad. “Las empresas que ponen en práctica el TPM invariablemente logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, la minimización de los tiempos en vacío y pequeñas paradas (algo indispensable en las instalaciones de mantenimiento); en la disminución de defectos y reclamaciones de calidad; en la elevación de la productividad, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes.” (Suzuki, 1992, págs. 2, 3).

Considerando que en el campo de la Ingeniería existen diferentes áreas, siendo una de ellas la de Gestión de Mantenimiento, la misma que hoy en día las empresas aplican a sus flotas de maquinarias pesadas como el eje principal de sus operaciones. En este contexto, el sector de minería no es la excepción y se ha visto incrementado en el desarrollo de sus actividades de extracción, explotación, producción, carguío y acarreo de minerales a los puntos de apilamiento, requiriendo el diseño de un plan de Gestión de mantenimiento claramente definido debido al excesivo desgaste prematuro de la maquinaria.

La Empresa “Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. dedicada al rubro minero, busca dar un servicio de primera calidad mediante su flota de maquinaria pesada de última generación en perfecto estado, sin embargo, en la actualidad la empresa tiene problemas de baja disponibilidad mecánica por paradas no programadas a consecuencia de las constantes fallas en los equipos, según el área de mantenimiento de la empresa.

Recopilando información del área antes mencionada y haciendo un minucioso análisis se pudo evidenciar que la maquinaria tiene un promedio general de disponibilidad mecánica del 86.97%; esto indica que estamos por debajo de lo óptimo considerándose como Disponibilidad Mecánica Óptima 92% en maquinarias pesadas nuevas y 88% en maquinarias pesadas usadas según (Global Services, 1996).

Del mismo modo según la misma fuente, se puede constatar que el promedio de la utilización está en 74.5 %, siendo lo óptimo 90% como mínimo, lo que indica que la maquinaria no se está utilizando dentro de los parámetros establecidos por parte del área de operaciones; en cuanto al promedio de tiempo entre fallas(MTBF) se da cada 49.4 horas; siendo lo óptimo 60 y 80 horas en maquinaria usada y nuevas respectivamente; siendo el tiempo promedio de reparación (MTTR) en 8.4 horas, y lo óptimo es 3 horas en maquinaria nueva y 6 horas en maquinaria usadas.

Todos estos resultados ocasionan a la empresa pérdidas de dinero por cobrar en horas/máquina, reflejando así que la maquinaria está teniendo constantes paradas no programadas. (Ver Anexo 01). Base de datos de disponibilidad y utilización de la maquinaria.

1.2. Formulación del problema

¿Al diseñar un Plan de Gestión de Mantenimiento, mejorará la Disponibilidad Mecánica de la Maquinaria Pesada en la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. – Arequipa, 2018?

1.3. Justificación

Teniendo en cuenta la realidad problemática anteriormente descrita, la presente tesis permitirá planificar y controlar los requerimientos de la maquinaria pesada que se maneja dentro de esta con sus propios activos, brindándole una disponibilidad mecánica que requiere para la optimización de sus operaciones.

Por lo tanto, el diseño de un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada es importante ya que pretende dar alternativas para mejorar la disponibilidad mecánica, de tal manera que minimice las constantes paradas no programadas de la flota.

Esta justificación debe contar con las siguientes razones:

- ✓ Justificación teórica.

Esta investigación se realiza con el propósito de mejorar la disponibilidad mecánica existente, en base a la elaboración del diseño de un plan de gestión de mantenimiento, como instrumento de medición de las horas disponibles sobre las horas programadas que nos daría la disponibilidad real de la flota, cuyos resultados de esta investigación podrá sistematizarse en un diseño de un plan de mantenimiento mejorado, ya que se estaría demostrando que su uso del mismo mejorarían el nivel de disponibilidad mecánica de toda la flota en general.

- ✓ Justificación práctica y aplicada.

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la Empresa “Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.”, que actualmente se encuentra por debajo de los límites, por lo que se requiere que nuestro diseño mejore el proceso de rendimiento de la maquinaria, estableciéndose así una disponibilidad mecánica aceptable, ya que, el fin es optimizar la eficiencia de los factores de la disponibilidad mecánica de la maquinaria, que involucra la evaluación de factores y causas que generan constantes paradas no programadas de la flota; una vez que sea diseñado dicho plan de gestión, podrá ser utilizado en todos los trabajos de mantenimiento, considerando que la maquinaria pesada es el eje principal para la mejora en la producción y generación de utilidades de la empresa.

1.4. Limitaciones

- ✓ Resistencia al cambio por parte de los trabajadores, ya que gran parte de estos no son técnicamente calificados.
- ✓ Acceso restringido al manejo de información del área de mantenimiento que proporciona la empresa sobre los datos históricos de la flota.
- ✓ Los datos no son actualizados porque la empresa es muy celosa de su información financiera.

Sin embargo, se pudo realizar entrevistas directas al Jefe del área de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada y a los trabajadores responsables de cada sub-área; los mismos que nos proporcionan información más relevante para continuar nuestra investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A – Arequipa, 2018.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar la gestión de mantenimiento y las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería – Arequipa 2018.
- Diseñar un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para mejorar la disponibilidad mecánica, tomando como antecedentes factores y causas que generan constantes paradas no programadas de la flota en general.
- Proponer el presupuesto del diseño del plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada de la empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. Arequipa 2018.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Luego de la revisión bibliográfica a nivel internacional, nacional y local, se ha encontrado los siguientes estudios que contribuirán a la presente investigación:

Eduardo Pesantez (2007), en la ciudad de Guayaquil - Ecuador con su tesis titulada: “Elaboración de un plan de mantenimiento Predictivo y Preventivo en función a la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empaedora de camarón”, presentada para optar el título de Ingeniero Industrial en la Escuela Superior Politécnica del Litoral; donde su objetivo principal fue: Elaborar un plan anual de mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos del proceso productivo que presenten un mayor índice de criticidad de una empresa empaedora de camarón, basados en las recomendaciones directas realizadas por los fabricantes de los equipos, así como de las mejores prácticas del mercado y sus principales conclusiones fueron:

La operatividad del proceso productivo depende directamente de las condiciones en las que se encuentran los equipos que intervienen en él, por lo tanto, este trabajo de investigación estuvo orientado a permitir la correcta operación de los mismos por medio del plan de mantenimiento predictivo y correctivo presentado.

Concordamos con el autor que es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado. El no tener un plan, hizo que la empresa se dedicara a actuar resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la planta realizando ciertas tareas de mantenimiento no programadas basadas en las experiencias de los técnicos o sobre la base de las averías que se presentaban.

Sin embargo, no coincidimos en que las actividades de inspección, limpieza y manutención deben ser realizadas por los técnicos de la empresa y salvo aquellos mantenimientos predictivos que requieran de un mayor nivel de tecnología, o ciertos mantenimientos preventivos que utilicen herramientas o equipos específicos deberán ser atendidos por los recursos externos (contratistas); desde nuestro punto de vista es mejor que el personal debería ser capacitado para dichas actividades y contar con equipos y herramientas necesarias; de no ser así implicaría una inversión adicional para realizar mantenimientos eventuales que no darían ningún valor agregado a la empresa.

Por otra parte, Ricaldi Arzapalo (2013), en la ciudad de Lima, con su tesis titulada “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento”, que se presentó para optar el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; arribó a las siguientes conclusiones:

De acuerdo a su conclusión con respecto al porcentaje de disponibilidad no concordamos con el autor, ya que menciona que una forma de medir el desempeño del área fue a través de dos indicadores. El primer indicador hace referencia a los costos de mantenimiento con respecto a los ingresos generados, solo se destina un 6% de los ingresos a los costos de mantenimiento, por lo que se concluye que, si bien se trata de reducir costos por el lado del mantenimiento de los camiones, posiblemente esto se vea incrementado en los costos de oportunidad que los camiones dejan de percibir al encontrarse indisponibles por desperfectos mecánicos. El segundo indicador muestra la disponibilidad de los camiones de Interregional. Actualmente, la flota presenta el 85% de disponibilidad, lo que marca un índice aceptable.

No obstante, coincidimos con el autor en su conclusión donde recalca que las propuestas para mejorar la capacidad del personal consistieron en programas de capacitaciones tanto para el personal del área de mantenimiento como para los conductores.

Desde nuestro punto de vista sobre los tipos de mantenimiento coincidimos con el autor quien manifiesta que las propuestas de mejora para la ejecución de las tareas de mantenimiento consistieron en desarrollar distintos tipos de mantenimiento. En primer lugar, el mantenimiento autónomo a cargo de los conductores, el mantenimiento preventivo donde se programan tareas en las que puede definirse cierta periodicidad de desarrollo y, por último, el mantenimiento correctivo tanto para las tareas de mantenimiento programadas como para aquellas se surgen aleatoriamente.

Del mismo modo Da Costa Burga (2010), en la ciudad de Lima, con su tesis titulada “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción”, que se presentó para optar el grado de Ingeniero Mecánico en la Pontificia Universidad Católica del Perú; donde sus principales conclusiones fueron:

Primero se realizó una adecuada identificación de los problemas que nos dificultan la maximización de la función de los motores a gas de dos tiempos a través del Análisis de modo, fallas, causas y efectos (AMEF), donde podemos coincidir con el autor en dicha conclusión.

Al definirse los modos y las causas de las fallas se pudieron establecer la criticidad de cada una ellas y el impacto en las metas de producción, mantenimiento, salud y medio ambiente, así como su priorización.

Mediante el desarrollo de la metodología a lo largo del desarrollo del tema se determinaron las siguientes estrategias de mantenimiento para la eliminación de las causas de las fallas identificadas: optimización del mantenimiento preventivo, implementación de mantenimiento predictivo.

Del mismo modo en sus conclusiones descritas anteriormente también podemos llegar a la misma idea con respecto a la gestión de mantenimiento.

A su vez, Rodríguez Del Águila (2012), en la ciudad de Cajamarca con su tesis titulada “Propuesta de Mejora de la gestión de mantenimiento basada en la Mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca”, que se presentó para optar el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte, donde su objetivo principal es “demostrar la factibilidad técnica y económica de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera para aumentar la disponibilidad mecánica en dichos equipos con reducción de costos” y que llegó a las conclusiones:

Se estableció como indicadores para medir la gestión de mantenimiento en equipos de acarreo.

Mantenibilidad a través del MTTR como el tiempo promedio entre el momento cuando ocurre la falla en un equipo y el momento cuando ésta es reparada.

Disponibilidad mecánica que analiza la disponibilidad de los equipos con respecto a las horas de operación y las horas totales de producción.

Backlogs: que ha permitido analizar el tiempo que permanecen las tareas de mantenimiento en espera.

Costo de variación de mantenimiento que analiza el porcentaje de costos de mantenimiento excedente con respecto a lo programado; con respecto a esta conclusión podemos mencionar que es muy importante establecer indicadores para medir la gestión de mantenimiento como lo describe el autor.

En la presente conclusión del autor coincidimos donde menciona que se analizaron las propuestas de mejora de manera técnica y económica alineados a las estrategias planteadas de la gestión de mantenimiento. Desde capacitación del personal, contratar personal de calidad y para gestión de inventarios, así como de implementar un módulo de un ERP, junto con un plan de renovación de equipos. Los costos relacionados a estas propuestas equivalen a 122 mil dólares para el año 0 (2012).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mantenimiento

Se puede definir como las secuencias de un determinado procedimiento para una actividad, minimizando los daños de un componente reflejado en un menor gasto económico con una tendencia a mejorar algunas fallas, según Pérez (2010), citado por Segundo Tasilla (2016).

2.2.2. Evolución del concepto de mantenimiento

Según, (Rodríguez, 2012) menciona “El mantenimiento es un conjunto de actividades que permiten mantener un equipo, sistema o instalación en condiciones operativas de tal forma que cumpla las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados o restablecer dicha condición cuando esta se pierde”.

Por otra parte, MANUEL R. PRANDO citado por (Rodríguez, 2012) señala: “El mantenimiento consiste en prevenir fallas en un proceso continuo, principiando en la etapa inicial de todo proyecto y asegurando la disponibilidad planificada a un nivel de calidad dado, al menor costo dentro de las recomendaciones de garantías y uso de las normas de seguridad y medio ambiente aplicables”

Así mismo (Muñoz, 2008) dice partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento Preventivo.

A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónicas, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo, por el cual intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema.

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis fisicoquímicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al

Mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de Datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el

diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles.

Del mismo modo, (Knezevic, 1996) indica “para que un sistema recupere la capacidad de realizar una función es necesario realizar unas tareas especificadas conocidas como tareas de mantenimiento. Siendo las más comunes las de limpieza, ajuste, lubricación, pintura, calibración, sustitución, reparación restauración renovación etc.”

2.2.3. Objetivos del mantenimiento

El mantenimiento tiene como objetivos, según (Rodriguez, 2012):

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

2.2.4. Tipos de mantenimiento

Según (Muñoz, 2008) Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.

Los tipos de mantenimiento que se tienen que estudiar son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total.

2.2.4.1. Mantenimiento correctivo

Además, SOLER, (2012), Citado por (Flores, 2016) "Este tipo de mantenimiento interviene cuando una falla está presente donde el equipo no puede seguir con su función, la falta de preventivo conlleva desarrollara un mantenimiento correctivo, minimizando podremos reducir costos significativos"

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Este mantenimiento, tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete el bien a una mayor exigencia.

La mayor cantidad de problemas están en las fallas imprevistas por lo que se tiene que realizar un mantenimiento correctivo, una alternativa de solucionar una avería presentada en un determinado momento, las cuales se pueden presentar de dos formas mantenimiento correctivo inmediato y un mantenimiento correctivo diferido, en este caso los equipos dejan de realizar su función, en el primer caso se realizara una reparación mínima donde se podrá solucionar en el instante.

2.2.4.2. Mantenimiento preventivo

También denominado "mantenimiento proyectado" se da antes de que ocurra la falla. Según FERREN citado por (Gonzales, 2016), Consiste en servicios de inspección, control conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir detectar o corregir defectos tratando de evitar fallas. Esto quiere decir que el mantenimiento preventivo es aquel que se realiza periódicamente para mayor vida útil de cada equipo al que se le aplique para un debido seguimiento.

Por otra parte, (Muñoz, 2008) hace mención al mantenimiento preventivo como: "el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema".

Esta misma autora, hace mención sobre las desventajas que presenta este sistema, las cuales son:

- ✓ **Cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para

realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo costo es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- ✓ **Problemas iniciales de operación:** cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- ✓ **Costo en inventarios:** el costo en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- ✓ **Mano de obra:** se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- ✓ **Mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

2.2.4.3. Mantenimiento predictivo

“El mantenimiento predictivo es el conjunto de técnicas que permiten, reduciendo los costos del programa de mantenimiento tradicional. Al mantenimiento preventivo y correctivo, asegurar la disponibilidad y rendimiento de los elementos que componen los equipos” (Flores, 2016)

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. (Flores, 2016)

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos.

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

2.2.4.4. Mantenimiento de productivo total (TPM)

Para (Escalante, 2016) el mantenimiento productivo total tiene diferentes apreciaciones las cuales son:

El TPM es un método para mejorar e incrementar la productividad de la fabricación. Consiste en la aplicación práctica de datos sobre disponibilidad, cumplimiento del programa y calidad del producto. Con estas mediciones, la eficiencia global del equipo. Indica el uso óptimo de recursos.

EL TPM no es simplemente una estrategia de mantenimiento, sino un enfoque más integral de los mejoramientos de la productividad. Pensar que es solo una estrategia de mantenimiento seria pasar por alto la complejidad del concepto y subestimar el potencial de mejoramientos.

EL TPM se orienta a minimizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión, de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que posee las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

TPM No es:

1. Un plan que se pone en práctica por una temperatura y luego se deja en el olvido.
2. Un servicio de reparación general de máquinas.
3. Una tarea más que desempeñar.

Por el contrario:

1. Una nueva cultura que llega para quedarse.
2. Una forma de traer las maquinas a su óptima condición y conservarla así.
3. Una práctica que hace nuestro trabajo más fácil

2.2.4.4.1 Objetivos del TPM

(Escalante, 2016) Menciona que los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de reparación de los equipos
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión .de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

Objetivos estratégicos: el proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuestas reducción de costos operativos y conservación del conocimiento industrial.

Objetivos operativos: EL TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de perdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Objetivos organizativos: EL TPM busca fortalecer el trabajo en equipos, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer el sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

Si se intenta mejorar el rendimiento del equipo hasta su nivel máximo. Y que el mantenimiento sea fácil, esta situación no se puede encarar de forma general. Se necesitan objetivos del TPM para establecer una dirección lógica para la instalación de TPM.

2.2.4.4.2 Metas del TPM

Además, (GARCIA, 1998) citado por (Escalante, 2016) argumento “EL TPM es el sistema de mantenimiento productivo total realizado por todos los empleados de la compañía a través de actividades de pequeños grupos. El TPM incluye las seis metas siguientes”:

- Crear una misión corporativa para mejorar la eficiencia de los equipos.
- Usar un enfoque centrado en productividad y mantenimiento autónomo por los operadores.

- Involucrar a todos los departamentos y todo el talento humano de la organización es la implementación del TPM.
- Implantación óptima del mantenimiento, administrado por el departamento de mantenimiento.
- Implementar las actividades de pequeños grupos basados en capacitación y adiestramiento.
- Un programa de gestión de equipos inicial para prevenir problemas que puedan surgir durante en marcha de una nueva planta o un nuevo equipo.

2.2.4.4.3 Ventajas y desventajas del TPM

Según la misma fuente antes mencionada resalta que, el equipo sometido al TPM será elevado a su desempeño óptimo, corrigiendo cualquier discrepancia o anomalía encontrada. También será adaptada con modificaciones principalmente sugeridas por el operador y supervisores de producción, analizadas y aprobadas por el equipo de trabajo en conjunto. Esas modificaciones y mejoramiento no solo cubren la maquina misma, si no el área alrededor suyo. Filtros o radiadores anticuados son remplazados por unos de diseños avanzados, y con ese ejemplo muchos cambios que nos lleva a una condición ambiental superior.

Una maquina más limpia y mejor conservada tiene menor probabilidad de sufrir una falla, cualquier anomalía que pudo derivar en un problema mayor, será detectada y resuelta en sus etapas iniciales. En términos de costo monetario, el resultado de un mejor mantenimiento se traduce en utilidades.

Ventajas:

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Desventajas:

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

2.2.5. Gestión del mantenimiento

Según (RICALDI, 2013) manifiesta que, actualmente, es poca la valoración que se les brinda a los departamentos de mantenimiento, debido a que los directivos no suelen prestar mucha atención a elementos como este que son esenciales para el éxito de las organizaciones. Principalmente, se debe a que están ocupados resolviendo los problemas del día a día, razón por la cual no tienen tiempo para reflexionar respecto a los resultados obtenidos del área de mantenimiento.

Como resultado se obtienen grandes costos de parada de producción, costos de reparación o cambio de piezas y costos por la producción que no cumple con los requerimientos del producto. A ello si le agregamos la dura presión que la globalización ejerce sobre la determinación de precios, entonces la rentabilidad de las organizaciones se ve minimizada

Frente a ello surge la necesidad de administrar con liderazgo las tareas de mantenimiento, mediante la planificación y programación, desarrollando el mantenimiento preventivo acompañado de un control de abastecimiento de repuestos y, lo que resultaría muy importante, administrando los datos técnicos de procesos con la finalidad evaluar la situación real de la organización para la toma de decisiones pertinentes.¹ A esto se conoce como la gestión del mantenimiento.

2.2.6. Factores relacionados con la gestión del mantenimiento

(Rodríguez, 2012) Manifiesta Hay varios factores adicionales que están estrechamente relacionadas con las medidas de mantenimiento descritas, de las que dependen considerablemente. Se incluyen varios factores logísticos, como:

1. Respuesta de aprovisionamiento o probabilidad de tener un repuesto disponible cuando se necesite, tiempo de demora en la entrega de ciertos elementos, niveles de inventario.
2. Efectividad de equipos de prueba y apoyo, fiabilidad y disponibilidad del equipo de prueba, uso del equipo de prueba, minuciosidad de la prueba del sistema, etc.
3. Disponibilidad y uso de las instalaciones de mantenimiento.
4. Tiempos de transporte entre las instalaciones de mantenimiento.

2.2.7. Relación entre mantenibilidad y gestión del mantenimiento

La mantenibilidad, como característica de diseño, está estrechamente relacionada con el área del apoyo del sistema, ya los resultados de la mantenibilidad afectan directamente a los requisitos de mantenimiento. Así, cuando se especifican los factores de la mantenibilidad, se deben también considerar los requisitos cualitativos y cuantitativos para apoyo del sistema, a fin de determinar los efectos de un área en otra. (Rodríguez, 2012)

El indicador clave para la mantenibilidad es frecuentemente el tiempo medio para reparar (MTTR).

MTTR = Horas de paralización/número de paralizaciones.

La baja mantenibilidad en la gestión de mantenimiento afecta directamente en la disponibilidad de los equipos. La disponibilidad es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un elemento/Equipo. Es una medida extremadamente importante.

Disponibilidad mecánica (%) = $\frac{\text{Hora operación}}{\text{Horas operación} + \text{Hrs de paradas por mantto.}}$

2.2.8. Concepto y objetivos del mantenimiento industrial

Según, (Gonzales, 2016) indican que el mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paradas no programadas de las máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costos.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas mecánicas.

2.2.9. Indicadores del desempeño del nivel de calidad en el mantenimiento

(Nakajima, 1991) Se explica, “si se desea practicar un TPM rentable y perseguir una óptima efectividad del equipo, son cruciales los dos factores; se deben mantener registros precisos de la operación del equipo y se debe diseñar una escala precisa para medir las condiciones de operación de equipo”. Por lo que se necesita establecer indicadores.

Es frecuente que el personal de mantenimiento se encargue de controlar la disponibilidad de los equipos ya que este mide la eficiencia general del departamento. La disponibilidad es una medida de funcionamiento del equipo. Sin embargo, en el área de mantenimiento es frecuente desconocer los calores del nivel de rendimiento de estos equipos.

(Nakajima, 1991) Dice si se llega a deteriorar este nivel, se cuestiona la causa y frecuentemente se asume como causa aquellos problemas que operativos y que nada tiene que ver con la función de mantenimiento. Esta falta de trabajo en equipo y con intereses comunes, hace que sea más difícil obtener las verdaderas fuentes de pérdida, por este motivo si en una empresa existen comportamientos frecuentes como “yo reparo el equipo y tú lo operas”, va a ser imposible mejorar la OEE de una planta.

Según (Global Services, 1996) indica que los indicadores para medir el desempeño del nivel de la calidad en el mantenimiento de los equipos que se utilizan son;

- Mean Time Before Failure (MTBF) Tiempo Promedio Entre Fallas.
- Mean Time to Repair (MTTR) Tiempo Promedio Entre Reparación.
- Disponibilidad Mecánica (%) = $\frac{\text{Hora operación}}{\text{Horas operación} + \text{Hrs. paradas por mantto.}}$

2.2.9.1. Tiempo medio entre fallas (MTBF)

El Tiempo Medio Entre Fallas conocido como MTBF, por sus siglas en inglés (Tiempo medio entre fallas), es un indicador que representa el tiempo promedio en el que un equipo funciona sin fallas, dicho de otra forma, el tiempo promedio que transcurre entre una falla y la siguiente. Se obtiene de la siguiente manera: (Global Services, 1996)

Tiempo productivo = Tiempo disponible – Tiempo de inactividad (por fallas)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Número de fallas}}$$

Óptimo: 80 Hrs. en equipos nuevos y 60 Hrs. equipos usados

2.2.9.2. Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

Este indicador muestra el tiempo promedio que demoran las reparaciones o intervenciones a la máquina por motivos mecánicos. Es el tiempo que la máquina se encuentra bajo el estado de reparación (inoperativa para el trabajo). Proporciona información sobre la adecuada gestión del planeamiento y del taller, incluyendo al área logística y otras áreas de la empresa involucradas con la atención de los recursos necesarios para la ejecución de los servicios.

El Tiempo Medio Entre Reparaciones conocido como MTTR, por sus siglas en inglés (Mean Time Through Repair), es una medida que indica el tiempo estimado que un equipo estará parado mientras es reparado. Se obtiene de la siguiente manera: (Global Services, 1996)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de inactividad (por fallas)}}{\text{Número de fallas}}$$

Óptimo: entre 3 y 6 horas

MTTR: > ó = 3 horas significa un alto porcentaje de reparaciones no programadas.

MTTR: > 6 horas significa ineficiencias o excesivas demoras en las reparaciones.

2.2.9.3. Disponibilidad mecánica (DM)

La disponibilidad mecánica está definida como la relación entre las horas trabajadas y las horas usadas en reparación.

Según (Rodríguez, 2012) Para un período determinado, es calculado dividiendo el número de horas trabajadas entre la suma de horas trabajadas y las horas usadas en las paradas mecánicas.

Este indicador por sí solo no es un buen referente para medir una gestión de mantenimiento, porque nada nos dice sobre lo que ocurrió en el intervalo de medición.

$$DM = \frac{\text{Horas programadas} - \text{Hras operadas por reparacion}}{\text{Horas programadas}} * 100$$

Optimo: 92% en Maquinaria Nueva y, 88% en Maquinaria Usada.

2.3. Definición de términos básicos.

(Duffuaa, 2000), en su libro define los siguientes términos:

Componentes críticos: Un componente critico es aquel que requiere de nuestra mayor atención y todo el cuidado en su etapa de montaje, para que no sea dañado en forma permanente y por lo tanto inutilizándolo para su funcionamiento.

Disponibilidad mecánica: corresponde al porcentaje de tiempo en que el equipo esté disponible para operar y realizar la función para la cual fue diseñado.

Falla: incapacidad de la maquinaria para realizar la función para la cual fue creada.

Gestión de mantenimiento: es un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de sistemas de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida.

Herramientas: conjunto de instrumentos que se utilizan para desempeñar un oficio o un trabajo determinado.

Paradas: interrupción o finalización de un movimiento, acción o actividad.

Programa de mantenimiento: es el conjunto de tareas programadas en un tiempo determinado.

Reparación: Reposición de un equipo a una situación tolerable mediante la renovación o el reemplazo general de las piezas que están dañadas o gastadas.

TPM: mantenimiento productivo total, es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones de los equipos.



CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.

3.1. Formulación de la hipótesis

El diseño de un plan de gestión de mantenimiento, mejora la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería s.a. – Arequipa, 2018

3.2. Variables

Variable dependiente.

Diseño plan de gestión de mantenimiento.

Variable independiente.

Disponibilidad de la maquinaria

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES:	INDICADORES:
Diseño de plan de gestión de mantenimiento.	Diseñar un plan de gestión de mantenimiento es utilizar de manera efectiva y eficiente los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento de la maquinaria utilizando herramientas de confiabilidad. (Rodríguez, 2012)	Utilización de la maquinaria	Porcentaje de Utilización de la máquina
		Objetivos del mantenimiento de la maquinaria	Porcentaje de operatividad de las maquinas
			Porcentaje de reparaciones no programadas
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES:	INDICADORES:
Disponibilidad de la maquinaria	Disponibilidad Mecánica es una manera de cuantificar cuanto tiempo está funcionando su equipo desempeñando funciones planificadas. La meta es minimizar el tiempo muerto por paradas no programadas, mediante el mejoramiento de la fiabilidad del proceso y del equipo. (García, 2017)	Tiempo de funcionamiento de la maquinaria	N° de horas de mantenimiento programado
		Mejoramiento de la fiabilidad de la maquinaria	Tiempo medio de reparación (MTTR)
			Tiempo medio entre fallas (MTBF)
			Disponibilidad mecánica (DM)

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño de investigación

La presente investigación utiliza el diseño descriptiva analítica pues manifiesta Hernández, (2010), tiene como objetivo la descripción de los fenómenos y que se pretenda analizar; sin embargo, Espinoza en el 2014, citado por Eduardo García (2017) menciona que las gestiones entre las pruebas indican si hubo o no paradas innecesarias en los equipos.

Siendo M la muestra y O la observación

M: Maquinaria pesada

O: Gestión de mantenimiento

3.5. Material de estudio

3.5.1. Unidad de estudio

Para la siguiente investigación la unidad de estudio está conformada por cada una de las máquinas de la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

3.5.2. Población

La población está conformada por toda la flota de maquinaria pesada (43 unidades) de la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

3.5.3. Muestra

Ha sido elegida por conveniencia amparándonos en el tipo de muestreo NO Probabilístico, que según Hernández Sampieri (2014), en su libro Metodología de la Investigación (6ª ed., pp. 170-191), mencionan que es una técnica comúnmente usada. Selecciona casos o unidades por uno o varios propósitos, no pretende que los casos sean estadísticamente representativos de la población y consiste en seleccionar una muestra de la población por el hecho de que sea accesible. Es decir, los individuos empleados en la investigación se seleccionan porque están fácilmente disponibles. En este tipo de muestras, se eligen a los individuos utilizando diferentes criterios relacionadas con las características de la investigación.

Por lo tanto, y en base a la definición antes descrita; se eligió la muestra a través de la metodología de Pareto, que arroja un total de 29 unidades.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

3.6.1.1. Entrevistas directas al personal del área de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada

- **Proceso:**

- ✓ Entrevista: Al Jefe del área de Mantenimiento Mecánico de maquinaria Pesada y a los trabajadores responsables de cada sub-área.

Considerando una duración de tiempo máximo de la entrevista 30 minutos al Jefe del Área de Mantenimiento y 20 minutos a los responsables de cada sub-área.

Siendo el lugar de las entrevistas: Taller de Mantenimiento Mecánico de Maquinaria Pesada de Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

- **Instrumentos:**

- ✓ Grabadora digital
- ✓ Papel y lapiceros
- ✓ Cámara fotográfica.

3.7. Análisis documental.

- ✓ Análisis del estado actual del área de mantenimiento.
- ✓ Análisis de los indicadores de gestión.

- **Procedimiento:**

- ✓ Recopilar todo el historial de fallas de la maquinaria pesada del periodo en estudio año 2017.

- **Instrumentos:**

- ✓ Office 2013 (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft power point)
- ✓ Auto Cad
- ✓ Método de Pareto
- ✓ Diagrama Ishikawa

Los datos recogidos serán procesados mediante las herramientas de software como son: Microsoft - Excel representados a través de tablas y gráficos, con ayuda de éstos analizaremos los modos de fallo para tomar acciones correctivas.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Presentación de la empresa

4.1.1. Descripción de la empresa

MARTINEZ CONTRATISTAS E INGENIERIA S.A., con nombre comercial MCEISA ubicada en Jr. Cajamarquilla Nro. 672 Urb. Azcarrunz Bajo en Lima / Lima / San Juan De Lurigancho. El teléfono principal es 01 459 0545.

Esta empresa fue fundada el 09/04/1997, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una SOCIEDAD ANONIMA. MARTÍNEZ CONTRATISTAS E INGENIERIA S.A. - MCEISA, con RUC 20344764540, debidamente inscrito en el Registro de Empresas Contratistas Mineras de la Dirección General de Minería con el N° de Registro 0125108508 del Ministerio de Energía y Minas, es una Empresa de Capital Privado dedicado exclusivamente al servicio de la Ingeniería Minera y de la Construcción, con más de 20 años en el mercado peruano.

Empresa contratista minera dedicada a la ejecución de obras y servicios especializados en la actividad minera y construcción civil, siendo nuestra prioridad el cuidado del Capital Humano, Medio Ambiente y Calidad

4.1.2. Principales actividades

- ✓ SECTOR MINERO
- ✓ CONTRUCCION CIVIL

4.1.3. Principales clientes

- ✓ Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.
 - U.O. Orcopampa - Arequipa
 - U.O. Uchuchacua – Oyón - Lima
 - U.O. colpa - Huancavelica
- ✓ Cía. Minera Milpo S.A.
 - U.O. Atacocha – Cerro de Pasco
 - U.O. El Porvenir – Cerro de Pasco
- ✓ Cía. Minera Bateas S.A.
 - U.O. Caylloma - Arequipa

4.1.4. Misión

- ✓ MCEISA es una empresa especializada que presta servicios a la industria minera y construcción civil, con altos estándares en la gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de sus colaboradores, cuidando el Medio Ambiente, cumpliendo con estándares de Calidad y generando rentabilidad a sus accionistas.

4.1.5. Visión

- ✓ Ser la empresa líder en servicios especializados en la industria minería subterránea y construcción civil en el Perú, orientados a la satisfacción de nuestros clientes y proveedores.

4.1.6. Política de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

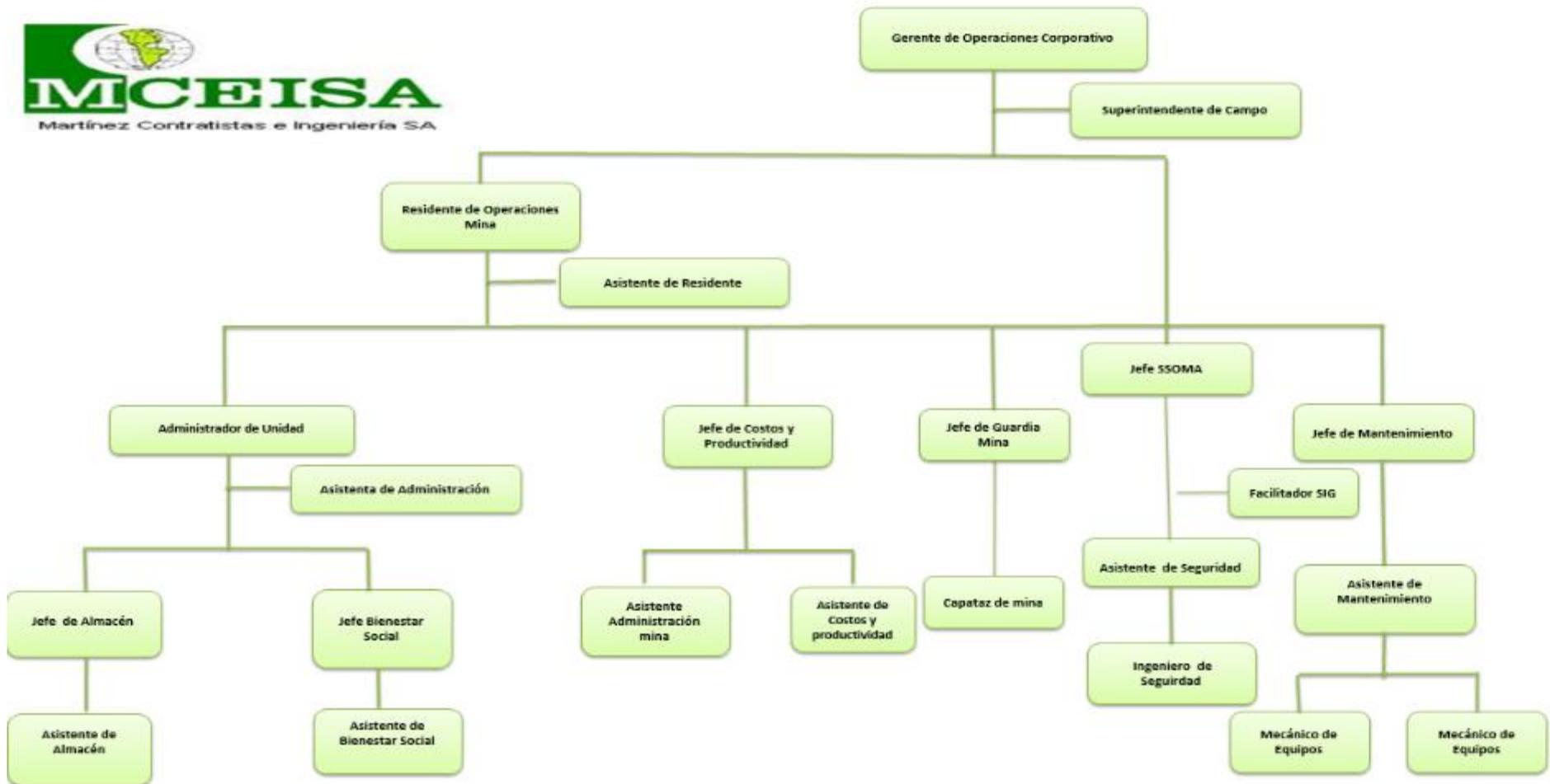
Somos una empresa dedicada a la actividad minera desempeñándose en los servicios de exploraciones, desarrollo, preparación, explotación y transporte de materiales en general en interior mina, con sus respectivos procesos de soporte y procesos estratégicos.

Nuestros compromisos son:

- a. Cumplir con nuestros objetivos y metas de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y los requisitos del cliente; de acuerdo con la misión y visión de nuestra empresa.
- b. Prevenir lesiones y enfermedades ocupacionales de nuestros trabajadores, visitantes, proveedores y todo personal bajo la influencia de MCEISA con la mejora de las condiciones seguras de trabajo y del desempeño en la gestión de seguridad y salud ocupacional.
- c. Prevenir la contaminación al medio ambiente, controlar y minimizar los impactos ambientales significativos generados por las actividades de cualquier personal bajo la influencia de MCEISA.
- d. Desarrollar y asegurar la mejora continua del SIG, del desempeño en SSO, de nuestros procesos y del medio ambiente, haciendo compatible e integrándolo con los otros sistemas de gestión de la empresa.
- e. Garantizar la consulta y participación de los trabajadores y sus representantes en los elementos del sistema de gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- f. Capacitar, sensibilizar y motivar a nuestros trabajadores subcontratistas o visitantes para que desarrollen sus actividades aplicando una cultura preventiva de Seguridad Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
- g. Cumplir con la legislación vigente aplicable y otros requisitos asumidos por la empresa, relacionados con la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

4.1.7. Organigrama de Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

Figura 1: Organigrama de MCEISA.



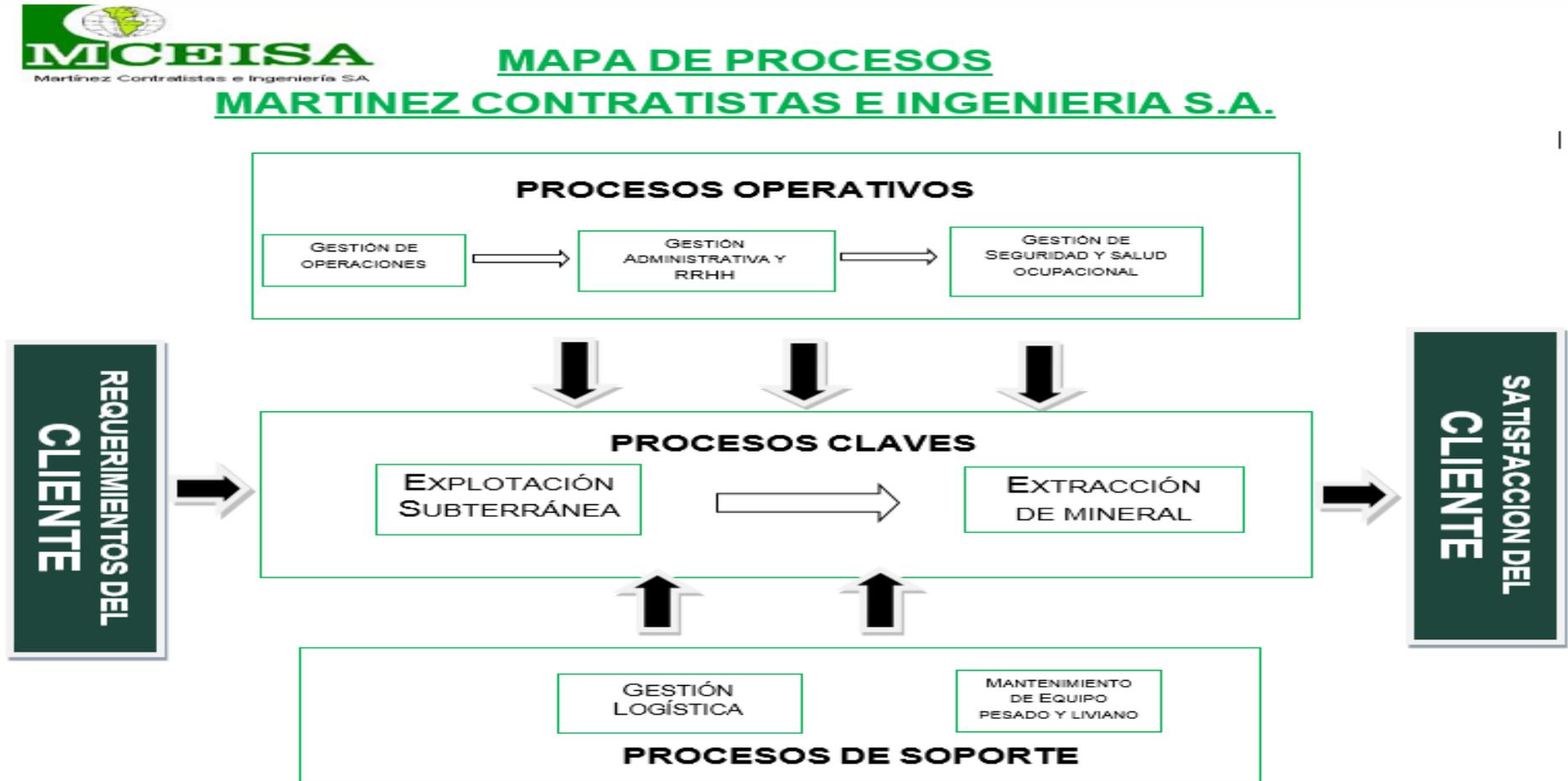
Fuente: Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.



En la figura N° 01, se muestra el Organigrama de toda la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.; donde se tiene al Gerente De Operaciones Corporativo que trabaja en coordinación con el Superintendente de campo, que viene a ser el profesional que supervisa los proyectos de todas las unidades a nivel nacional, y en cada Unidad operativa se encuentra encabezado por un residente de Operaciones Mina, quien a su vez trabaja en coordinación con su asistente de residente; los que tienen a su cargo la responsabilidad de dirigir la ejecución de los proyectos apoyados por las diferentes áreas de soporte como son: Administración, Costos y presupuestos, Jefe de Guardia, Jefe de SOMA y Jefe de Mantenimiento; cada una de estas áreas de soporte tienen personal a cargo que realizan trabajos en conjunto para la ejecución del proyecto de una determinada Unidad operativa.

4.1.8. Mapa de procesos

Figura 2: Mapa de procesos.



Fuente: Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

En la figura N° 02, Se muestra el mapa de procesos de la empresa MCEISA; donde podemos evidenciar cada uno de sus procesos como son: Procesos operativos, Procesos clave y Procesos de soporte.

Como procesos operativos tenemos:

- ✓ Gestión de operaciones responsable legal de la empresa y en ese sentido vela por el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten los negocios y operaciones de la empresa.
- ✓ Gestión administrativa y RR.HH. que se encarga de efectuar una planificación de personal; es decir, determinar cuál es la necesidad de mano de obra que va a tener la empresa en una época determinada, qué tipo de perfiles van a ser los necesarios, qué tipo de contratos van a realizarse y cuál será su costo.
- ✓ Gestión de seguridad y salud ocupacional, tiene por finalidad contribuir a la mejora de las condiciones y factores que pueden afectar el bienestar de todas las personas que se encuentren dentro de las instalaciones de la empresa, a través de la inserción de todas aquellas medidas de prevención y protección que permitan salvaguardar la ocurrencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales.

Como procesos clave tenemos:

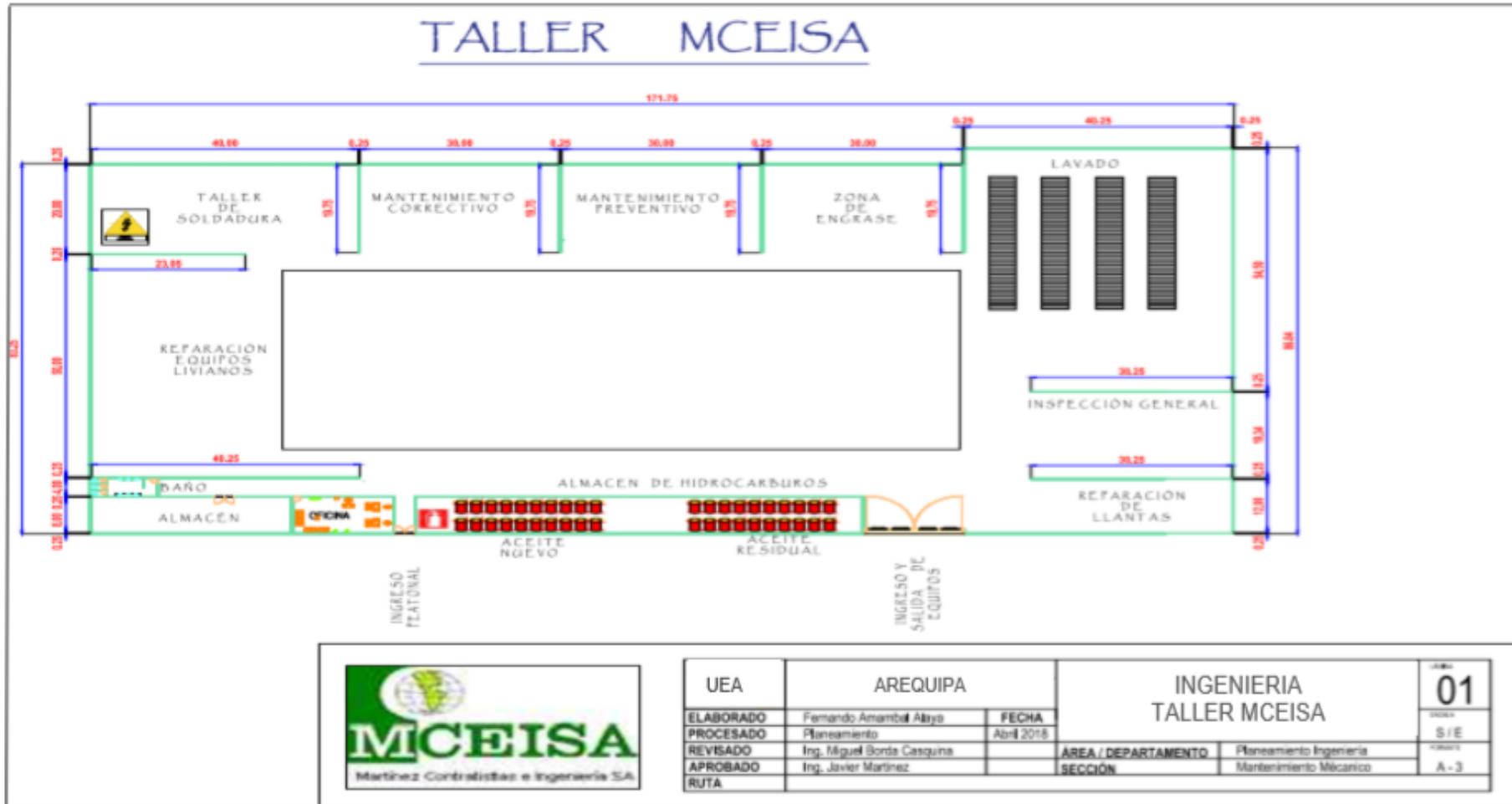
- ✓ Explotación subterránea, es aquella explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. La explotación de un yacimiento mediante minería subterránea se realiza cuando su extracción a cielo abierto no es posible por motivos económicos, sociales o ambientales.
- ✓ Extracción de Mineral, son trabajos que realiza la maquinaria pesada desde el carguío, acarreo y descarga del mineral hacia la planta de procesamiento.

Como procesos de soporte tenemos:

- ✓ Gestión logística, área de soporte que tiene la función logística encarga de la gestión de los flujos físicos (materias primas, productos acabados y se interesa a su entorno). Las actividades logísticas son el motor de trabajo de la eficacia de las áreas de comercialización y producción y enlazan el punto y momento de la producción o compra, y el punto y momento del consumo.
- ✓ Mantenimiento de maquinaria pesada, se encarga de proporcionar oportuna y eficiente, los servicios que requiera la maquinaria pesada logrando una alta disponibilidad mecánica tanto en mantenimiento preventivo y/o correctivo.

4.1.9. Plano de distribución del área de mantenimiento

Figura 3: Plano de distribución del área de mantenimiento



Fuente: Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

En la figura N° 03 se muestra el plano de distribución del área de mantenimiento, donde se cuenta con las siguientes Sub-áreas que se describen a continuación.

4.1.10. Descripción de las áreas de mantenimiento

✓ Oficina principal del área de mantenimiento

La oficina principal de Mantenimiento de Maquinaria pesada de Martínez contratistas E Ingeniería S.A., es el lugar donde se realiza el trabajo de gestión a cargo del jefe del área de mantenimiento y es el que da el visto bueno para la atención a los equipos con fallas o mantenimientos preventivos y poder ser atendidos.

✓ Taller de soldadura.

Donde se realiza trabajos de soldadura, así mismo se realizan diferentes tipos de reparaciones de la maquinaria pesada, dichos trabajos en caliente son identificados como de alto riesgo por lo que se utiliza las herramientas y equipo de Protección personal adecuadas para cada trabajo.

✓ Área de mantenimiento correctivo.

Donde se realiza reparaciones de maquinarias que han tenido paradas por fallas imprevistas. Es el área encargada de realizar reparaciones mayores que presenta la maquinaria ya sea por mantenimiento programado o por paradas no programadas.

✓ Área de mantenimiento preventivo

Es el área donde se realizan mantenimientos netamente programados que se ejecutan para prevenir y detectar a tiempo las averías en la maquinaria, ya que si no se realiza a tiempo o en el tiempo programado nos llevarían a futuro la interrupción de las operaciones.

✓ Zona de engrase

Área donde se engrasa todas las articulaciones de la maquinaria pesada como son: crucetas, ejes cardanes, ejes oscilantes, dirección y además las articulaciones que se engrasa en cada turno como son los de la cuchara y tolva respectivamente.

✓ Zona de lavado.

Área que es exclusivamente para dar el servicio de lavado y pulverizado de la maquinaria con el fin de mantenerlos operativos y en óptimas condiciones. A demás para poder retirar el lodo o sustancias ácidas que están en contacto con la maquinaria, este trabajo se realiza antes de ser ingresado a cualquier área de mantenimiento y/o reparación.

✓ **Área de reparación e inspección de neumáticos.**

Ambiente donde se realiza reparación e inspección completa de los neumáticos de la maquinaria, donde se mide la presión de inflado (PSI), estado de cocada de los neumáticos que se encuentren dentro de los parámetros establecidos.

✓ **Área del almacén de hidrocarburos**

Ambiente que sirve para el almacenamiento de hidrocarburos, es un lugar de acceso restringido por presentar riesgos de derrame y contaminación ambiental y/o peligro de incendios por ser productos inflamables, por lo que se tiene fácil acceso a los equipos de emergencia.

✓ **Área de reparación de equipo liviano**

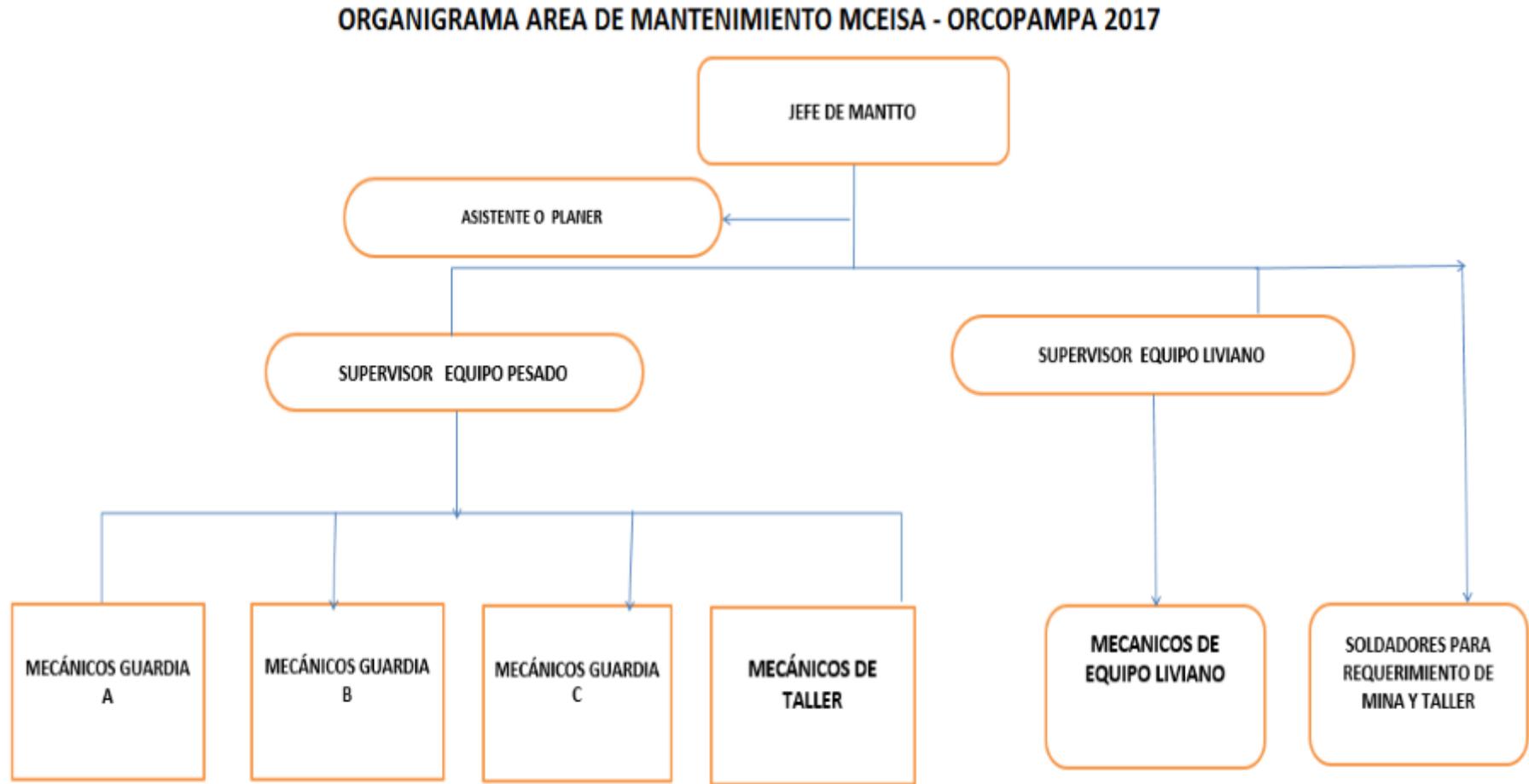
Área donde se da mantenimiento a todos los equipos livianos ya sea correctivo, preventivo o la falla que esté presente.

✓ **Almacén general de mantenimiento**

Área de almacén, es un lugar bien distribuido de tal manera que se tiene facilidad para ubicar repuestos y/o componentes de las diferentes maquinarias con los que cuenta la empresa.

4.1.11. Organigrama del área de mantenimiento mecánico.

Figura 4: Organigrama del área de mantenimiento mecánico.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 04, Se muestra el organigrama del área de mantenimiento conformada por un jefe de mantenimiento encargado de gestionar y hacer el seguimiento respectivo de funcionamiento de la maquinaria a su cargo, apoyado en un asistente encargado de planear las actividades del área de mantenimiento, este a su vez cuenta con supervisores de primera línea que le dan el soporte necesario para la elaboración del plan de mantenimiento y que a través del personal técnico en conjunto repartidos en diferentes guardias de trabajo y áreas estratégicas de mantenimiento se da cumplimiento las actividades del mantenimiento productivo total de toda la flota con la que cuenta la empresa.

4.1.12. Flota de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA

Figura 5: Flota de la maquinaria pesada.

ITEM	TIPO EQUIPO	CODIGO INT.	MARCA/MODELO	CAPACIDAD	HOROMETRO DE RECORRIDO	AÑO FABRICACION
1	CARGADORES FRONTALES	S-302	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	2,775.00	2013
2		S-304	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	10,841.00	2013
3		S-306	CATERPILLAR R 1600	6.0 Yd3	3,523.00	2017
4		S-308	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	7,685.00	2013
5		S-315	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	21,018.00	2013
6		S-316	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	21,221.00	2013
7		S-317	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	18,411.00	2013
8		S-321	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	19,054.00	2013
9		S-322	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	19,231.00	2013
10		S-323	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	19,198.00	2013
11		S-324	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	17,611.00	2013
12		S-327	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	15,194.00	2015
13		S-328	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	21,846.00	2011
14		S-331	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	13,483.00	2015
15		S-333	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	22,001.00	2014
16		S-335	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	23,651.00	2012
17		S-336	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	9,324.00	2015
18		S-337	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	3,398.00	2016
19		S-338	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3	3,911.00	2016
20	CAMION MINERO	D-301	ATLAS COPCO MT2010	20 TN	5,474.00	2013
21		D-303	ATLAS COPCO MT2010	20 TN	2,052.00	2013
22		D-310	ATLAS COPCO MT2010	20 TN	6,795.00	2014
23		D-311	ATLAS COPCO MT2010	20 TN	12,265.00	2014
24		D-312	ATLAS COPCO MT2010	20 TN	10,698.00	2015
25		D-313	ATLAS COPCO MT2010	20 TN	3,517.00	2016
26	JUMBOS HIDRÁULICOS	J-301	SANVIK DD210	12 PIES	2,631.40	2010
27		J-302	SANVIK DD210	12 PIES	4,957.40	2012
28		J-304	SANVIK DD210	12 PIES	6,198.70	2012
29		J-305	SANVIK DD210	12 PIES	8,322.00	2012
30		J-309	SANVIK DD210	12 PIES	2,054.20	2012
31		J-310	SANVIK DD210	12 PIES	7,192.00	2012
32		J-312	SANVIK DD210	12 PIES	3,371.20	2010
33		J-314	SANVIK DD210	10 PIES	2,734.00	2015
34		J-315	SANVIK DD210	10 PIES	2,488.00	2016
35		J-318	SANVIK DD210	14 PIES	5,257.20	2008
36		J-320	SANVIK DD210	14 PIES	2,432.90	2006
37		J-321	SANVIK DD210	12 PIES	2,785.22	2017
38		J-322	SANVIK DD210	14 PIES	2,197.25	2017
39	MINICARGADOR	M-301	CATERPILLAR 246 D	01 Yd3	12,418.00	2013
40		M-302	CATERPILLAR 246 D	01 Yd3	12,428.00	2013
41		M-303	CATERPILLAR 246 D	01 Yd3	4,233.00	2015
42	BOLTER	B - 301	RESEMIN BOLTER 88	8 PIES	2,878.30	2016
43		B - 305	RESEMIN BOLTER 88	8 PIES	2,524.00	2017

Fuente: Área de mantenimiento de maquinaria pesada MCEISA.

En la figura N° 05: Se muestra la flota completa con la que se cuenta en la unidad operativa donde se desarrolla las diferentes actividades.

Como se evidencia se cuenta con 19 Cargadores frontales, este tipo de Maquinaria se encargan de realizar la limpieza de desmonte y/o extracción del material del cliente.

Se cuenta con 06 camiones mineros que se encargan de acarrear y descargar el material extraído en los puntos de apilamiento y/o planta donde se procesa y se obtiene el producto final,

Dentro de la flota también se cuenta con 13 Jumbos hidráulicos encargados de realizar las perforaciones respectivas del proyecto;

Además también se cuenta con 03 mini cargadores encargados de acondicionamiento de las vías de tránsito y cunetas de escurrimiento de las aguas tratadas producto de sus operaciones de Mina

Por último, se cuenta con 02 Bolter o Empernadores que se encargan del sostenimiento respectivo de túneles,

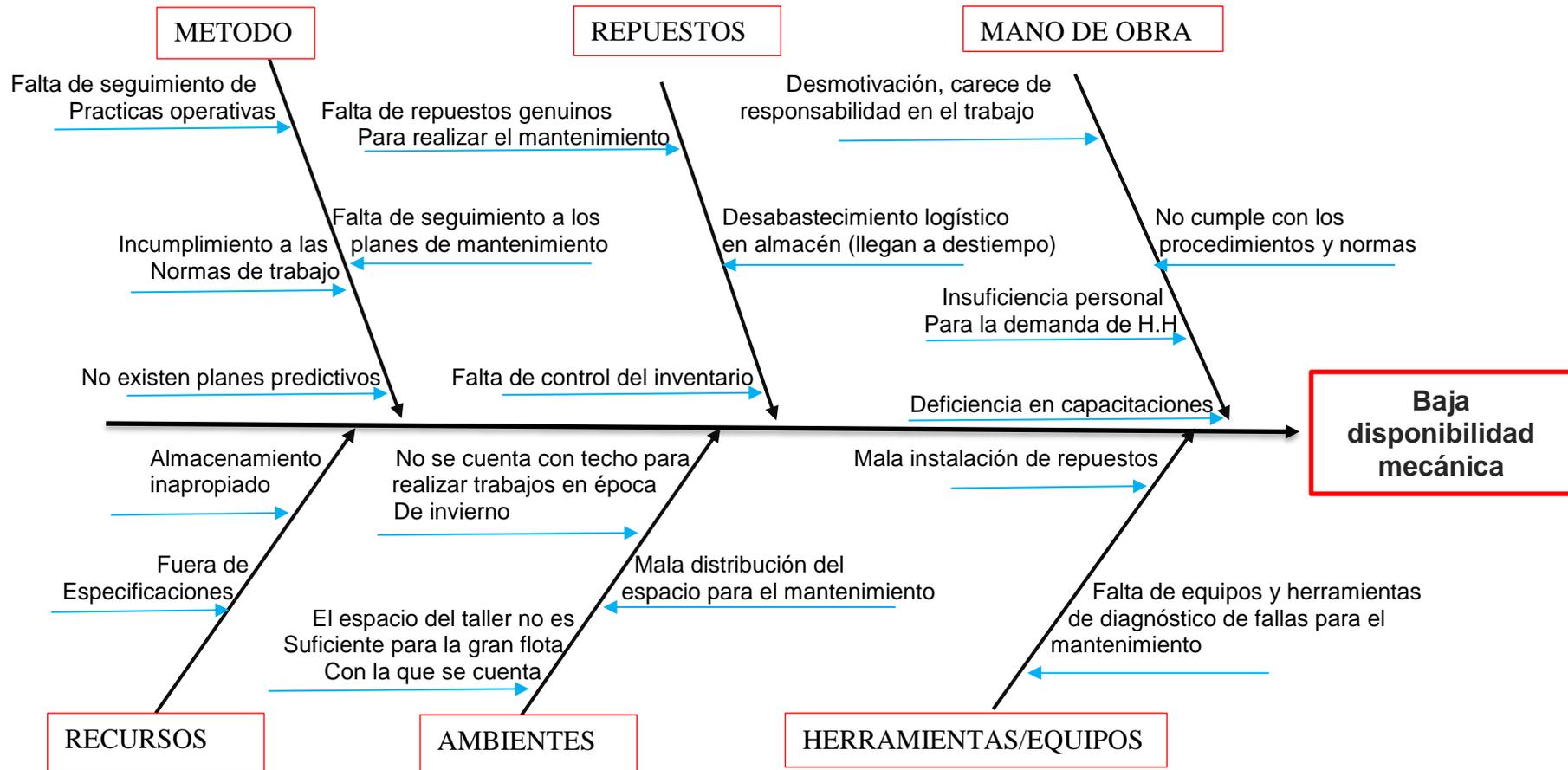
4.2. Análisis de la gestión de mantenimiento y las causas que incurren en la baja disponibilidad de la maquinaria pesada de la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S. A.

La presente investigación analiza el por qué la baja disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada que es el eje principal de las operaciones de la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. del año 2017, en la unidad de Orcopampa – Arequipa.

Esta etapa, se desarrollará con una Planificación, Métodos, Análisis de historiales de la maquinaria y principalmente, evaluando cada falla o paradas no programadas, que son los factores que están conllevando a una baja disponibilidad mecánica, para luego implementar el diseño de plan de gestión de mantenimiento que estará acorde con los estándares y procedimientos de empresas líderes en el mercado para asegurar una alta disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada; y así, alcanzar las metas de la empresa, la confiabilidad deseada de la maquinaria y los costos involucrados.

Por lo que el presente trabajo, luego de realizar el diagnostico correspondiente mediante el diagrama de Ishikawa se centrará en proponer alternativas de mejora continua para el área de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA.

Figura 6: Ishikawa (causa efecto) del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 06 se muestra el diagrama de Ishikawa, en el cual se puede apreciar las causas principales que están conllevando a la baja disponibilidad mecánica, siendo las más principales: herramientas/equipo, mano de obra, repuestos, ambiente, método, y recursos.

Sin embargo, generando lluvias de ideas de posibles sub causas que se relacionan con cada causa principal anteriormente identificadas, podemos evidenciar que existe falta de seguimiento de prácticas operativas, incumplimiento de las normas de trabajo, no existe planes predictivos, almacenamiento inapropiado de repuestos, ambiente reducido, falta de equipos y herramientas para diagnóstico de fallas, personal no capacitado, la falta de un plan de gestión de mantenimiento bien definido, entre otras, como muestran algunas de las imágenes tomadas en plena operación en los ambientes del taller de MCEISA – 2017.

Figura 7: Malas prácticas del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 07 se muestra las imágenes donde podemos evidenciar las deficiencias para ejecutar un mantenimiento ya sea preventivo y/o correctivo, por lo que el presente trabajo se centra en proponer alternativas de mejora continua para el área de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada de la empresa MCEISA.

4.2.1. Priorización de la maquinaria pesada que más pérdidas de dinero ha generado por paradas no programadas de acuerdo al Método de Pareto (80-20).

La situación actual de la maquinaria pesada según el análisis del historial, presenta una baja considerable en su disponibilidad mecánica, esto se debería a las constantes paradas no programadas por las fallas ocurridas en operación, por lo que se evidencia una disponibilidad mecánica por debajo de lo especificado (Ver Anexo N° 01) base de datos de disponibilidad mecánica; el presente trabajo tiene como finalidad analizar la gestión de mantenimiento.

Figura 8: Priorización de la maquinaria pesada

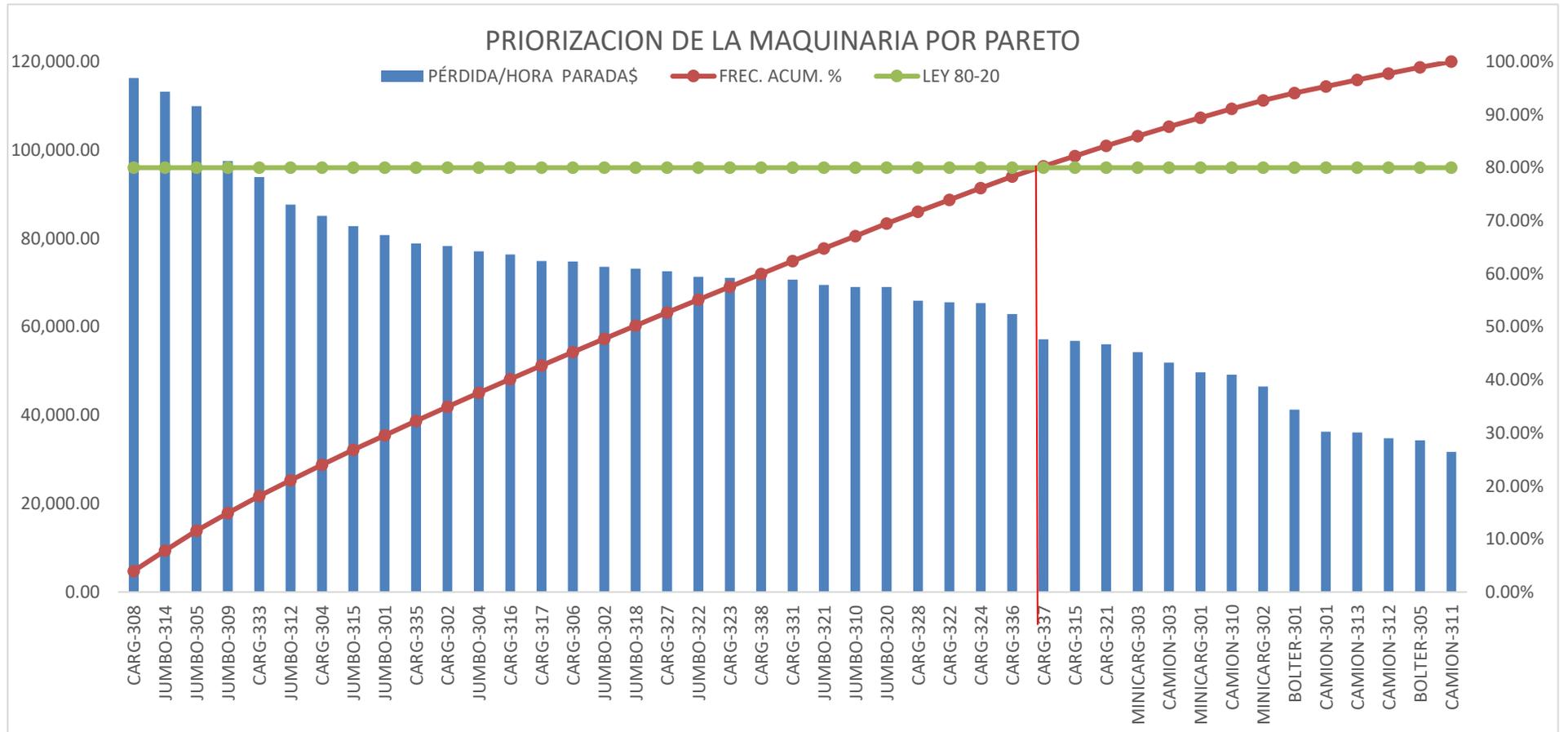
EQUIPO	HORA TRABAJO	DISPONIBILIDAD	UTILIZACIÓN	Nº Paradas TOTAL	MTBF	MTTR	PÉRDIDA/HORA PARADA\$	%	FREC. ACUM. %	LEY 80-20
CARG-308	2,218.00	82.87	61.96	69	37.59	10.51	116,280.00	3.96%	3.96%	80%
JUMBO-314	2,126.50	83.17	67.64	66	36.66	9.27	113,160.00	3.86%	7.82%	
JUMBO-305	2,018.00	84.18	63.42	64	36.04	8.97	109,940.00	3.75%	11.57%	
JUMBO-309	1,860.05	85.50	57.55	64	33.22	8.20	97,520.00	3.32%	14.89%	
CARG-333	2,510.00	85.05	68.32	52	62.75	11.73	93,860.00	3.20%	18.09%	
JUMBO-312	2,135.50	86.75	65.13	60	42.71	8.02	87,630.00	2.99%	21.08%	
CARG-304	3,192.00	86.39	85.53	81	43.73	6.81	85,120.00	2.90%	23.98%	
JUMBO-315	2,110.40	86.67	64.42	58	43.97	8.28	82,800.00	2.82%	26.80%	
JUMBO-301	2,015.00	85.74	62.17	60	40.30	8.55	80,730.00	2.75%	29.55%	
CARG-335	3,206.00	87.06	85.24	67	56.25	7.63	78,850.00	2.69%	32.24%	
CARG-302	2,355.00	86.94	62.70	57	50.11	9.26	78,280.00	2.67%	34.91%	
JUMBO-304	1,942.10	87.33	58.83	66	33.48	6.89	77,050.00	2.63%	37.54%	
CARG-316	3,234.00	87.18	85.87	73	50.53	7.26	76,380.00	2.60%	40.14%	
CARG-317	3,245.00	87.36	85.98	65	56.93	7.85	74,860.00	2.55%	42.69%	
CARG-306	3,391.00	89.24	87.96	71	55.59	6.01	74,750.00	2.55%	45.24%	
JUMBO-302	1,950.10	87.30	59.09	61	37.50	7.51	73,600.00	2.51%	47.75%	
JUMBO-318	1,943.40	87.88	58.50	61	37.37	7.08	73,140.00	2.49%	50.24%	
CARG-327	3,285.00	87.82	86.58	65	57.63	7.35	72,580.00	2.47%	52.71%	
JUMBO-322	2,140.55	88.62	63.90	63	39.64	6.51	71,300.00	2.43%	55.14%	
CARG-323	3,277.00	87.82	86.37	65	58.52	7.48	71,060.00	2.42%	57.57%	
CARG-338	3,273.00	88.10	86.00	75	52.79	6.29	71,060.00	2.42%	59.99%	
CARG-331	3,262.00	87.87	85.93	75	49.42	6.37	70,680.00	2.41%	62.40%	
JUMBO-321	2,432.00	88.31	72.86	66	41.93	6.39	69,460.00	2.37%	64.77%	
JUMBO-310	1,962.00	88.89	58.39	56	42.65	7.07	69,000.00	2.35%	67.12%	
JUMBO-320	1,958.60	88.25	58.71	62	36.95	6.77	69,000.00	2.35%	69.47%	
CARG-328	3,290.00	88.63	85.92	75	50.62	6.07	65,930.00	2.25%	71.72%	
CARG-322	3,226.00	87.85	85.01	63	58.65	7.57	65,550.00	2.23%	73.95%	
CARG-324	3,126.00	88.33	81.92	72	52.10	6.33	65,360.00	2.23%	76.18%	
CARG-336	3,327.00	88.82	86.71	71	57.36	6.30	62,890.00	2.14%	78.32%	
CARG-337	3,398.00	89.51	87.87	60	67.96	6.75	57,190.00	1.95%	80.27%	
CARG-315	3,226.00	89.56	83.38	63	60.87	6.59	56,810.00	1.94%	82.21%	
CARG-321	3,433.00	89.84	88.46	63	62.42	6.30	56,050.00	1.91%	84.12%	
MINICARG-303	2,963.00	83.08	82.56	60	59.26	11.95	54,270.00	1.85%	85.97%	
CAMION-303	1,982.00	88.29	51.97	47	60.06	10.26	51,920.00	1.77%	87.74%	
MINICARG-301	2,276.00	77.87	67.66	59	48.43	15.59	49,680.00	1.69%	89.43%	
CAMION-310	3,150.00	86.41	84.38	68	52.50	8.10	49,170.00	1.68%	91.11%	
MINICARG-302	1,837.00	79.98	53.17	63	34.66	13.44	46,500.00	1.58%	92.69%	
BOLTER-301	2,300.20	85.85	70.88	66	39.66	7.68	41,250.00	1.41%	94.10%	
CAMION-301	3,360.00	88.84	87.55	64	61.09	6.97	36,300.00	1.24%	95.34%	
CAMION-313	3,330.00	88.89	86.72	62	62.83	7.16	36,080.00	1.23%	96.57%	
CAMION-312	3,357.00	89.17	87.15	64	59.95	6.56	34,760.00	1.18%	97.75%	
BOLTER-305	2,389.90	88.04	71.81	63	44.26	6.83	34,320.00	1.17%	98.92%	
CAMION-311	3,149.00	89.81	81.16	64	57.25	6.31	31,680.00	1.08%	100.00%	
							2,933,800.00			20%

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 08, se aprecia que se ha priorizado la maquinaria pesada que ha generado los más altos costos por paradas no programadas ocasionadas por las repetitivas fallas en plena operación y considerando la ley de Pareto se aprecia que solo 29 equipos de toda la flota son los estudiados.

4.2.1.1. Diagrama de Pareto, priorización de la maquinaria pesada que más pérdidas de dinero ha generado por paradas no programadas.

Figura 9: Diagrama de Pareto priorización de la maquinaria.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura No 09: se muestra el diagrama de Pareto de la priorización de maquinaria pesada – MCEISA 2017, en la cual por definición de Pareto (80 – 20) el 80% de la maquinaria será objeto de análisis de esta investigación.

Por lo tanto de este análisis podemos decir que la maquinaria pesada: como son Cargador frontal de bajo perfil y Jumbo hidráulico representan un 78.32% del total de la flota, cifra que se encuentra dentro del método de Pareto (80-20); por lo que sería esta cantidad de maquinaria a la que se buscara mejorar la disponibilidad mecánica para obtener menos paradas no programadas y por ende se generaría menos pérdidas de dinero de la maquinaria. Con nuestro nuevo diseño de un plan de gestión de mantenimiento debemos llegar a un 92% de disponibilidad mecánica de dicha maquinaria.

Mediante el Método de Pareto, las pérdidas de dinero que se generan por cada maquinaria pesada inoperativa es el siguiente:

- ✓ Perdida de \$. 116,280.00 por paradas no programadas del Cargador 308 que representa un 3.95% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 113,160.00 por paradas no programadas del Jumbo 314 que representa un 3.85% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 109,940.00 por paradas no programadas del Jumbo 305 que representa un 3.75% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 97,520.00 por paradas no programadas del Jumbo 309 que representa un 3.32% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 93,860.00 por paradas no programadas del cargador 333 que representa un 3.20% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 87,630.00 por paradas no programadas del Jumbo 312 que representa un 2.99% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 85,120.00 por paradas no programadas del Cargador 304 que representa un 2.90% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 82,800.00 por paradas no programadas del Jumbo 315 que representa un 2.82% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 80,730.00 por paradas no programadas del Jumbo 301 que representa un 2.75% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 78,850.00 por paradas no programadas del Cargador 335 que representa un 2.69% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 78,280.00 por paradas no programadas del Cargador 302 que representa un 2.67% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 77,050.00 por paradas no programadas del Jumbo 304 que representa un 2.63% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 76,380.00 por paradas no programadas del Cargador 316 que representa un 2.60% del total de las pérdidas de dinero.

- ✓ Perdida de \$. 74,860.00 por paradas no programadas del Cargador 317 que representa un 2.55% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 74,750.00 por paradas no programadas del Cargador 306 que representa un 2.55% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 73,600.00 por paradas no programadas del Jumbo 302 que representa un 2.51% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 73,140.00 por paradas no programadas del Jumbo 318 que representa un 2.49% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 72,580.00 por paradas no programadas del Cargador 327 que representa un 2.47% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 71,300.00 por paradas no programadas del Jumbo 322 que representa un 2.43% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 71,060.00 por paradas no programadas del Cargador 323 que representa un 2.42% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 71,060.00 por paradas no programadas del Cargador 338 que representa un 2.42% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 70,680.00 por paradas no programadas del Cargador 331 que representa un 2.41% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 69,460.00 por paradas no programadas del Jumbo 321 que representa un 2.37% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 69,000.00 por paradas no programadas del Jumbo 310 que representa un 2.35% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 69,000.00 por paradas no programadas del Jumbo 320 que representa un 2.35% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 65,930.00 por paradas no programadas del Cargador 328 que representa un 2.25% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 65,550.00 por paradas no programadas del Cargador 322 que representa un 2.23% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 65,360.00 por paradas no programadas del Cargador 324 que representa un 2.23% del total de las pérdidas de dinero.
- ✓ Perdida de \$. 62,890.00 por paradas no programadas del Cargador 336 que representa un 2.14% del total de las pérdidas de dinero.

De este análisis podemos evidenciar que los Cargadores frontales de bajo perfil y los Jumbos hidráulicos suman un total de 29 equipos (Método Pareto), los mismos que tuvieron pérdidas de \$. 2, 297,820.00 por maquinaria inoperativa; que sumado a la maquinaria que no fue seleccionada hacen a un total de \$. 2, 933 ,800.00 reportados en el año 2017. (Ver figura N° 08) priorización de la maquinaria.

4.2.2. Descripción de los dos tipos de maquinaria pesada en estudio

Esta maquinaria es objeto para la busca de mejora en cuanto a su disponibilidad mecánica y por ende no generar más pérdidas de dinero por paradas no programadas; donde implementaremos herramientas de gestión de mantenimiento, para la empresa en general y realizar mejoras para conseguir grandes beneficios y detectar fallas antes de que ocurran.

Luego de realizar un minucioso análisis de la Maquinaria pesada con la que cuenta la Empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A. (MCEISA) - 2017, se tiene que el 80% del total de la Flota (Ley 80 – 20, Wilfredo Pareto 1848-1923) seleccionadas son los siguientes:

- ✓ 1. Cargador frontal de bajo perfil
- ✓ 2. Jumbo hidráulico

4.2.2.1. Cargador frontal de bajo perfil CAT- R 1300.

Figura 10: Cargador frontal de bajo perfil CAT R 1300



Fuente: Toma fotográfica propia

En la figura N° 10, se muestra un Cargador frontal de bajo perfil, es de carga y empuje de bajo costo por tonelada en aplicaciones mineras subterráneas. Capacidad de cuchara de 4.2 Yd3, Diseñado para ser cómodo y productivo. Dicha maquinaria fue adquirida en el año 2013.

4.2.2.1.1 Resumen de la flota de cargadores frontales CAT - R 300.

Tabla 2: Resumen de cargadores CAT R1300

ITEM	TIPO EQUIPO	CODIGO INT.	MARCA/MODELO	CAPACIDAD
1	CARGADORES FRONTALES	S-302	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
2		S-304	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
3		S-306	CATERPILLAR R 1600	6.0 Yd3
4		S-308	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
5		S-316	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
6		S-317	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
7		S-322	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
8		S-323	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
9		S-324	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
10		S-327	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
11		S-328	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
12		S-331	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
13		S-333	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
14		S-335	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
15		S-336	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3
16		S-338	CATERPILLAR R 1300	4.2 Yd3

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 02, se puede observar la flota de Cargadores frontales de bajo perfil CAT R1300, la misma que fue priorizado por el método de Pareto y que es materia de estudio en el presente trabajo.

4.2.2.1.2 Especificaciones técnicas del cargador frontal de bajo perfil.

Tabla 3: Especificaciones técnicas del motor del cargador frontal

Especificaciones técnicas del motor del cargador frontal	
Modelo	CAT 3306B DITA
Tipo	6 Cilindros En Línea/Diésel
Nro. de serie	OR6J03274
Potencia nominal	123 KW
Velocidad nominal	2200 RPM
Sistema de Enfriamiento	Líquido Refrigerante
Peso del Cargador Frontal	
Peso Útil de la maquina	27750 kg
Peso límite de equilibrio estático	20575 kg
Llantas del Cargador Frontal	
Tipo de llantas	17.5x25 20 capas L5S
Presión de llantas	95 psi
Sistema de dirección del Cargador Frontal	
Diseño	Articulación de punto a centro
Tipo de sistema	Doble función
Sistema de control	Hidráulico
Angulo de rotación	+/-42.5°
Angulo oscilante	+/-10°
Despeje sobre el suelo a máxima elevación	1560 mm
Radio de giro	5741 mm
Longitud con la pala a nivel del suelo	9107 mm

Fuente: manual de operaciones cargador frontal CAT R1300

En la tabla N° 03, se muestra las características técnicas principales del cargador frontal CAT R1300, como son: Especificaciones del motor, peso, llantas y sistema de dirección.

Tabla 4: Capacidades de fluido y lubricantes del cargador frontal

DESCRIPCION	CAPACIDAD (LITROS)	CAPACIDAD (GALONES)
Combustible	295	77.9
Aceite Hidráulico	88	23.2
Aceite de motor	25	6.6
Refrigerante	67	17.7
Sistema de transmisión	45	11.9
Eje delantero	38	10.
Eje trasero	42	11.1
Sistema eléctrico del cargador frontal		
Batería	2 x 12 voltios conectados en serie	
Alternador	24 V	

Fuente: manual de operaciones cargador frontal CAT R1300

En la Tabla N° 04, se muestra las principales características técnicas de capacidades de almacenamiento de fluidos según sea el caso que se dan en unidades de galones y litros, también se muestra el sistema eléctrico del cargador frontal CAT R1300.

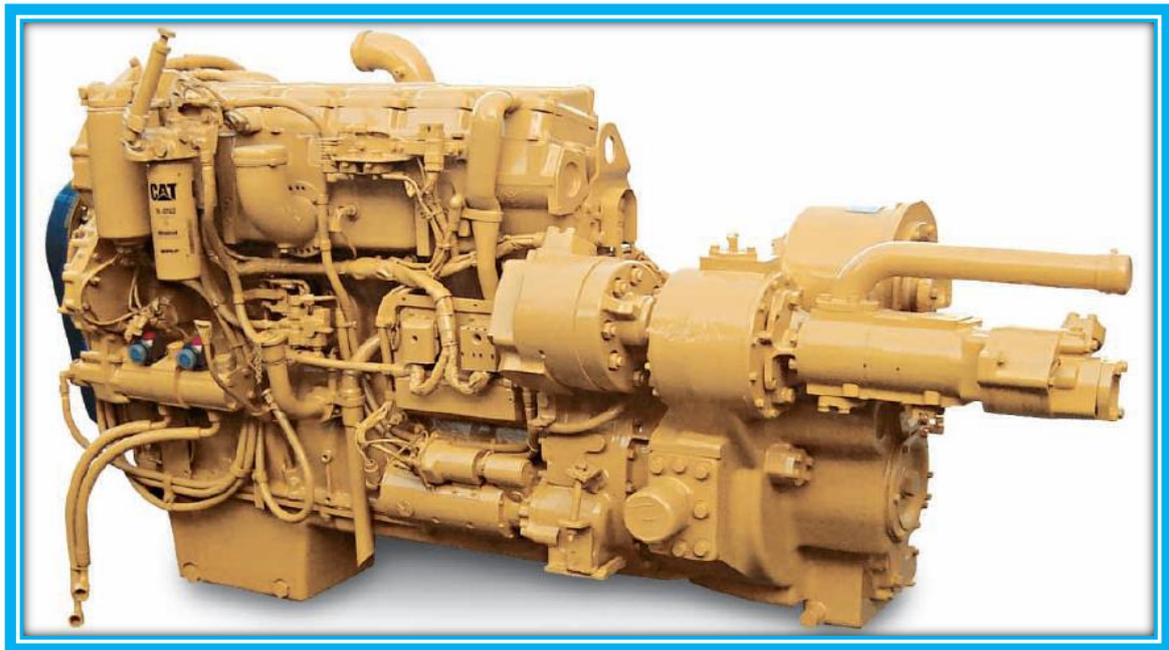
4.2.2.1.3 Principales sistemas - cargador frontal de bajo perfil

4.2.2.1.3.1 Sistema de motor

Este sistema cuenta con el motor diésel 3306B CAT, que entrega la potencia y fiabilidad necesaria para las aplicaciones más exigentes de minería subterránea y tiene muy buena reacción en la altura. Diseñado para proporcionar una operación eficiente, excelente eficiencia de combustible, menores emisiones de CO, reducción de ruido del motor y disminución de los costos de operación; las características principales del motor Diésel 3306B CAT son las siguientes:

- ✓ Diésel de cuatro tiempos, inyección directa.
- ✓ Turbo compresor, con bomba de inyección lineal.
- ✓ Seis cilindros en línea, cilindrada: 10.5 L. relación de compresión: 16,5±0,8:1.
- ✓ Potencia máxima / r.p.m.: 123 kW / 2200.

Figura 11: Vista del motor diésel 3306B CAT.



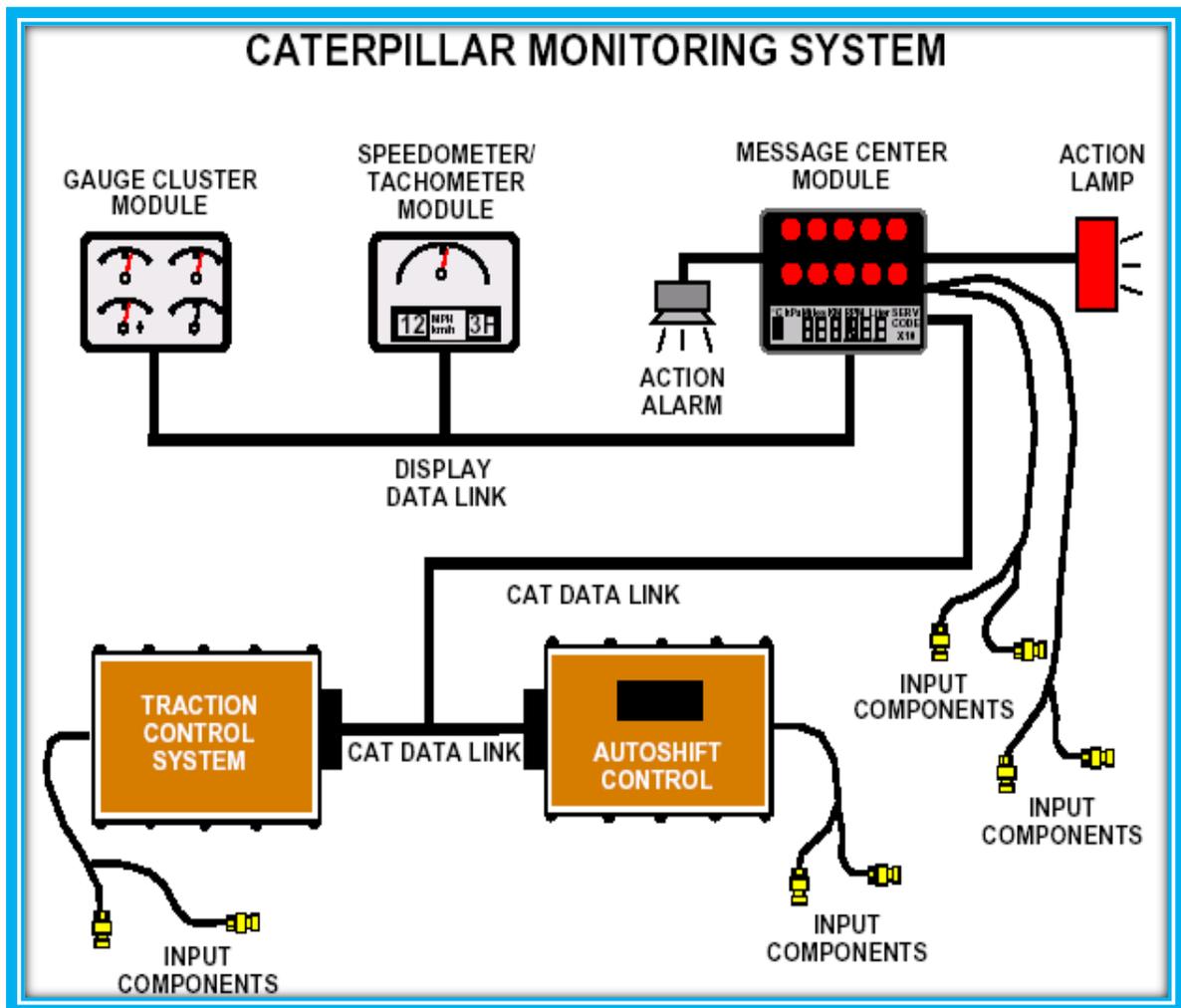
Fuente: manual de operaciones cargador frontal CAT R1300

En la figura N° 11, se muestra el motor diésel 3306B CAT del cargador subterráneo CAT R1300G está diseñado para una alta producción. Su diseño compacto con rendimiento ágil, construcción sólida y mantenimiento simplificado aseguran una excelente productividad, larga duración y bajos costos de operación.

4.2.2.1.3.2 Sistema electrónico Caterpillar

Caterpillar monitorea y controla la maquinaria a través de CMS - CATERPILLAR MONITORING SYSTEM El CAT.M.S es un sistema flexible y modular que incluye un Módulo de Mensajes Principal (Main Display Module – Mensaje Center), varios interruptores y sensores, una lámpara de acción y una alarma de acción, un módulo de 4 relojes y / o un módulo tacómetro / velocímetro, el Sistema de Monitoreo Caterpillar es la generación de Sistemas de Monitoreo Computarizado CMS

Figura 12: Vista grafica del sistema de monitoreo Caterpillar.



Fuente: manual de operaciones cargador frontal CAT R1300

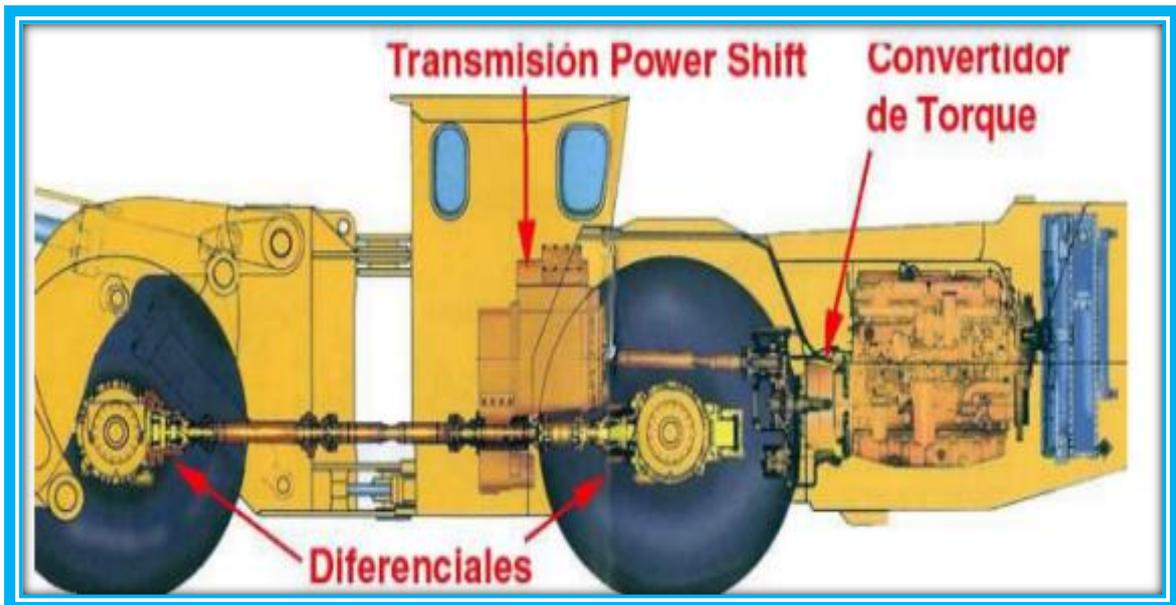
En la figura N° 12 se muestra el sistema de monitoreo de Caterpillar, que es una computadora que monitorea las condiciones anormales de la máquina.

4.2.2.1.3.3 Sistema de transmisión.

Es el sistema de transmisión consta de cambio de poder planetario de cuatro velocidades la transmisión se combina con el Motor diésel CAT 3306B para entregar poder constante en un amplio rango de velocidades de operación.

- ✓ Controles electrónicos permiten suave, sobre la marcha cambiando para mayor productividad.
- ✓ Amortiguadores de modulación hidráulica la transmisión cambia y reduce estrés en los componentes.
- ✓ Transmisión de la bomba y uso de transferencia de salida relaciones de engranajes de contacto alto para reducir niveles de sonido.
- ✓ Perímetro montado, gran diámetro los paquetes de embrague controlan la inercia para cambio suave y aumentado vida del componente.

Figura 13: Sistema de transmisión del cargador frontal.



Fuente: manual de operaciones cargador frontal CAT R1300

En la figura N° 13, se muestra un sistema de transmisión completo para el cargador R1300, es el encargado de dar movimiento a la maquinaria con una multiplicación de fuerza que permite hacer trabajos forzados.

4.2.2.1.3.4 Sistema hidráulico.

La necesidad de aumentar la productividad de la maquinaria pesada ha traído como resultado el diseño y uso de sistemas hidráulicos de alta presión y mayor caudal con sistemas automáticos de control y de mando que requieren un mínimo esfuerzo de operación, resultando máquinas de alta confiabilidad y eficiencia.

Este tipo de Maquinaria se tiene tres sistemas totalmente hidráulicos:

- ✓ Sistema hidráulico de Implementos (en el caso de este cargador es el sistema de levante y volteo).
- ✓ Sistema hidráulico de frenos.
- ✓ Sistema hidráulico de dirección.

Figura 14: Esquema de una válvula principal del sistema hidráulico del cargador frontal



Fuente: manual de operaciones cargador frontal CAT R1300

En la figura N° 14, se muestra el esquema de la válvula principal de control del sistema hidráulico del cargador frontal CAT R 1300, es la encargada de distribuir el fluido (aceite) hacia los demás sistemas de la maquinaria.

4.2.2.2. Jumbo hidráulico DD210 SANDVIK

El DD210 de Sandvik es un jumbo de explotación minera ajustable, ya que está compuesto de perforadora, pluma, alimentación, transportador y motor. El producto tiene un peso de 9100 kg con una altura de 1,8 m, ancho de marco de 1,20 m de ancho y una velocidad de rampa de 4 km / h. Incluye una longitud de Perforación de 12 pies.

Figura 15: Jumbo hidráulico SANDVIK DD210



Fuente: manual de operaciones jumbo hidráulico SANDVIK DD210

En la figura N° 15, se muestra un jumbo hidráulico, tiene la función de realizar las perforaciones mineras subterráneas. Dicha maquinaria es de fabricación compacta, por lo que realiza trabajos forzados sin dificultad en cualquier terreno. La misma que fue adquirida por la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería s.a. en el año 2013.

4.2.2.2.1 Resumen de la flota de jumbos hidráulicos DD210 SANDVIK.

Tabla 5: Resumen de jumbos hidráulicos Sandvik DD210

ITEM	TIPO EQUIPO	CODIGO INT.	MARCA/MODELO	CAPACIDAD
1	JUMBOS HIDRÁULICOS	J-301	SANVIK DD210	12 PIES
2		J-302	SANVIK DD210	12 PIES
3		J-304	SANVIK DD210	12 PIES
4		J-305	SANVIK DD210	12 PIES
5		J-309	SANVIK DD210	12 PIES
6		J-310	SANVIK DD210	12 PIES
7		J-312	SANVIK DD210	12 PIES
8		J-314	SANVIK DD210	12 PIES
9		J-315	SANVIK DD210	12 PIES
10		J-318	SANVIK DD210	12 PIES
11		J-320	SANVIK DD210	12 PIES
12		J-321	SANVIK DD210	12 PIES
13		J-322	SANVIK DD210	12 PIES

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 05, se puede observar una flota de trece jumbos hidráulicos de modelo DD210 de la fabricación Sandvik, la misma que fue priorizado por el método de Pareto y que es materia de estudio en el presente trabajo de investigación.

4.2.2.2 Especificaciones – jumbo hidráulico DD210 SANDVIK

Tabla 6: Especificaciones técnicas del motor del jumbo hidráulico

Especificaciones técnicas del motor del jumbo hidráulico		
Marca/Modelo	DEUTZ / F4L – 912W	
Tipo	DIESEL	
Potencia nominal	74 HP	
Velocidad nominal	2400 RPM	
Sistema de Enfriamiento	Por aire Forzado	
Peso del Jumbo hidráulico		
Peso de la maquina	9100 kg	
Capacidad de Perforación	12 pies	
Llantas del Jumbo hidráulico		
Tipo de llantas	30.0 x 15	
Presión de llantas	100 psi	
Sistema de dirección del Jumbo hidráulico		
Diseño	Articulación de punto a centro	
Sistema de control	Hidráulico	
Angulo de rotación	30°	
Separación Mínima al piso	2750 mm	
Radio mínimo de giro exterior	2600 mm	
DESCRIPCION	CAPACIDAD (LITROS)	CAPACIDAD (GALONES)
Combustible	56.78	15
Aceite Hidráulico	130	34.3
Aceite de motor	13.25	3.5

Fuente: manual de operación jumbo hidráulico SANDVIK DD210

En la tabla N° 06, se muestra las principales características técnicas del jumbo hidráulico SANDVIK DD210, como son: Especificaciones del motor, peso, llantas, sistema de dirección y sus diferentes capacidades.

Tabla 7: Sistema eléctrico del jumbo hidráulico

Sistema eléctrico del jumbo hidráulico	
batería	2 x 12 Voltios
Alternador	24 Voltios
Luces delanteras de trabajo y transito	2 x 70W 24 Voltios
Luces de trabajo	2 x 70W 24 Voltios
Luces de trabajo	2 x 35W HID 24 Voltios
Luces posteriores	2 x 70W 24 Voltios

Fuente: manual de operación jumbo hidráulico SANDVIK DD210

En la tabla N° 07, se muestra las principales características técnicas del sistema eléctrico del jumbo hidráulico SANDVIK DD210,

4.2.2.2.3 Principales sistemas – jumbo hidráulico

4.2.2.2.3.1 Sistema de motor

Este sistema cuenta con motores FL4 - 912W de inyección directa, que cumplen altas exigencias de calidad, garantía, larga duración, gran fiabilidad y bajo consumo de combustible, se cumplen también las elevadas exigencias para la protección del ambiente.

Las características principales del motor Diésel FL4 - 912W son las siguientes:

- ✓ Diésel de cuatro tiempos.
- ✓ Inyección directa.
- ✓ Turbo compresor.
- ✓ Con Bomba de Inyección lineal.
- ✓ Cuatro cilindros en línea.
- ✓ Cilindrada: 4.31 L.
- ✓ Relación de compresión: 16,5±0,8:1.
- ✓ Potencia máxima / r.p.m.: 82 kW /110 Hp 2300.

Figura 16: Vista del motor diésel FL4- 912W DEUTZ



Fuente: manual de operaciones jumbo hidráulico DD210

En la figura N° 16, se muestra el motor diésel FL4 - 912W DEUTZ del jumbo hidráulico DD 210 SANDVIK está diseñado principalmente para el traslado. Es de construcción sólida y mantenimiento simplificado aseguran una excelente productividad, bajos costos de operación.

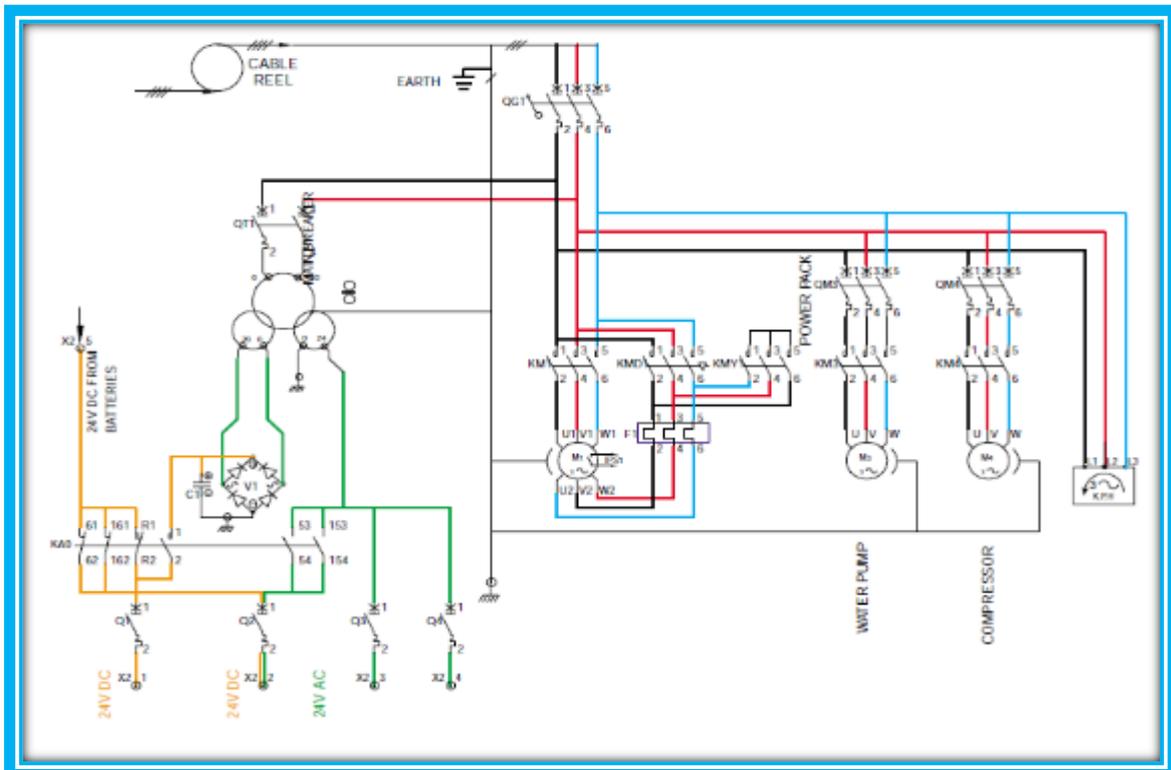
4.2.2.3.2 Sistema electrónico jumbo DD210 Sandvik

El sistema electrónico de los jumbos hidráulicos se da desde la caja eléctrica de la mina, la energía está dirigida hacia la caja principal del jumbo a través del cable principal del carrete. Está controlada por el disyuntor principal QG1; en este están incluidas la seguridad de sobrecarga y la seguridad magnética. La primera está ajustada según el consumo total de amperios con todos los componentes eléctricos en funcionamiento, y la segunda está ajustada a 10 veces del valor de sobrecarga; de aquí la energía principal está dirigida hacia el relé de control de fases y a todos los motores eléctricos, M1 bomba hidráulica principal, M3 bomba de agua, y M4 el compresor.

Dos fases son dirigidas hacia el transformador a través del disyuntor QT1. Las características principales de este sistema son:

Motor Principal:	1 × 55 kW	Voltaje:	380/660 V
Frecuencia:	50Hz/660 V	Arranque:	Método estrella/Delta
Voltímetro:	digital/amperaje	Carrete de cable:	diámetro 880mm

Figura 17: Vista grafica del sistema de potencia principal.



Fuente: manual de operaciones jumbo hidráulico DD210

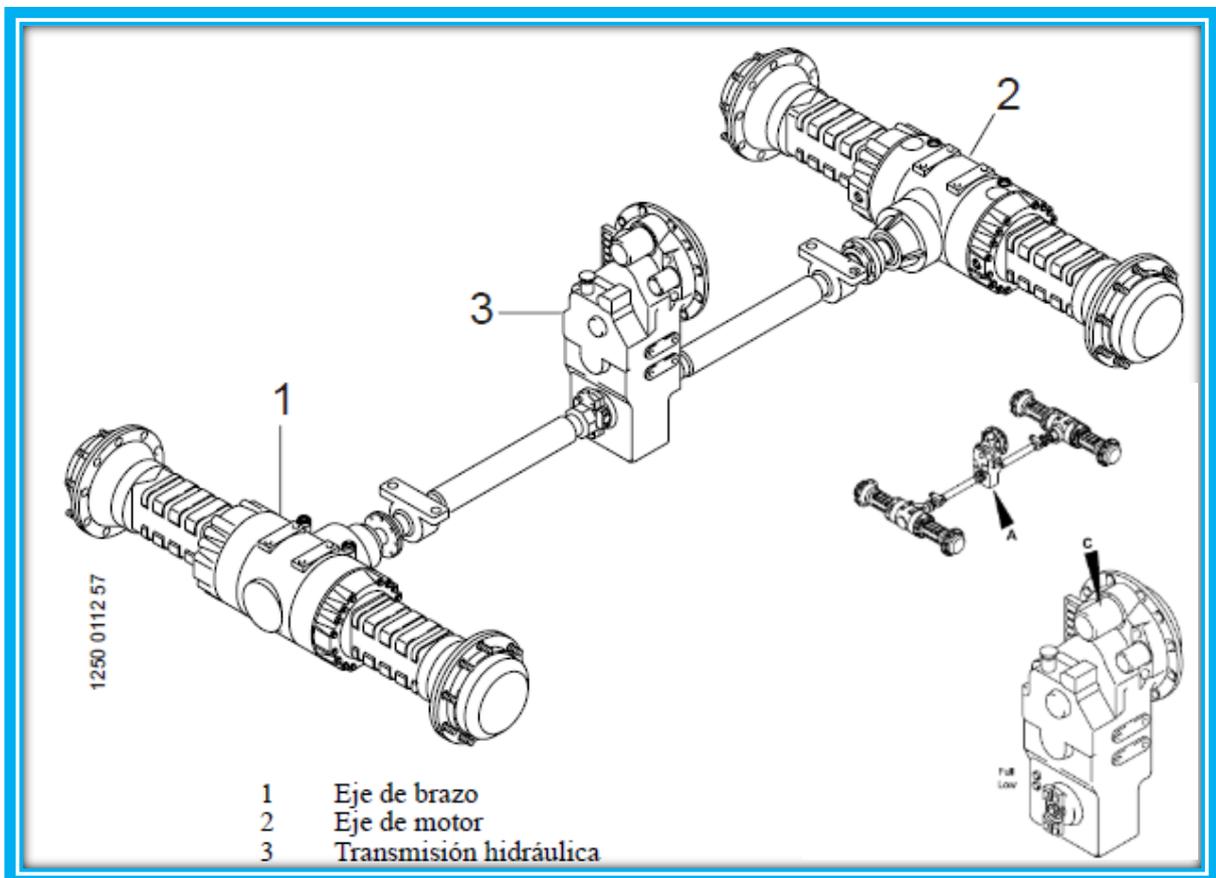
En la figura N° 17, muestra el sistema de potencia principal de un jumbo hidráulico que permite el trabajo de todos los sistemas de perforación hidráulicamente.

4.2.2.2.3.3 Sistema de transmisión.

Es el sistema de transmisión en jumbos hidráulicos se da por sistemas hidrostáticos, donde la energía térmica del motor diésel acciona a la bomba hidráulica principal, la misma que da flujo hidráulico a los motores hidráulicos para dar tracción al jumbo, por lo que es importante comprobar que el equipo perforador se encuentre sobre una superficie plana para poder verificar los niveles de aceite, este deberá haber alcanzado la temperatura de trabajo (80-95°C), con ayuda de las mirillas de nivel “low” y “full” cuando el motor trabaja al ralentí, 500 - 600 rpm.

Rellenar si es necesario hasta la marca de “full” en la mirilla, a través del tubo de llenado (A)

Figura 18: Sistema de transmisión del jumbo hidráulico DD210



Fuente: manual de operaciones jumbo hidráulico DD210

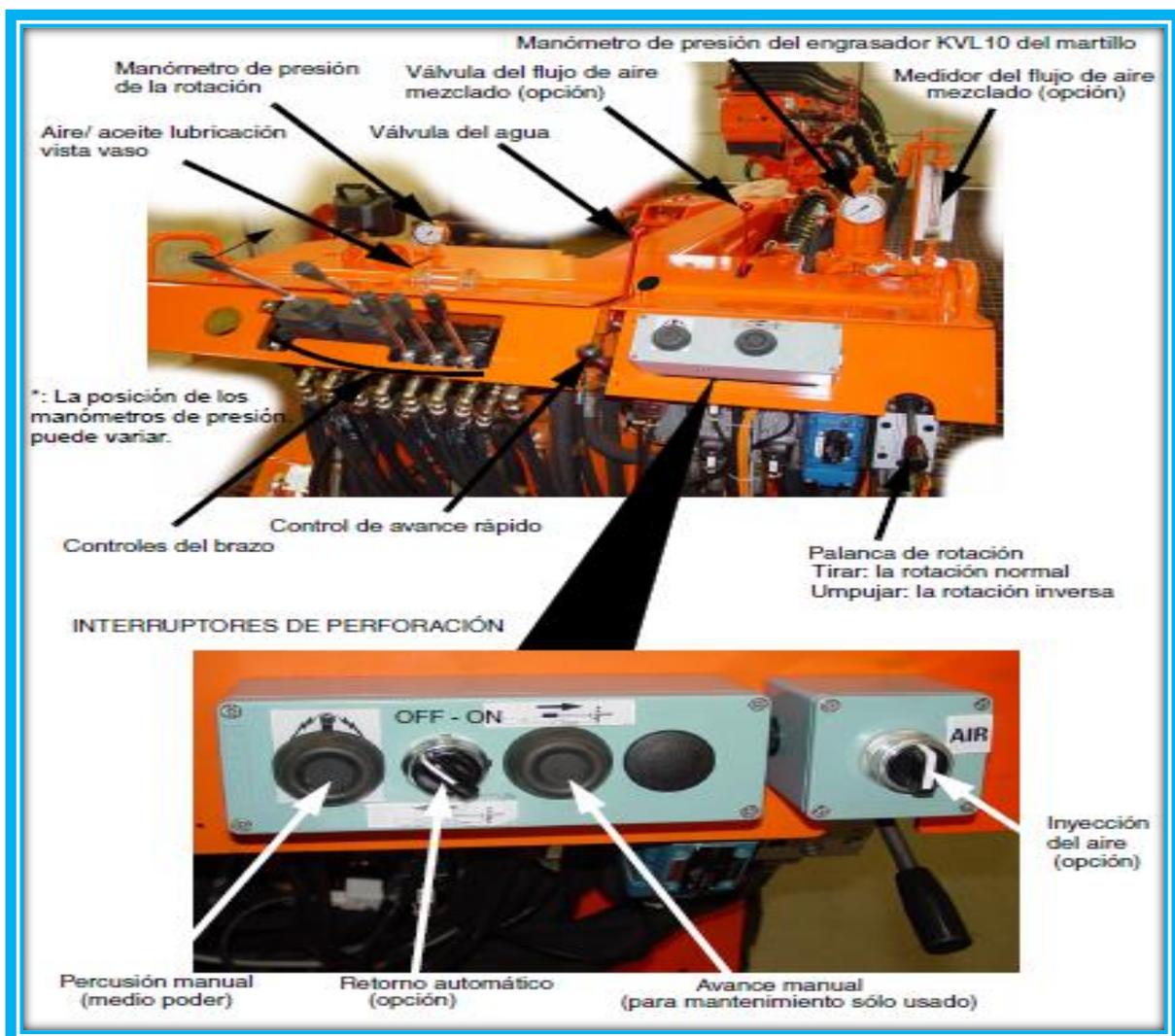
En la figura N° 18, se muestra un sistema de transmisión completo un jumbo hidráulico DD210, Es un mecanismo ubicado a la salida de la línea cardánica y que acciona los neumáticos.

4.2.2.2.3.4 Sistema de perforación.

En el sistema de perforación es necesario que la posición y la dirección del agujero sean correctas, la bomba se activa automáticamente si la presión de agua es mayor que 2 bares (51 psi).

Del panel de palancas de mandos se empuje la palanca de la rotación hacia abajo despacio, cuando la broca de perforación toca la cara de la roca, la percusión baja se activa automáticamente, al Perforar en la situación difícil como levantadores o agujeros de laterales active la percusión manual y detenga este proceso en cuanto la barra de perforación junto con la broca haya obtenido una cavidad en la roca. Según las condiciones de perforación, proceda perforar con el agua inyectada, palanca de avance al máximo; el avance se detiene si falta presión de aire, presión hidráulica o flujo de agua.

Figura 19: Panel de palancas de mandos de perforación de un jumbo hidráulico



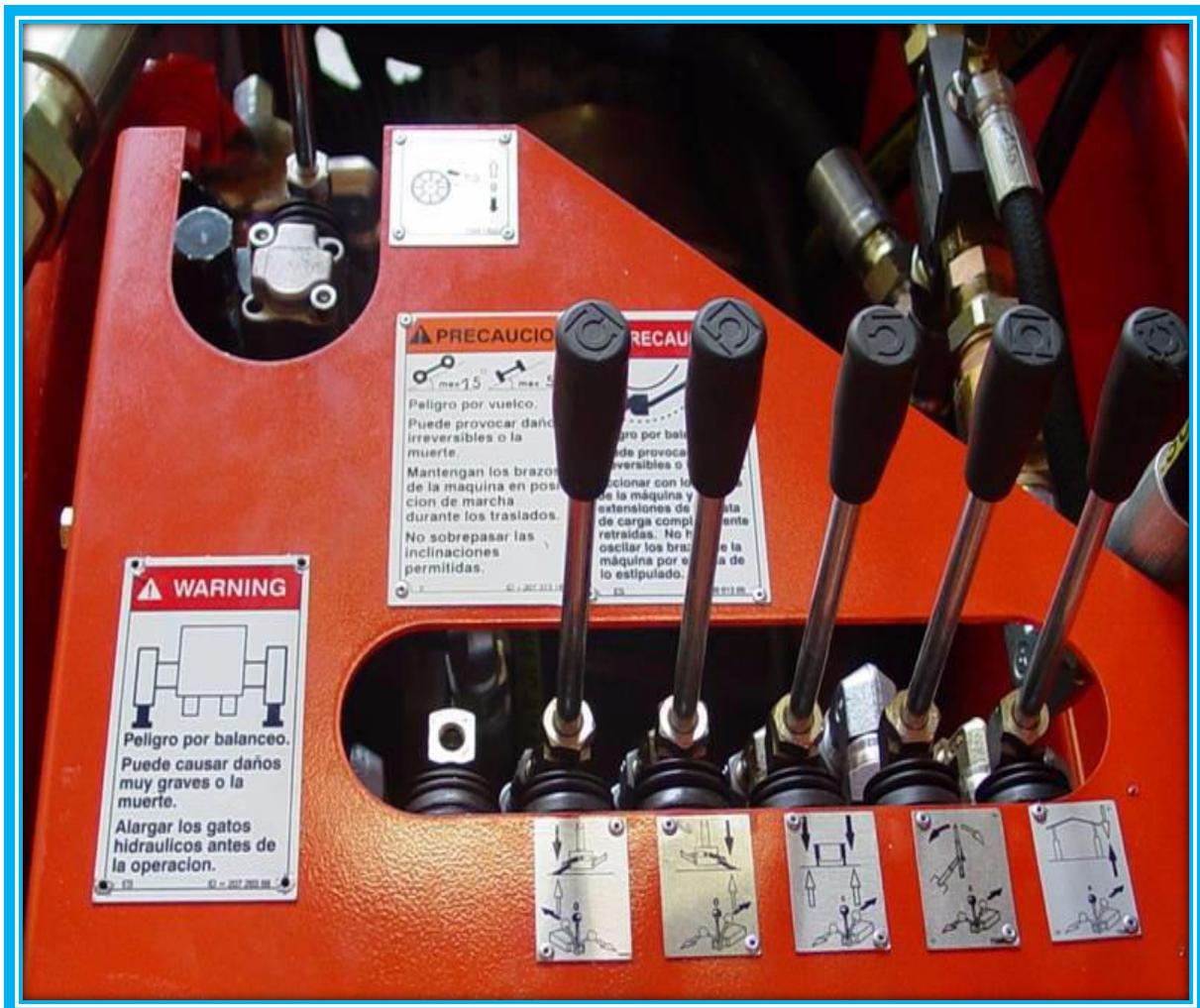
Fuente: manual de operaciones Jumbo Hidráulico DD210

En la figura N° 19, se muestra el panel de palancas de mandos completo un jumbo hidráulico DD210, son mecanismos de mando directo para el sistema de perforación.

4.2.2.2.3.5 Sistema hidráulico.

Los jumbos realizan sus trabajos principalmente con energía hidráulica por lo que cuenta con un panel de palancas de mandos, las mismas que son de efecto directo. El brazo o boom cuenta con un sistema de paralelismo hidráulico del avance, lo que significa que todos los barrenos pueden ser perforados de modo que queden paralelos entre sí. Para los cilindros hidráulicos existe palancas de mandos debidamente señalizados, esto simplifica el aprendizaje, y facilita elegir directamente la dirección correcta con la palanca correspondiente. La velocidad de movimiento de los cilindros es proporcional al recorrido que realiza la palanca. De esta manera, el brazo siempre puede maniobrarse con suavidad y precisión.

Figura 20: Panel de palancas de mandos de posicionamiento de un jumbo hidráulico.



Fuente: manual de operaciones jumbo hidráulico DD210

En la figura N° 20, se muestra el panel principal de palancas de mandos de posicionamiento de un jumbo hidráulico DD210, las mismas que facilitan un correcto paralelismo en la perforación.

4.2.3. Priorización de fallas por sistemas y tipo de maquinaria mediante Pareto

De acuerdo a los resultados del análisis se pudo comprobar que la maquinaria que presentó mayor criticidad en cuanto a la gran pérdida de dinero por paradas no programadas fueron los cargadores frontales y los jumbos hidráulicos. Es por esta razón que estos equipos deben ser considerados como los más críticos a la hora de dar soluciones estructurales y logísticas.

Además se cuenta con el historial del total de fallas por sistemas de los cargadores y de los jumbos en una base de datos proporcionada por el departamento de mantenimiento de maquinaria pesada MCEISA. (Ver Anexo, N° 02 al 03) historial de fallas de los cargadores y jumbos.

4.2.3.1. Priorización de fallas por sistemas de los cargadores método Pareto

Tabla 8: Priorización de fallas por sistemas de los cargadores por Pareto

SISTEMA	CODIGO	N° EVENTOS	%	FRECUENCIA ACUMULADA	LEY 80 - 20
ESTRUCTURA	1010	297	32%	31.7%	
TRANSMISION	1011	250	27%	58.4%	
HIDRAULICO	1018	86	9%	67.6%	80%
ELECTRONICO	1008	80	9%	76.1%	
MOTOR DIESEL	1005	59	6%	82.4%	
INYECCION	1012	55	6%	88.3%	
NEUMATICOS	1015	35	4%	92.0%	
MANTENIMIENTO	1016	25	3%	94.7%	
ARTICULACION	1009	24	3%	97.2%	
ENFRIAMIENTO	1017	20	2%	99.4%	20%
PRESIONES	1002	6	1%	100.0%	
PERFORADORA	1007	0	0%	100.0%	
FUGA AGUA	1013	0	0%	100.0%	
CABLE PERFORADORA	1014	0	0%	100.0%	
ROTACION	1004	0	0%	100.0%	
ACUMULADORES	1006	0	0%	100.0%	
TOTALES		937			

Fuente: Elaboración propia.

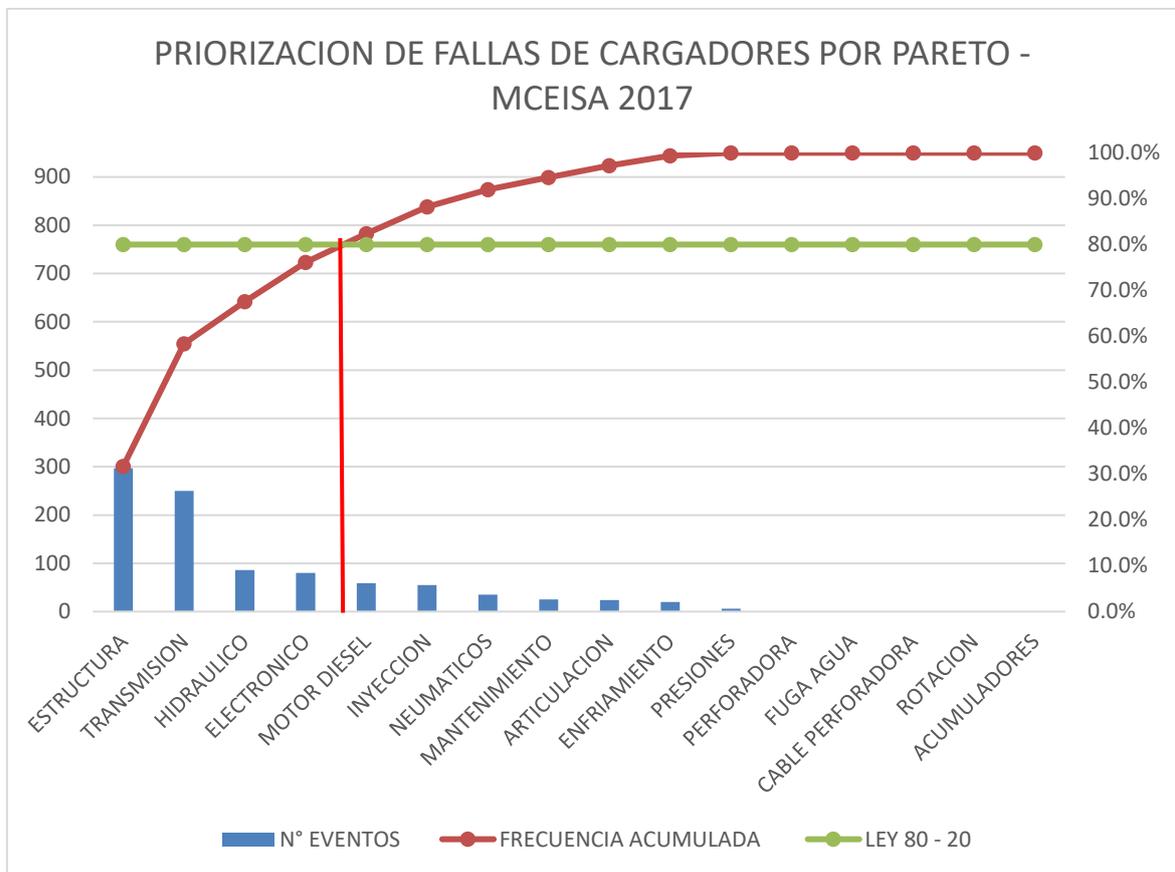
En la tabla N° 08, se ha priorizado las fallas más frecuentes de los cargadores, las mismas que han generado altos índices de pérdidas de dinero por paradas no programadas y a la vez la baja disponibilidad mecánica de estos cargadores.

Considerando la ley de Pareto donde “el 80% de las consecuencias se deriva del 20% de las causas”. Wilfredo Pareto (1848-1923).

De la tabla antes descrita se deduce que han sido seleccionadas las siguientes fallas que están codificadas y por sistemas:

- ✓ 297 eventos del sistema Estructura (1010) que representa el 32% del total de eventos
- ✓ 250 eventos del sistema Transmisión (1011) que representa el 27% del total de eventos
- ✓ 86 eventos del sistema Hidráulico (1018) que representa el 9% del total de eventos
- ✓ 80 eventos del sistema Electrónico (1008) que representa el 9% del total de eventos

Figura 21: Diagrama de Pareto - priorización de fallas por sistemas de los cargadores.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 21, se muestra la gráfica de Pareto donde se prioriza las fallas más frecuentes de los cargadores frontales.

4.2.3.2. Priorización de fallas por sistemas de los jumbos método Pareto

Tabla 9: Priorización de fallas de jumbos por Pareto

SISTEMA	CODIGO	N° EVENTOS	%	FRECUENCIA ACUMULADA	LEY 80 - 20
PERFORADORA	1007	185	27%	27%	
HIDRAULICO	1018	172	25%	52%	80%
ESTRUCTURA	1010	106	15%	67%	
ELECTRONICO	1008	58	8%	75%	
NEUMATICOS	1015	36	5%	81%	
CABLE PERFORADORA	1014	30	4%	85%	
FUGA AGUA	1013	28	4%	89%	
MOTOR DIESEL	1005	19	3%	92%	20%
PRESIONES	1002	18	3%	94%	
TRANSMISION	1011	13	2%	96%	
ROTACION	1004	8	1%	97%	
MANTENIMIENTO	1016	8	1%	99%	
ACUMULADORES	1006	7	1%	100%	
INYECCION	1012	3	0%	100%	
ENFRIAMIENTO	1017	0	0%	100%	
ARTICULACION	1009	0	0%	100%	
	TOTAL	691			

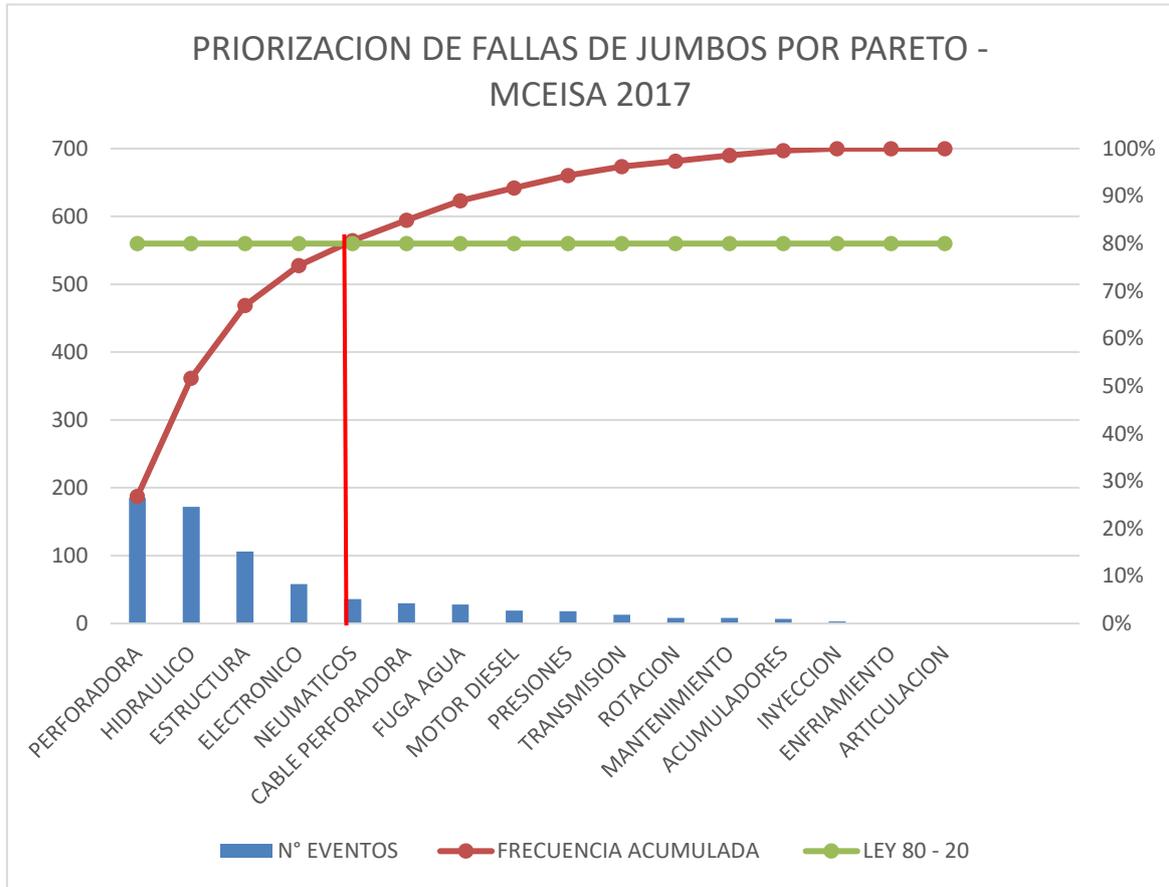
Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 09, se ha priorizado las fallas más frecuentes de los Jumbos las mismas que han generado altos índices de pérdidas de dinero por paradas no programadas y a la vez la baja disponibilidad mecánica de estos jumbos.

De donde han salido seleccionado las siguientes fallas que están codificadas y por sistemas:

- ✓ 185 eventos del sistema Perforadora (1007) que representa el 27% del total de eventos
- ✓ 172 eventos del sistema Hidráulico (1018) que representa el 25% del total de eventos
- ✓ 106 eventos del sistema Estructura (1010) que representa el 15% del total de eventos
- ✓ 58 eventos del sistema Electrónico (1008) que representa el 8% del total de eventos

Figura 22: Diagrama de Pareto - priorización de fallas por sistemas de los jumbos.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 22, se muestra la gráfica de Pareto donde se prioriza las fallas más frecuentes de los jumbos hidráulicos.

Por tanto, según análisis de los gráficos descritos anteriormente podemos asegurar que al diseñar el plan de gestión de mantenimiento se puede disminuir las constantes paradas no programadas y las excesivas pérdidas de dinero por tener maquinaria inoperativa, el cual conllevará a un aumento de la disponibilidad mecánica del total de la flota y mantenerlo en un 92% propuesto en la presente investigación.

4.2.4. Indicadores de gestión de mantenimiento según Operacionalización de variables

Tabla 10: Indicadores de cargadores frontales y jumbos hidráulicos

TIPO EQUIPOS	Nº EQUIPOS	HORA TRABAJO	HORAS POR MANTTO	HORAS TOTALES DISPONIBLES	HORAS PROGRAMADAS	Nº Paradas MTTO PRG	Nº Paradas MTTO NO PRG	Nº Paradas TOTAL	DISPONIBILIDAD	UTILIZACION	MTBF	MTTR	TOTAL OPERATIVAS	% OPERATIVIDAD	META DISPONIBILIDAD 2018
CARGADORES	16	49417	8755	60365	69120	159	937	1096	87.33	81.86	52.74	7.99	14	88%	92%
JUMBOS	13	26594.2	6479	42661	49140	116	691	807	86.82	62.34	38.49	8.03	11	85%	92%
TOTALES	29	70011.20	15234	103026	118260	275	1628	1903	87.07	72.10	45.61	8.01	25	86%	92%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 10, se muestra los valores de los ratios o indicadores de la gestión mantenimiento de los dos tipos de maquinaria seleccionada (Cargadores y Jumbos) año 2017.

Analizando la tabla se desprende lo siguiente:

- ✓ La flota de cargadores frontales es de 16 unidades, que representan un 55% del total de equipos disponibles en la obra ejecutada en el año 2017.
- ✓ La flota de los jumbos hidráulicos es de 13 unidades, que representan un 45% del total de equipos disponibles en la obra ejecutada en el año 2017,

Por lo tanto, de acuerdo a nuestra Operacionalización de variables y considerando los valores mostrados líneas arriba se desarrollan los siguientes indicadores (Ver Tabla N° 01) Operacionalización de variables.

4.2.4.1. Utilización de la maquinaria

$$\text{Fórmula de la utilización (\%): } UM = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}} * 100\%$$

Reemplazando tenemos:

- ✓ Cargadores frontales de bajo perfil:

$$UM = \frac{49,417.00}{60,365.00} * 100\% = 81.86\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los cargadores frontales que muestra un 81.86 %, esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 90% según (Global Services) esto quiere decir que el área de operaciones mina no está utilizando la maquinaria de manera eficiente, ya sea por órdenes mal dadas, pésimas coordinaciones entre los operadores y los jefes de guardia del área de operaciones mina.

- ✓ Jumbos hidráulicos

$$UM = \frac{26,594.20}{42,661.00} * 100\% = 62.34\%$$

En la ecuación se ha demostrado el cálculo de la utilización de los jumbos hidráulicos que muestra 62.34% esto indica que estamos por debajo de lo especificado ya que lo óptimo es 90% según (Global Services) esto quiere decir que el área de operaciones mina no está utilizando la maquinaria de manera eficiente, ya que debido a las malas condiciones con los operadores de los cargadores frontales no se habilitan a tiempo las áreas para que los jumbos realicen sus trabajo desde la primera hora de ingreso.

Sin embargo, con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento la utilización de estas maquinarias se puede mejorar a un 90%, manteniéndonos dentro de lo óptimo para este tipo de maquinaria pesada de acuerdo a la bibliografía sobre indicadores de gestión de mantenimiento.

4.2.4.2. Disponibilidad mecánica

Fórmula de la disponibilidad (%):

$$DM = \frac{\text{Hrs Programadas} - \text{Hrs Reparación}}{\text{Hrs Programadas}} * 100\%$$

Remplazando tenemos:

- ✓ Cargadores frontales de bajo perfil

$$DM = \frac{69,120.00 - 8,755.00}{69,120.00} * 100\% = 87.33\%$$

De dicho cálculo se obtiene una disponibilidad mecánica del 87.33%, este resultado nos indica que estamos por debajo de lo óptimo, según (Global Services) indica que lo óptimo es el 92% en Equipos nuevos y, 88% en equipos usados, según nuestro análisis uno de los factores que estarían incurriendo en la baja disponibilidad de la maquinaria pesada sería la falta recursos y condiciones para la ejecución del mantenimiento como se puede evidenciar en el diagrama Ishikawa (Ver Figura N° 06) deficiencia en la ejecución del mantenimiento.

- ✓ Jumbos hidráulicos

$$DM = \frac{49,140.00 - 6,479.00}{49,140.00} * 100\% = 86.82\%$$

De dicho cálculo se obtiene una disponibilidad mecánica de 86.82% lo que indica que estamos por debajo de lo óptimo. Según (Global Services, 1996) Esto se debería a la falta de control de los mantenimientos preventivos (no se realiza a tiempo) ocasionando el desgaste prematuro de los componentes de otros sistemas de la maquinaria pesada y por ende paradas prolongadas no programadas.

Otro de los factores que incurren en la baja disponibilidad es la falta de un buen almacén y de la logística correspondiente; ya que la maquinaria permanece inoperativa varios días a la espera de los repuestos ocasionando grandes pérdidas de dinero por dichas paradas no programadas

Podemos concluir que según nuestro diagnostico echo en la presente investigación se obtiene un promedio general de disponibilidad mecánica del 87.07% (Ver Tabla N° 10, indicadores de gestión de mantenimiento), la misma que con nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se mejorara hasta un 92% cifra que se requiere en los proyectos de la gran minería, donde todo está planificado y coordinado, y se busca que las paradas deben ser las menores posibles y la mejor solución es mediante la prevención de fallas gracias a un buen mantenimiento.

4.2.4.3. Operatividad de la maquinaria

Fórmula de la operatividad (%):

$$OM = \frac{\text{Total de máquinas operativas}}{\text{Total de máquinas}} * 100\%$$

Reemplazando tenemos:

- ✓ Cargadores frontales

$$OM = \frac{14}{16} * 100\% = 88\%$$

Según la ecuación se obtiene como resultado un 88% de máquinas operativas siendo lo óptimo un 90%, según (Global Services, 1996) lo cual nos muestra que estamos por debajo de lo indicado. Según nuestra evaluación echa a la flota de maquinaria pesada se encontró 02 máquinas inoperativas por faltas de repuestos, las mismas que se recomienda reemplazarlas por otras ya que el costo de reparación es elevado; sin embargo, se considerara dentro del programa de mantenimiento correctivo elaborado en la presente tesis para ver la posibilidad de ponerlas operativas.

- ✓ Jumbos hidráulicos

$$OM = \frac{11}{13} * 100\% = 85\%$$

Del cálculo respectivo se obtiene como resultado un 85% de máquinas operativas, lo cual indica que estamos por debajo de lo especificado; esto se debería a que en nuestro análisis hecho a la flota de maquinaria pesada se encontró 02 máquinas inoperativas, una de ellas por rotura de chasis debido al mal estado de las vías por donde transita por lo que para esta máquina se recomienda que se reemplace por otra, así mismo, la siguiente maquina inoperativa se encuentra a la espera de repuestos de costos elevados.

(La tabla N° 10) que es indicadores de gestión de mantenimiento, muestra un 86% de promedio general de operatividad de la maquinaria, siendo este una cifra que se encuentra por debajo de lo especificado, no obstante, podemos asegurar que con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se podrá mantener al 100% de operatividad a dicha maquinaria, según (Global Services, 1996).

4.2.4.4. Porcentaje de las reparaciones no programadas

La Fórmula de las reparaciones:
$$\% \text{ RNP} = \frac{\text{Reparaciones no programadas}}{\text{Total de reparaciones}} * 100\%$$

Remplazando se tiene:

- ✓ Cargadores frontales

$$\text{RNP} = \frac{937}{1096} * 100\% = 85.49\%$$

En el presente caso de estudio se ha obtenido un 85.49% de reparaciones no programadas, siendo este indicador elevado de paradas en plena operación de la maquinaria, ya que lo óptimo es mantener una proporcionalidad de 50/50 entre reparaciones programadas y no programadas, según (Global Services, 1996).

Según el diagnóstico realizado, esto se debería a que no se da cumplimiento o no existe un plan de mantenimiento claramente definido, por lo mismo que no existe un historial de cada maquinaria para el control de los mantenimientos preventivos y/o correctivos.

- ✓ Jumbos hidráulicos.

$$\text{RNP} = \frac{691}{807} * 100\% = 85.63\%$$

Del cálculo realizado se obtiene un 85.63% de reparaciones no programadas, dicho indicador hace referencia a que existen excesivas paradas no programadas en plenas operaciones mineras con respecto a las programadas, ya que, lo óptimo es mantener una proporcionalidad de 50/50, según (Global Services, 1996).

De los resultados obtenidos en cuanto al elevado porcentaje de reparaciones no programadas, podemos concluir que dichas paradas ocasionan grandes pérdidas de dinero y por ende el retraso de la ejecución del proyecto en la unida minera de Orcopampa.

No obstante, con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se mejorara este indicador hasta alcanzar lo óptimo que es mantener una proporcionalidad de 50/50, según (Global Services, 1996).

4.2.4.5. Número de mantenimientos programados.

Considerando las especificaciones del fabricante, una maquinaria pesada que labora en minería se debe realizar su mantenimiento preventivo cada 250 horas de trabajo (Manual Operación y mantenimiento de cada maquinaria).

Fórmula del N° de mantenimientos:

$$MP = \frac{\text{Horas programadas de trabajo}}{250 \text{ horas de trabajo de la maquina}}$$

Por lo tanto, según los cálculos de nuestra formula se tiene lo siguiente:

Reemplazando se tiene:

- ✓ Cargadores frontales

$$MP = \frac{60365}{250 (16)} 15.09 = 15$$

Mantenimientos programados

Indica que dentro de las horas de trabajo programadas en la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S. A. se debió realizar 15 mantenimientos programados a la maquinaria, sin embargo por las constantes paradas no programadas podemos afirmar que no se ha cumplido dichos mantenimientos.

- ✓ Jumbos hidráulicos

$$MP = \frac{42661}{250(13)} 13.13 = 13$$

Mantenimientos programados

Este indicador nos da un resultado donde se debería realizar 13 mantenimientos programados, a los Jumbos hidráulicos para mantener una disponibilidad alta, no obstante por las paradas no programadas se puede deducir que no se cumplió al 100% los mantenimientos programados.

Sin embargo, con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se logrará el cumplimiento de los mantenimientos programados al 100%.

4.2.4.6. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

Nuestro indicador MTBF nos muestra que existe paradas en tiempos fuera de lo especificado ya que lo óptimo es de 80 Hrs. en equipos nuevos y 60 Hrs equipos usados, según (Global Services, 1996); por otra parte el gráfico muestra que el MTBF se encuentra por debajo de lo especificado (Ver Anexo N° 04) MTBF y MTTR de la maquinaria pesada.

Fórmula del tiempo entre fallas:

$$\text{Tiempo productivo} = \text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo de inactividad (por fallas)}$$

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Número de fallas}}$$

Reemplazando se tiene:

- ✓ Cargadores frontales

$$\text{MTBF} = \frac{49417}{937} = 52.74 \text{ Hrs.}$$

Este resultado nos indica que los cargadores cada 52.74 horas de operación está teniendo paradas no programadas, encontrándose por debajo de lo óptimo. Esto se debería a la deficiente ejecución del mantenimiento preventivo de la maquinaria.

- ✓ Jumbos hidráulicos.

$$\text{MTBF} = \frac{26594}{691} = 38.49 \text{ Hrs.}$$

Este resultado nos indica que los Jumbos hidráulicos son más propensos a quedar inoperativo ya que el cálculo respectivo demuestra que cada 38.49 horas de operación está teniendo paradas no programadas, considerándose que se encuentra por debajo de lo óptimo. Esto se debería a la falta de recursos y condiciones para una buena ejecución de los mantenimientos.

Del (Anexo N° 04), MTBF y MTTR de la maquinaria pesada, podemos constatar que se tiene un promedio general de MTBF igual a 45.61 horas; esto quiere decir, que se está teniendo paradas no programadas en plena operación perjudicando el avance de la ejecución del proyecto.

Por lo que podemos asegurar que con la posible aplicación de nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se lograría alcanzar las horas optimas como lo describe (Global Services, 1996)

4.2.4.7. Tiempo promedio de reparaciones (MTTR)

Este indicador (MTTR), nos dice que la demora para cada reparación es muy alta ya que no supera lo especificado que sería entre 3 y 6 horas; un MTTR: > 6 hrs. de demora en cada reparación significa ineficiencias o excesivas demoras en las reparaciones como lo describe (Global Services, 1996).

$$\text{Hrs Reparacion} = \text{Mntto Preventivo} + \text{Mantto no Programado}$$

Por lo tanto, la fórmula es :
$$\text{MTTR} = \frac{\text{Hrs reparacion}}{\text{Numero de fallas}} .$$

Reemplazando se tiene:

- ✓ Cargadores frontales

$$\text{MTTR} = \frac{8755}{1096} = 7.99 \text{ Hrs de demora}$$

Del desarrollo de la ecuación se ha obtenido 7.99 horas que significa que el cargador frontal está demorando de ser reparado en una determinada falla en promedio 7.99 horas. Lo óptimo debe ser 3 a 6 horas de demora para cada reparación de una determinada falla, dichos resultados se debería a que el personal de mantenimiento no se encuentra capacitado para realizar trabajos de mantenimiento de acuerdo a los procedimientos establecidos; en el peor de los casos, no existiría supervisión adecuada.

- ✓ Jumbos hidráulicos.

$$\text{MTTR} = \frac{6479}{807} = 8.03 \text{ Hrs de demora}$$

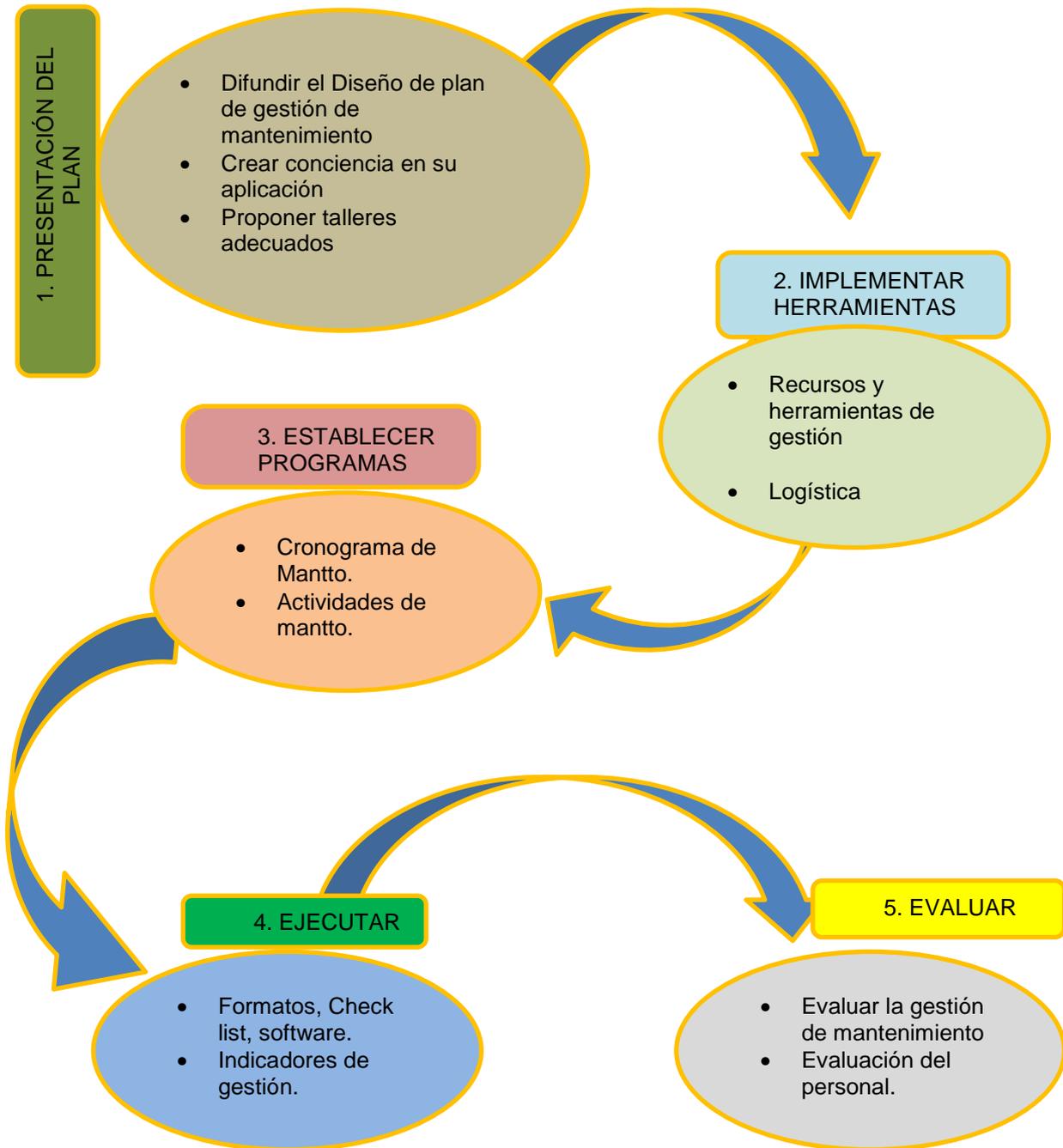
Dicho resultado obtenido (8.03 horas) significa que los jumbos hidráulicos están demorando en ser reparados en una determinada falla en promedio 8.03 horas. Lo óptimo debe ser de 3 a 6 horas de demora para maquinarias en plena operación, según, (Global Services, 1996).

Del (Anexo N° 04), MTBF y MTTR de la maquinaria pesada se puede evidenciar que en promedio de los dos tipos de maquinaria se tiene que el MTTR es: 8.01 horas que significa que están demorando en ser reparado en una determinada falla. Sin embargo con nuestro nuevo diseño se alcanzará mantenerse dentro de las horas especificadas para la reparación de fallas.

4.3. Diseño del nuevo plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa MCEISA. 2018.

El presente diseño se desarrollara en función a los siguientes pasos:

Figura 23: Diseño del nuevo plan de gestión de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 23, muestra nuestro nuevo diseño de un plan de gestión de mantenimiento que luego de ser desarrollados nos permitirá obtener una mejora en la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada, y consta de 5 puntos que se describen a continuación:

4.3.1. Desarrollo del nuevo diseño del plan de mantenimiento

4.3.1.1. Presentación del diseño del plan de mantenimiento

En un proceso de implementación de un nuevo plan de gestión de mantenimiento es esencial la gestión eficaz del talento humano, mediante competencias, valores, trabajo en equipo, capacitaciones, liderazgo y la inteligencia emocional.

Este primer punto es lo más principal para que nuestro diseño de plan de gestión de mantenimiento tenga éxito dentro de la empresa, ya que se presentará el diseño al área antes mencionada con la intención de que todo el personal ejecutivo y técnico conozcan del tema y las actividades y/o cambios que se van a realizar para llevar a cabo la aplicación de este nuevo diseño.

✓ Difundir el diseño de plan de gestión de mantenimiento

El presente diseño será difundido dentro de la empresa MCEISA, y se dará a conocer a todo nivel, de tal manera que cada una de los integrantes, desde el gerente general hasta el último de los trabajadores se involucre con la misión y objetivos estratégicos del plan de gestión de mantenimiento; donde se busque obtener mejor producción con menores paradas y costos, así como rentabilizar la inversión y alargar la vida útil de la maquinaria.

✓ Crear conciencia en su aplicación

Un buen entrenamiento y motivación al personal hará que este diseño de gestión de mantenimiento tenga éxito para la mejora continua de la maquinaria pesada y la empresa en general; por lo que está dirigido principalmente al personal técnico del área de mantenimiento, donde las actividades en trabajos de minería contempla una serie de elementos que deben funcionar continuamente y sin paradas para mantener el ciclo productivo y cumplir con sus objetivos. Dentro de estos, se encuentra la maquinaria pesada que debe estar siempre disponible y es fundamental que se encuentre en óptimas condiciones, ya que las fallas en los equipos, por lo general, retrasan el proceso de producción, por lo que se debe tomar el menor tiempo posible en la reparación, con los márgenes de errores mínimos.

En coordinación con el área de recursos humanos, y a través de una empresa especializada para programas de capacitación, se creará conciencia en todo el personal involucrado sobre el nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento a través de respectivas capacitaciones, si bien es cierto, que estas capacitaciones tendría un costo de \$. 2200.00, se espera mejores resultados para la mantenibilidad de la maquinaria pesada y a la vez mejor rentabilidad para la empresa.

✓ **Disponibilidad de talleres adecuados.**

Debido al tamaño de flota de maquinaria pesada con la que se cuenta en la empresa y poder obtener mejores procesos de mantenimiento, es importante contar con la implementación y condiciones necesarias para realizar un mantenimiento óptimo, por lo que es importante contar con talleres adecuados, cuya ubicación debe ser próxima a la mina y diseñados con miras al futuro, pensando en posibles ampliaciones que puedan necesitarse por un aumento de la capacidad de producción. En el diseño del taller se debe considerar:

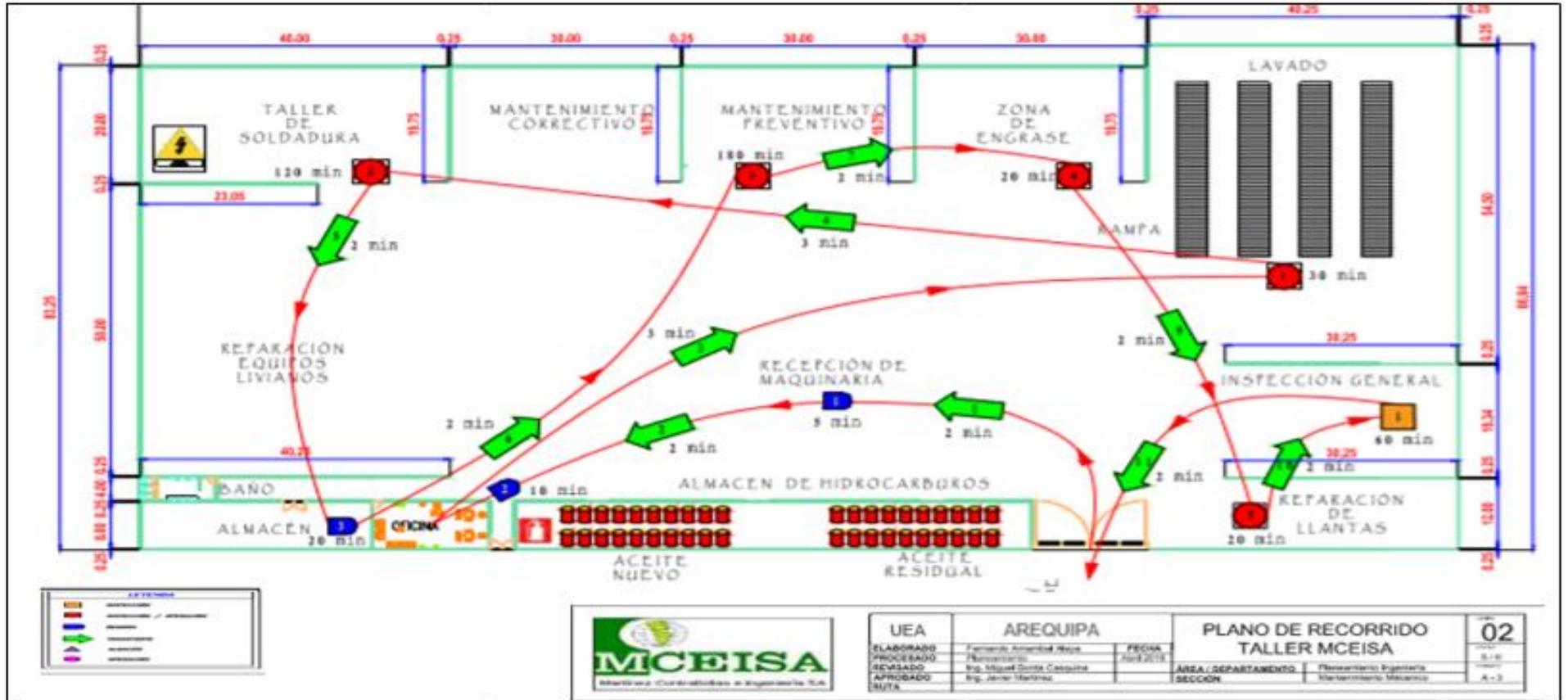
- El tamaño y naturaleza de la flota o de los equipos
- El tipo de trabajo que se deberá realizar
- El rendimiento y productividad del personal
- El espacio y capital disponible para hacerlo.

Lo ideal en un taller es conservarlo limpio y ordenado y mantener herramientas adecuadas para las diferentes tareas. Además de contar con infraestructuras completa para el tamaño de los equipos, un sistema de gestión integral para la seguridad de los trabajadores y el tratamiento de residuos peligrosos. Sin embargo, es de mucha utilidad contar en el taller de mantenimiento con toda la literatura técnica relacionada a los equipos.

Por lo tanto, líneas abajo se presenta el nuevo plano de distribución de las áreas del taller de la maquinaria pesada, además del nuevo plano de seguridad el mismo, que contribuirá a mantener el orden y limpieza para el desarrollo de las actividades del mantenimiento.

Nuevo plano de distribución del área de mantenimiento

Figura 24: Nuevo plano de la distribución de las áreas de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia



En la figura N° 24 se evidencia el plano de distribución y del espacio físico de las áreas del taller de mantenimiento de la maquinaria pesada, ingresando a la izquierda se cuenta con una oficina de planeamiento de mantenimiento mecánico, luego sigue el almacén de herramientas y repuestos, se continua con el área de lavado de equipos, se cuenta con un taller de soldadura, también se tiene las áreas de mantenimiento correctivo o preventivo según sea el caso; luego pasamos a la zona de engrasado general de la maquinaria, seguimos con el control de presiones de llantas y por último el área de inspección general.

En la figura N° 25, se cuenta con el plano de seguridad del área de mantenimiento teniendo una leyenda muy ajustada a las condiciones de trabajo del mantenimiento mecánico desde riesgo alto que vendrían a ser zonas de mantenimiento correctivo, preventivo, zona de engrase, zona o depósito de hidrocarburos y el área de soldadura todos estas áreas tienen el riesgo de incendios o la posibilidad de que el personal sufra un accidente de alto potencial; por otro lado se cuenta también identificadas zonas de riesgo leve que son lugares de fácil evacuación como es la zona de lavado que es amplio, la zona de ingreso a taller y zona de reparaciones de equipo liviano, por último también se ha identificado zonas de riesgo bajo como son la oficina principal o zonas de reunión como zonas seguras en caso de eventos no deseados.

4.3.1.2. Implementar herramientas de gestión

Se asignará todas las herramientas de gestión e incluso se diseñará las necesarias para poder llevar un mejor control del historial de la maquinaria, en las cuales podremos identificar posibles fallas mediante indicadores o ratios de gestión de mantenimiento que se pueden prevenir antes de que ocurra y no caer en las estrategias de mantenimiento que mantienen paradigmas obsoletos como son los correctivos.

✓ Recursos y herramientas de gestión

Como recursos se coordinará para tener una razonable cooperación entre los departamentos de operación y mantenimiento, junto a un sistema de comunicaciones efectivo y el apoyo del centro de documentación y recopilación de datos.

Se ha diseñado además, herramientas de gestión que nos permita tener un mejor control de las actividades de mantenimiento de la maquinaria pesada. (Ver Anexos del N° 05 al 08)

✓ Almacén y Logística

Además de la presentación de una tentativa de presupuesto para compra de repuestos e insumos para la maquinaria más crítica en cuanto a fallas más frecuentes, se coordina con el gerente general de la empresa para tener a tiempo oportuno el apoyo y respaldo de un buen almacén y de la logística correspondiente; ya que de eso dependerá la atención oportuna y preventiva de la maquinaria pesada antes de que ocurra la falla. (Ver Tabla N° 18) presupuesto del mantenimiento de la maquinaria pesada.

4.3.1.3. Establecer programas de mantenimiento

El mantenimiento programado, consiste en la evaluación e inspección de los puntos más débiles de la maquinaria pesada en períodos de tiempo predefinidos, los mismos que si no se realizan pueden

acarrear consecuencias de paradas no programadas cuando ocurra la falla. Para contar con un mantenimiento programado bien definido se necesita disciplina y compromiso para hacer cumplir en el tiempo establecido y pro actividad para mejorar algunos puntos que se encuentren a la vista del evaluador en coordinación con el manual del fabricante. (Ver Anexo N° 09) programa de mantenimiento de la maquinaria pesada

✓ **Cronogramas de mantenimiento preventivo**

Se establecen programas de mantenimiento Preventivos, y va a tener una frecuencia de tiempo indicando las fechas en las que se va a realizar; basándose principalmente en el recorrido del Horómetro (horas de trabajo) de cada maquinaria y previa coordinación con el área de Operaciones Mina. (Ver Anexo N° 10, 11) Programa de mantenimiento preventivo.

✓ **Actividades de Mantenimiento**

Realizaremos actividades preventivas en la maquinaria pesada cada inicio de turno como son la inspección y evaluación de la maquinaria por sistemas y de acuerdo a la fecha que indica los programas de mantenimiento como parte del mantenimiento proactivo y se programaran reparaciones mayores con mano de obra calificada de acuerdo al manual del fabricante en cuanto a la vida útil de cada repuesto. (Ver anexo N° 12, 13) Cartillas de inspección y evaluación.

4.3.1.4. Ejecutar

Para dar cumplimiento al nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se hace seguimiento con el recojo de todo tipo de formatos debidamente rellenado cada fin de guardia para procesar dicha información en el software diseñado para el control e historial de la maquinaria pesada.

✓ **Formatos, Check list, software.**

Cada responsable de área se hará cargo de dar cumplimiento del reporte diario de las actividades de mantenimiento en los formatos y/o Check list que se han elaborado para el control de la maquinaria y a la vez tener un historial de fallas de cada maquinaria. (Ver anexo N° 14) Reporte diario individual.

Figura 26: Nuevo Software diseñado de control de mantenimiento

SEGUIMIENTO DE HORAS DE TRABAJO POR GUARDIA DE EQUIPO PESADO (CORPORATIVA 2016) MATRIZ 2017 mayo - Excel

ARCHIVO INICIO INSERITAR DISEÑO DE PÁGINA FORMULAS DATOS NUBES VISTA DESARROLLO

VBS

EQUIPMENT PERFORMANCE S-315															
Marca	CATERPILLAR	Cantidad	4.145	Modelo	CATERPILLAR	Potencia	MS HP	N.º de Serie	1.001909	Ingeniería	01/05/2012	PP. de Serie	02.102840	Motor	3150000
DESCRIPCIÓN	REBORO	Descripcion	Cargador Frontal	Modelo	3150000	Descripcion	Motor Diesel Electronico								
DATE	GUARDIA	HORAS INICIALES	HORAS FINALES	TRABAJO PROGRAMADO	REPARACION	PARADA O PROBLEMA	PARADA O PROBLEMA	REPARACION	REPARACION	REPARACION	REPARACION	REPARACION	REPARACION	REPARACION	REPARACION
06/10/2017	DIA	10220.00	10227.50	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.00%	
06/10/2017	NOCHE	10227.50	10242.70	15.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.00%	se cambio repaso del tiempo, se programo equipo
07/10/2017	NOCHE	10242.70	10244.60	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.00%	se cambio electronica
08/10/2017	DIA	10244.60	10249.40	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00%	se cambio repaso del tiempo, se programo equipo
09/10/2017	N.º 3º	10249.40	10251.80	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00%	
10/10/2017	DIA	10251.80	10261.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00%	se cambio motor programado
10/10/2017	NOCHE	10261.00	10262.70	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.00%	se cambio repaso del tiempo, se programo equipo
12/10/2017	DIA	10262.70	10262.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.00%	
12/10/2017	NOCHE	10262.70	10262.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	71.50%	se cambio electronica
14/10/2017	DIA	10262.50	10268.50	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00%	
16/10/2017	NOCHE	10268.50	10278.40	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	98.00%	
17/10/2017	N.º 3º	10278.40	10278.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	se cambio motor programado
TOTAL PR.		102564.0	112100.4	10536.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1040.3	250.0	0.0	0.0	0.0	5.0	
IMP =	M TOTAL	GROUP + PROY + PROM + CTYS		IMP	DN - CONTRATO		85.00%		IMP						
							85.56%								
% UTIL =	HORAS TRABAJO			% UTILIZACION			65.00%								
	M TOTAL	GROUP + PROY + PROM + CTYS													
MTRE =	HORAS TRABAJO			MTRE			3743.20								
	Nº FALLAS														
MTBI =	CORRECCIONES			MTBI			0.30								
	Nº FALLAS														
IMP =	MTRE			IMP - CLIENTE			99.30%								
	MTRE + MTBI														

IMP = 3-502 3-514 3-508 \$ 315 3-516 3-517 3-527 3-528 3-530 3-533 3-537 U-301 U-303 U-310 U-311 U-312 U-313 M-301 M-302 M-305

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 26 se evidencia el software de control de mantenimiento que se ha implementado, el cual nos facilitara tener datos exactos de las horas trabajadas, utilización, mantenimientos programados, de las paradas no programadas de todos los equipos, este software será llenado al inicio y termino de cada guardia, el controlador de equipos será el encargado y responsable de verificar que se aplique y que se cumpla con lo indicado, de esta manera se podrá llevar un mejor control en cuanto a las actividades de la maquinaria.

✓ **Indicadores de gestión.**

Con el apoyo de los formatos elaborados para el control de los mantenimientos de cada maquinaria se hará el cálculo respectivo de todos los indicadores de gestión de mantenimiento para saber si se mantiene una alta disponibilidad y/o performance de cada máquina. Los indicadores de gestión de mantenimiento que se utilizaran será de acuerdo a nuestra matriz de Operacionalización de variables (Ver Tabla N° 01) Operacionalización de variables.

4.3.1.5. Evaluar

✓ **Evaluar la gestión de mantenimiento**

Se puede considerar este paso también como uno de los más importantes, pues mediante el cual podremos determinar si la gestión de mantenimiento está teniendo buenos resultados o aún hay algo que mejorar.

Estas evaluaciones se realizarán por medio del control de inspecciones; de esta manera se verificará que el propósito del mantenimiento se esté cumpliendo. Para esto se debe tener en cuenta que las inspecciones se realizarán cada vez que se termine una orden de trabajo de mantenimiento, según lo establecido en el programa.

Para tener un historial de estas evaluaciones se realizarán fichas de inspecciones, una por cada orden de trabajo, en ellas indicará si el trabajo se realizó adecuadamente o no, el responsable del trabajo, el responsable de la inspección, entre otros. (Ver Anexo N° 15) formato de evaluación de personal.

✓ **Evaluación del personal**

La evaluación del personal es un proceso para medir el rendimiento laboral del trabajador, con el objeto de llegar a la toma de decisiones objetivas sobre los recursos humanos. En el nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se utilizará la evaluación del trabajador para determinar incrementos de desempeño, necesidades de capacitación y desarrollo, así como ofrecer la documentación para apoyar las acciones de rotación de personal.

La evaluación del trabajador, se convierte en un proceso para estimular o juzgar el valor, la excelencia y las cualidades del desempeño de un trabajador, es una herramienta de dirección, imprescindible en la actividad de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada de la empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

4.3.2. Análisis de las fallas de la maquinaria pesada - MCEISA 2017, con el nuevo diseño de un plan de gestión de mantenimiento

Realizando un diagnóstico exhaustivo del área de mantenimiento de la Empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A. para el periodo 2017, se encontró que dicha empresa está basando su estrategia de mantenimiento en el correctivo, es decir, actúan únicamente cuando sucede una falla. A pesar de que hoy en día disponemos de nuevas técnicas de mantenimiento, contamos con una amplia gama de tecnología aplicada al mantenimiento, y pese a llevar en funcionamiento más de 20 años dicha empresa, no cuenta con una planificación de mantenimiento bien definida, optando por realizar mantenimientos correctivos.

Se constató que las principales fallas en los equipos se producían principalmente en los siguientes sistemas: Perforadora, estructura, Hidráulico, Transmisión y Electrónico.

En el presente estudio se tomó especial atención en las diferentes fallas identificadas que generaron paradas no programadas y por ende grandes pérdidas de dinero por tener maquinaria inoperativa; Por lo tanto, se utilizará todas las herramientas de gestión y recursos con que se cuenta en la unidad. Y aplicando nuestro nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento podremos maximizar recursos, generar mejores ganancias y llevar un mejor control de la misma.

El mantenimiento al igual que otras ramas de la ingeniería, ha evolucionado con el paso del tiempo. Nuestro nuevo diseño precisamente analizará y procesará la información que nos llega de los mismos operadores de la maquinaria pesada, siendo una estrategia fundamental para controlar la gestión del mismo, y buscar la forma más eficiente con el mínimo de costo que garantice el desempeño total del mantenimiento y el cumplimiento de la misión y visión de la Empresa. Es necesario también tener en cuenta que el éxito del trabajo de mantenimiento no solo depende de la cantidad de recursos o financiamiento que se le asigne al mismo, depende de la capacidad y calidad con que se organice el servicio de mantenimiento.

Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos al implementar dicho plan de Gestión de mantenimiento, es compromiso de la empresa; de ellos depende una mejora sustancial en la disponibilidad Mecánica de la maquinaria, la calidad de servicio, la seguridad y el respeto al medio ambiente.

4.3.2.1. Análisis de función, consecuencia y fallas por sistemas de los cargadores frontales

Para revertir las constantes paradas no programadas de la maquinaria pesada se da la importancia necesaria a las fallas que han generado mayor tiempo de paradas y altos costos en reparación, generando grandes pérdidas de dinero por maquinas inoperativas.

Tabla 11: Análisis de función, consecuencia y falla de los cargadores.

FUNCION, CONSECUENCIA Y FALLA DEL CARGADOR						
FUNCION	CODIGO DE LA FALLA POR TIPO DE EQUIPO	CONSECUENCIA DE LA FALLA	CODIGO DE LA FALLA POR SISTEMA	FALLA POR SISTEMA	FRECUENCIA DE EVENTOS	%
Carguío, acarrea y descarga material de las diferentes labores hacia el punto de apilamiento y/o destino final.	CF	No cumple con el ciclo de carguío, acarreo y descarga del material hacia el punto de apilamiento y/o destino final	1010	ESTRUCTURA	297	42%
			1011	TRANSMISION	250	35%
			1018	HIDRAULICO	86	12%
			1008	ELECTRONICO	80	11%
			TOTAL		713	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 11, se observa el análisis de la función, consecuencia y fallas de los Cargadores frontales, que nos permite darle la mayor importancia y atención a las fallas más críticas por sistema, que a su vez tienen una frecuencia de 713 fallas reportadas en el año 2017 en las operaciones mineras de la Empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

Del diagnóstico realizado de las fallas por sistema se desprender lo siguiente:

- ✓ 297 paradas por fallas del sistema de ESTRUCTURA, que representan un 42% de total de las fallas reportadas.
- ✓ 250 paradas por fallas del sistema de TRANSMISION, que representan un 35% de total de las fallas reportadas.
- ✓ 86 paradas por fallas del sistema HIDRAULICO, que representan un 12% de total de las fallas reportadas.
- ✓ 80 paradas por fallas del sistema de ELECTRONICO, que representan un 11% de total de las fallas reportadas.

Por lo tanto, nos permite afirmar que las fallas más críticas se han generado en los sistemas de **Estructura y Transmisión** por representar el mayor índice de porcentaje de ocurrencia de fallas del total reportadas, las que han generado un impacto negativo en la Disponibilidad Mecánica y por ende grandes pérdidas de dinero por paradas no programadas, sin embargo se asegura que con el nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se mejorará las estrategias de prevención en estos dos sistemas seleccionados antes de que ocurra las fallas y se podrá aumentar la disponibilidad mecánica considerablemente.

4.3.2.1.1 Análisis de fallas del sistema estructura de los cargadores frontales.

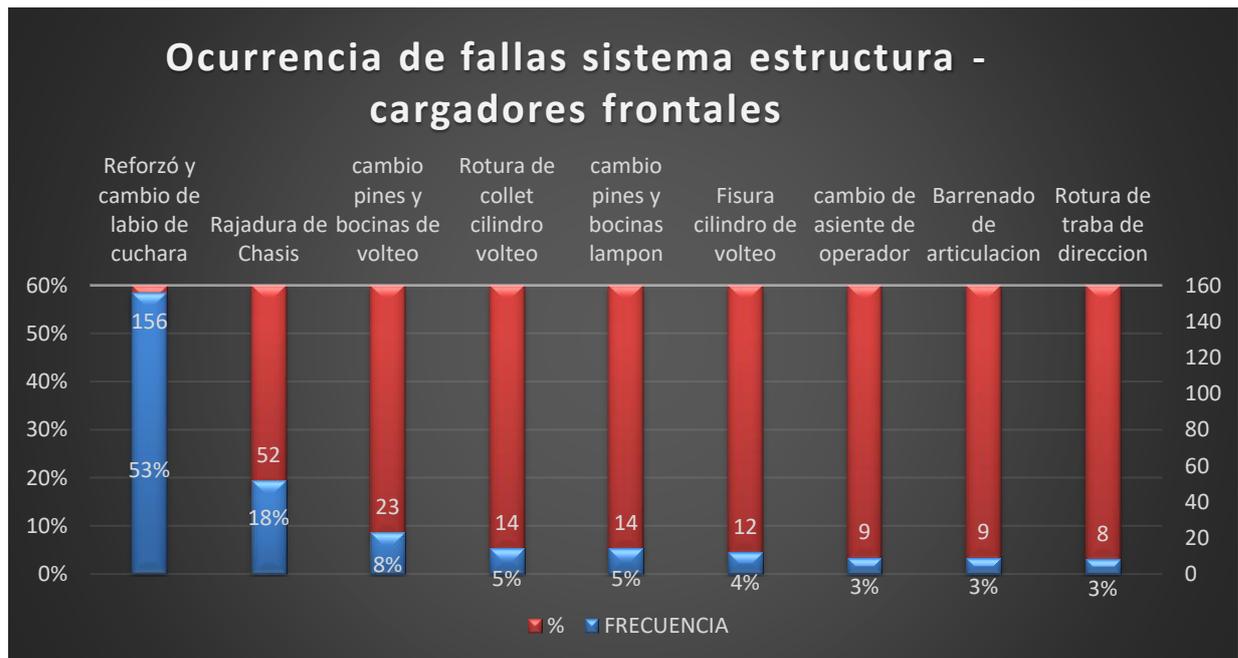
Tabla 12: Análisis de falla del sistema Estructura por su consecuencia

CODIGO DE FALLA NIVEL I	SISTEMA	CODIGO DE FALLA NIVEL II	FALLAS	CONSECUENCIA DE LAS FALLAS	FRECUENCIA DE EVENTOS	%
1010	ESTRUCTURA	10101	Rotura de labio de cuchara	El cargador no realiza el carguío y acarreo	156	53%
		10106	Rajadura de Chasis	Dificultad para hacer el Carguío y Acarreo	52	18%
		10107	Desgaste de pines y bocinas cil. de volteo	El cargador no realiza el carguío y acarreo	23	8%
		10102	Rotura de collet cilindro volteo	Dificultad para hacer el Carguío y Acarreo	14	5%
		10109	Desgaste de pines y bocinas lampón	El cargador no realiza el carguío y acarreo	14	5%
		10104	Fisura cilindro de volteo	Presenta Pérdida de aceite Hidráulico	12	4%
		10103	Deterioro de asiento de operador	NO tiene comodidad el operador	9	3%
		10105	Desgaste excesivo de articulación central	El cargador no realiza el carguío y acarreo	9	3%
		10108	Rotura de traba de dirección	Dificultad en el sistema de dirección	8	3%
TOTAL					297	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 12, se muestra las fallas del sistema de Estructura y sus consecuencias, donde podemos observar que existen tres modos de fallas reportadas que se considera las más críticas por presentar el más alto índice de ocurrencia, por lo tanto, estas requieren la atención oportuna para mejorar la disponibilidad Mecánica de los cargadores Frontales.

Figura 27: Grafico de ocurrencias de fallas del sistema estructuras de los cargadores.



Fuente: elaboración propia.

En la figura N° 27 nos permite corroborar que existen tres fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Reforzamiento y cambio de Labio de Cuchara con 156 ocurrencias con un porcentaje del (53%), Rajaduras en el Chasis con 52 ocurrencias a su vez suman un porcentaje del (18%) y cambio de pines y bocinas de cilindro de volteo con 23 ocurrencias y suman un (8%) del total de fallas reportadas.

Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Cargadores frontales un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible, se mejorará la estrategia de mantenimiento elaborando un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) con el objetivo de aumentar considerablemente la Disponibilidad Mecánica de la flota de Cargadores frontales CAT R1300. (Ver Anexo N° 16 - 18) PETS del sistema estructura

Las demás falla Diagnosticadas no son tan representativas ya que en el periodo del año 2017 llegaron a alcanzar de un 3% a 5%, los cuales pueden ser programados junto con las paradas de Mantenimientos preventivos.

4.3.2.1.2 Análisis de fallas del sistema de transmisión de los cargadores frontales

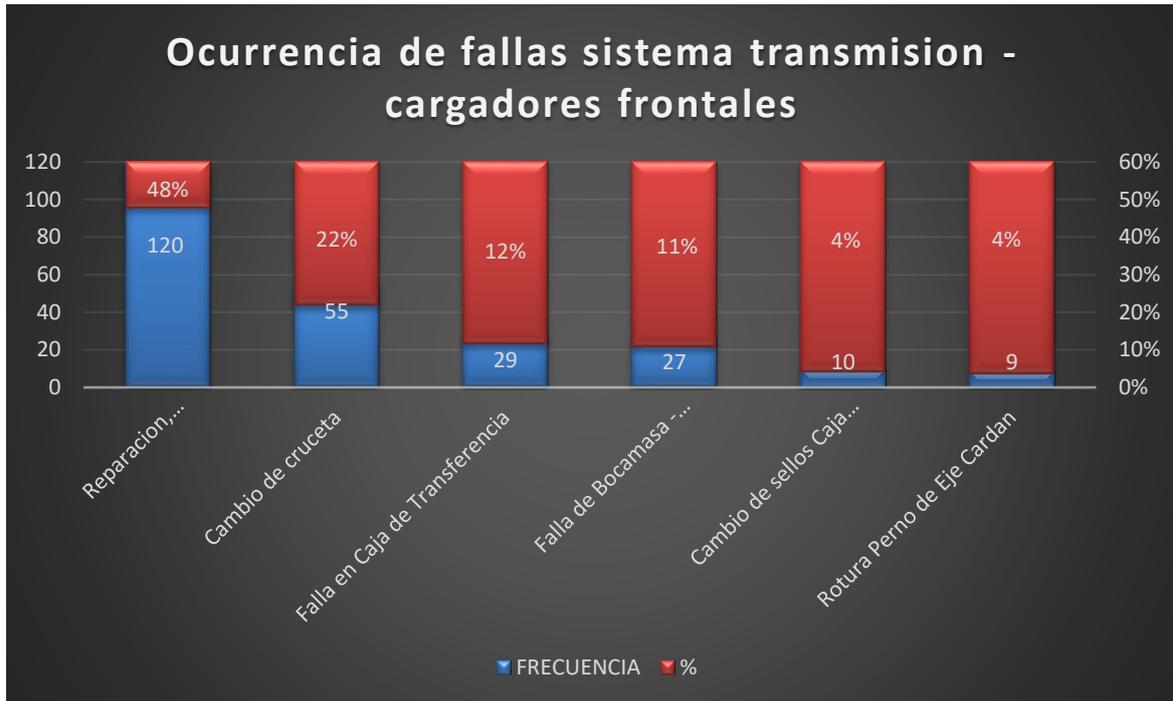
Tabla 13: Análisis de fallas del sistema transmisión por su consecuencia.

CODIGO DE FALLA NIVEL I	SISTEMA	CODIGO DE FALLA NIVEL II	FALLAS	CONSECUENCIA DE LA FALLA	FRECUENCIA DE EVENTOS	%
1011	TRANSMISION	10112	Fuga de aceite por los paquetes de freno de servicio/parqueo	El cargador no realiza el carguío y acarreo	120	48%
		10111	Rotura de cruceta	Cargador con Deficiencia en la tracción en el ataque	55	22%
		10114	Falla en Caja de Transferencia	Cargador con deficiencia en la transmisión	29	12%
		10115	Falla de Boca masa - Diferencial	El cargador no realiza el carguío y acarreo	27	11%
		10113	Falla de sellos Caja transmisión	El cargador no realiza el carguío y acarreo	10	4%
		10116	Rotura Perno de Eje Cardan	El cargador no realiza el carguío y acarreo	9	4%
TOTAL					250	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 13, se muestra los modos de falla del sistema de Transmisión y sus consecuencias, donde podemos observar que existen dos modos de fallas reportadas que se considera las más críticas por presentar el más alto índice de ocurrencia, por lo tanto, estas requieren la atención oportuna para mejorar la disponibilidad Mecánica de los cargadores frontales..

Figura 28: Grafico de ocurrencia de fallas del sistema transmisión de los cargadores.



Fuente: elaboración propia

La figura N° 28, nos permite corroborar que existen dos fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Reparación, Desmontaje/Montaje de Diferencial con 120 ocurrencias las cuales suman un (48%) y Cambio de cruceta con 55 ocurrencias que al ser sumadas llegan al (22%) del total de fallas reportadas.

Por lo tanto, a dichas fallas se les dará la mayor importancia y mejoraremos la estrategia de mantenimiento elaborando un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) con el objetivo de aumentar considerablemente la Disponibilidad Mecánica de la flota de Cargadores frontales CAT R1300. (Ver Anexo N° 19 - 20) PETS del sistema transmisión.

Las demás fallas Diagnosticadas no son tan representativas ya que en el periodo del año 2017 llegaron a alcanzar del 4% al 12%, las cuales pueden ser programados junto con las paradas de Mantenimientos preventivos.

4.3.2.2. Análisis de función, consecuencia y fallas por sistemas de los jumbos hidráulicos

Para revertir las constantes paradas no programadas de la maquinaria pesada se da la importancia necesaria a las fallas que han generado mayor tiempo y altos costos en reparación, por maquinas inoperativas.

Tabla 14: Análisis de función, consecuencia y falla de los Jumbos

FUNCION, CONSECUENCIA Y FALLAS DE JUMBOS						
FUNCION	CODIGO DE LA FALLA POR TIPO DE EQUIPO	CONSECUENCIA	CODIGO DE LA FALLA POR SISTEMA	FALLA POR SISTEMA	FRECUENCIA DE EVENTOS	%
Ejecución de trabajos de perforación avances o desarrollos horizontales, excavación vertical o radial para elaboración del túnel	JH	No cumple el ciclo de trabajos de perforación avances o desarrollos horizontales, excavación vertical o radial para elaboración del túnel	1007	PERFORADORA	185	36%
			1018	HIDRAULICO	172	33%
			1010	ESTRUCTURA	106	20%
			1008	ELECTRONICO	58	11%
TOTAL					521	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 14, se puede observar el análisis de la función, consecuencia y modo de fallas de los Jumbos Hidráulicos, que nos permite darle la mayor importancia y atención a las fallas más críticas por sistema, que a su vez tienen una frecuencia de 521 fallas reportadas en el año 2017 en las operaciones mineras de la Empresa Martínez Contratistas E Ingeniería S.A.

Por otro lado la tabla N° 15 nos evidencia lo siguiente:

- ✓ 185 paradas por fallas del sistema de PERFORADORA, que representan un 36% de total de las fallas reportadas.
- ✓ 172 paradas por fallas del sistema de HIDRAULICO, que representan un 33% de total de las fallas reportadas.
- ✓ 106 paradas por fallas del sistema de ESTRUCTURA, que representan un 20% de total de las fallas reportadas.
- ✓ 58 paradas por fallas del sistema de ELECTRONICO, que representan un 11% de total de las fallas reportadas

Por lo tanto, nos permite afirmar que las fallas más críticas se han generado en los sistemas de **Perforadora e Hidráulico** del total de las fallas reportadas, las mismas que han generado un impacto negativo en la Disponibilidad Mecánica y por ende grandes pérdidas de dinero por paradas no programadas, sin embargo se asegura que con el nuevo diseño de plan de gestión de mantenimiento se mejorará las estrategias de prevención en estos dos sistemas antes de que ocurra las fallas y se podrá aumentar la disponibilidad mecánica considerablemente.

4.3.2.2.1 Análisis de fallas del sistema perforadora de los jumbos hidráulicos

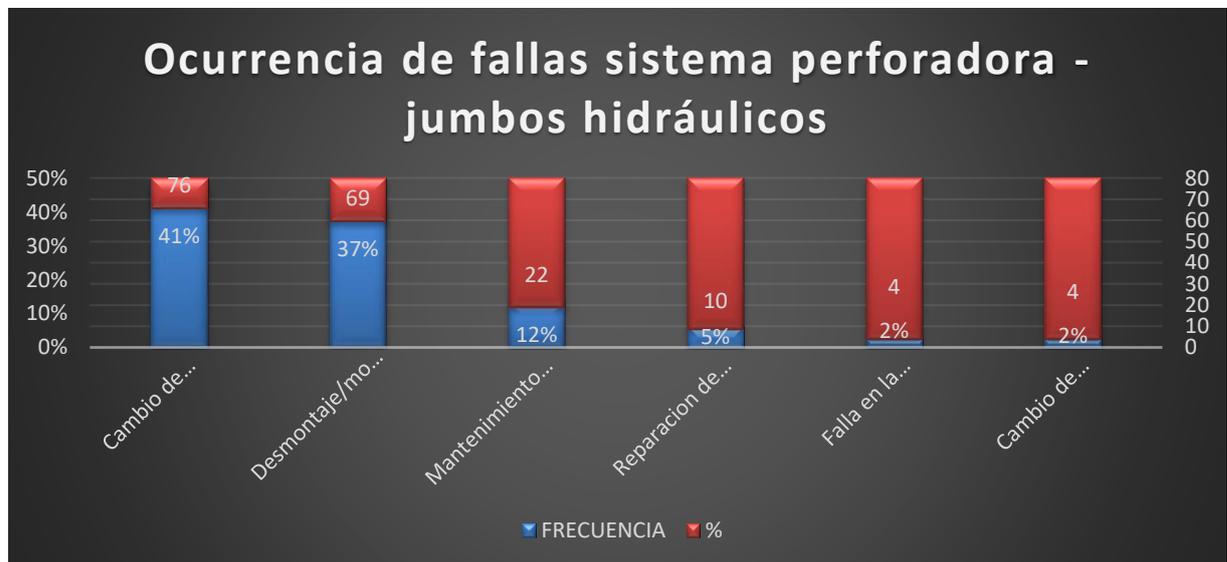
Tabla 15: Análisis de fallas del sistema Perforadora por su consecuencia.

CODIGO DE FALLA NIVEL I	SISTEMA	CODIGO DE FALLA NIVEL II	FALLA	CONSECUENCIA DE LA FALLA	FRECUENCIA DE EVENTOS	%
1007	PERFORADORA	10073	Desgaste de componentes de Perforadora	Deficiencia en trabajos de perforación	76	41%
		10072	Falla de perforadora	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	69	37%
		10077	Deterioro de la compresora	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	22	12%
		10076	Reparación de Perforadora	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	10	5%
		10074	Falla en la percusión	Deficiencia en trabajos de perforación	4	2%
		10075	Desgaste del motor de rotación de la Perforadora	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	4	2%
TOTAL					185	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 15, se muestra los modos de falla del sistema de Perforadora y sus consecuencias de los Jumbos Hidráulicos DD210, donde podemos observar que existen dos modos de fallas que se considera las más críticas por presentar el más alto índice de ocurrencia, por lo tanto, estas requieren la atención oportuna para mejorar la disponibilidad mecánica de los jumbos hidráulicos.

Figura 29: Grafico de ocurrencias de fallas del sistema perforadora de los Jumbos



Fuente: Elaboración propia

La figura N° 29, nos permite corroborar que existen dos fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: cambio de componente de Perforadora con 76 ocurrencias que suman el (41%) y Desmontaje/Montaje de Perforadora con 69 ocurrencias con un porcentaje del (37%) del total de fallas reportadas, siendo estas las que contienen los más altos índices de criticidad.

Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Jumbos Hidráulicos un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible, y así aumentar la disponibilidad del mismo, por lo que se ha elaborado un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) para cada falla que se consideró las más críticas reportadas en las operaciones del año 2017, con el objetivo de aumentar considerablemente la Disponibilidad Mecánica de la flota de los Jumbos. (Ver Anexo N° 23 - 24) PETS del sistema perforadora

Las demás falla Diagnosticadas no son tan representativas ya que en el periodo del año 2017 llegaron a alcanzar entre el 2% y 12%, los cuales pueden ser programados junto con las paradas de Mantenimientos preventivos.

4.3.2.2 Análisis de fallas del sistema hidráulico de los jumbos

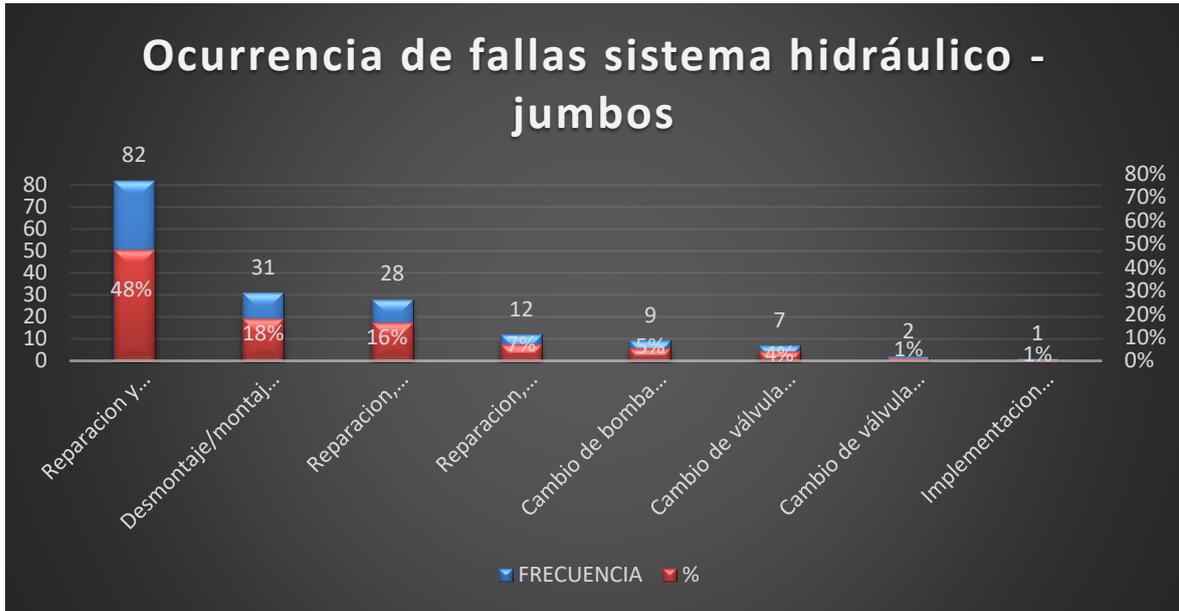
Tabla 16: Análisis de fallas del sistema Hidráulico por su consecuencia

CODIGO DE FALLA NIVEL I	SISTEMA	CODIGO DE FALLA NIVEL II	FALLA	CONSECUENCIA DE LA FALLA	FRECUENCIA DE EVENTOS	%
1018	HIDRAULICO	10188	Fuga de aceite interna/externa de cilindro hidráulico de jumbo	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	82	48%
		10182	Recalentamiento de Bomba hidráulica	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	31	18%
		10187	Fuga interna de aceite de unidad de giro	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	28	16%
		10186	Rotura de diafragma de acumuladores	Deficiencia en trabajos de perforación	12	7%
		10183	Desgaste de bomba de Posicionamiento	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	9	5%
		10185	Deficiencia en la válvula de control de flujo de avance	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	7	4%
		10181	deficiencia de válvula de carga	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	2	1%
		10184	Deficiencia en el sistema de pernos Hidrobolt	Jumbo No cumple ciclo de perforación del túnel	1	1%
TOTAL					172	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 16, se muestra los modos de falla del sistema Hidráulico y sus consecuencias de los Jumbos hidráulicos, donde podemos observar que existen tres fallas que se consideradas las más críticas por presentar el más alto índice de ocurrencia, por lo tanto, estas requieren de la atención oportuna para mejorar la disponibilidad Mecánica de los Jumbos Hidráulicos.

Figura 30: Grafico de ocurrencias de fallas del sistema hidráulico de los jumbos



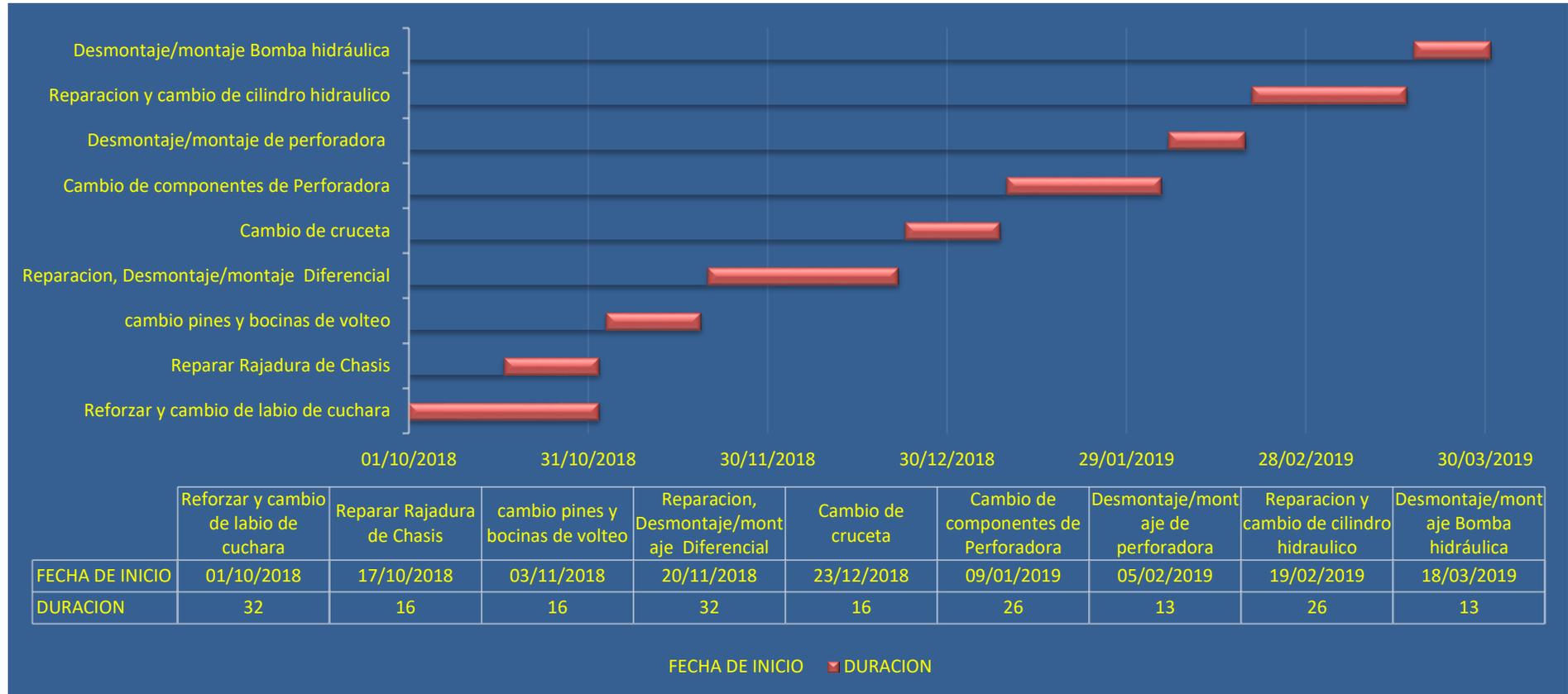
La figura N° 30, nos permite corroborar que existen dos fallas más críticas y representan los porcentajes más altos como son: Reparación y cambio de cilindro hidráulico de jumbo con 82 ocurrencias (48%), desmontaje/montaje de bomba hidráulica con 31 ocurrencias (18%) del total de fallas reportadas, siendo estas las que contienen los más altos índices de criticidad.

Por lo tanto, y debido a la alta criticidad de la maquinaria en cuanto al cumplimiento de los requerimientos de disponibilidad de la empresa, se ve en la necesidad de realizar a los Jumbos Hidráulicos un Mantenimiento que permita la detección de las fallas antes de que estas ocurran, con la finalidad de tomar todas las medidas pertinentes para corregir estas en el menor tiempo posible, y así aumentar la disponibilidad del mismo, por lo que se ha elaborado un Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) para cada falla que se consideró las más críticas reportadas en las operaciones del año 2017, con el objetivo de aumentar considerablemente la Disponibilidad Mecánica de la flota de los Jumbos. (Ver Anexo N° 21 - 22) PETS del sistema hidráulico

Las demás fallas Diagnosticadas no son tan representativas ya que en el periodo del año 2017 llegaron a alcanzar el 1% y 16% cada una, los cuales pueden ser programados junto con las paradas de Mantenimientos preventivos.

4.3.3. Programa de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA 2018-2019

Figura 31: Grafica de Gantt - programa de mantenimiento de la maquinaria pesada.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 31 mostrada líneas arriba se observa el tiempo que se tomará según el nuevo diseño del plan de gestión para darle mantenimiento a la maquinaria pesada; cada “sistema de la maquinaria” detalla actividades específicas y la duración en días de cada una de ellas; iniciando en el mes de Octubre 2018 y culminando el 30 de Marzo 2019, cabe resaltar que esta programación deberá ser revisada mensualmente y evaluada constantemente.

4.4. Presupuesto del nuevo plan de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa MCEISA 2018-2021

Tabla 17: Presupuesto de mantenimiento de la maquinaria pesada.

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO CON EL NUEVO DISEÑO 2018			PRIMER AÑO (Oct18 - Set19)			SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO
	ACTIVIDADES	Repuestos/Insumos	Precio unid. \$	Cantidad	Precio total \$	Precio total \$	Precio total \$
CARGADOR FRONTAL	Reforzar y cambio de labio de cuchara Reparar Rajadura de Chasis	Labio de Cuchara	6500.00	32.00	208000.00	208000.00	208000.00
		electrodo supercito 20 Kg	3.90	320.00	1248.00	1248.00	1248.00
		electrodo Chanfercord 20Kg	3.40	310.00	1054.00	1054.00	1054.00
		escobilla de acero	9.10	4.00	36.40	36.40	36.40
		Pinza porta electrodo	15.25	6.00	91.50	91.50	91.50
		pinza tierra	13.40	4.00	53.60	53.60	53.60
	Cambio de pines y bocinas de cilindro de volteo	Pin cilindro de volteo	105.00	32.00	3360.00	3360.00	3360.00
		Bocina de cilindro volteo	75.00	32.00	2400.00	2400.00	2400.00
	Reparación, Desmontaje/montaje Diferencial	Kit de reparación freno servicio	190.00	64.00	12160.00	12160.00	12160.00
		Kit de reparación freno Parqueo	190.00	64.00	12160.00	12160.00	12160.00
		Aceite 85W-140 (80 L)	320.00	32.00	10240.00	10240.00	10240.00
	Cambio de crucetas	Crucetas de eje cardan	140.00	64.00	8960.00	8960.00	8960.00
JUMBOS	Cambio de componentes de Perforadora	Componentes de perforadora	70.00	26.00	1820.00	1820.00	1820.00
	Desmontaje/montaje de perforadora	perforadora	68000.00	1.00	68000.00	68000.00	68000.00
	Reparación y cambio de cilindro hidráulico	Kit de sellos de cilindros hidráulicos	75.00	13.00	975.00	975.00	975.00
	Desmontaje/montaje Bomba hidráulica	Bomba Hidráulica	22000.00	1.00	22000.00	22000.00	22000.00
PERSONAL	Capacitación al personal	Mantenimiento de maquinaria 24 H.	1200.00	1.00	1200.00	1200.00	1200.00
	Impresión de Formatos	Herramientas de Gestión	0.02	4000.00	60.00	60.00	60.00
	Capacitador de personal	Nuevo diseño del plan de gestión 8 H.	500.00	2.00	1000.00		
	Personal de trabajo	Mano de obra	743.03	216.00	160495.36	160494.48	160494.48
TOTAL PRESUPUESTO SIN IMPREVISTOS					515313.86	514312.98	514312.98
IMPREVISTOS 10%	CADA AÑO DE PROYECTO UN INCREMENTO DEL 10%	\$51,531.39	2	103062.771	205725.19	308587.79	

Fuente: Elaboración propia

FLUJO DE CAJA POR PERIODO DE UN AÑO	\$618,376.63	\$720,038.17	\$822,900.77
-------------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------

En la tabla N° 17, mostrada líneas arriba se muestra los gastos incurridos para dar cumplimiento al nuevo plan de gestión de mantenimiento que ascienden a un total de \$.618, 375. 63; donde se encuentra los costos para darle mantenimiento a la maquinaria pesada según sus actividades correspondientes, del mismo modo se muestran los gastos incurridos en personal.

4.4.1. Tabla y grafica del presupuesto por tipo de maquinaria pesada 2018-2019

Tabla 18: Costos totales por tipo de maquinaria y mano de obra.

Entes	Presupuesto total	% de presupuesto
CARGADORES	\$259,763.50	42%
JUMBOS	\$92,795.00	15%
PERSONAL	\$162,754.48	26%
IMPREVISTOS	\$103,062.60	17%
TOTAL	\$618,376.63	100%

Figura 32: Grafica porcentaje del presupuesto del programa de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 32, mostrada líneas arriba indica los porcentajes y cantidades totales expresadas en dólares americanos del presupuesto que incurrirá en el mantenimiento programado de las diferentes maquinarias con el nuevo diseño del plan de gestión, por periodos de doce meses.

4.4.2. Diagnóstico del presupuesto de mantenimiento con el nuevo diseño costo-beneficio.

Tabla 19: Diagnostico del presupuesto costo - beneficio

EQUIPOS	GANANCIA X HORA EN UN AÑO	PÉRDIDA X HORA EN UN AÑO	FLUJO DE CAJA POR PERIODO DE UN AÑO	1° Año	2° Año	3° Año
				\$618,376.63	\$720,038.17	\$822,900.77
CARGADORES	\$13,132,800.00	\$328,320.00	PÉRDIDA SIN PROGRAMA	\$2,933,800.00	\$2,933,800.00	\$2,933,800.00
JUMBOS	\$12,916,800.00	\$287,040.00	GANANCIA X AÑO CON NUEVO DISEÑO	\$24,815,863.37	\$24,714,201.83	\$24,611,339.23
TOTAL	\$26,049,600.00	\$615,360.00	AHORRO CON NUEVO DISEÑO	\$1,700,063.37	\$1,598,401.83	\$1,495,539.23

TASA DE DESCUENTO (8%)	1° AÑO	2° AÑO	3° AÑO	VALOR NETO PRESENTE
BENEFICIO	\$1,700,063.37	\$1,598,401.83	\$1,495,539.23	\$5,831,775.32
COSTOS	\$1,233,736.63	\$1,335,398.17	\$1,438,260.77	\$4,662,711.82
RELACION BENEFICIO/COSTO				1.25

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 19, se puede evidenciar que en el año 2017 se ha tenido \$ 2, 933, 800.00 de pérdidas de dinero por paradas no programadas en la maquinaria pesada ya que no se contaba con un plan de gestión de mantenimiento bien definido; sin embargo, con su posible aplicación del nuevo diseño del plan de gestión de mantenimiento se obtendría un ahorro de \$1,700, 064.42 para el primer año que se ejecute el programa de mantenimiento elaborado en la presente investigación, considerando que se tiene un presupuesto total para el primer año de \$. 618, 375.58 en repuestos, mas \$. 615,360.00 que se dejaría de percibir por las paradas en la posible ejecución del nuevo plan de mantenimiento correctivo; así mismo se muestra la relación beneficio/costo proyectado por cada año para obtener el valor neto presente de dicha inversión, calculado de la siguiente manera:

✓ Cálculo del beneficio/costo: $B/C = 5,831,778.14 / 4,662,709.79 = 1.25$

B/C >1 Indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente el diseño es rentable; dicho en otras palabras significa que por cada 1 dólar invertido, 0.25 centavos de dólar es la utilidad neta alcanzada.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

En el presente estudio como resultado del análisis se obtuvo un total de 29 equipos que necesitan ser priorizados para su mantenimiento correctivo,

El no tener registros de mantenimiento claramente definidos tiene relación con lo manifestado por (Pesántez, 2007) quien dice que es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, y de este modo se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado. El no tener un plan, hizo que la empresa se dedicara a actuar resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la planta realizando ciertas tareas de mantenimiento no programados, estos resultados guardan relación con nuestra investigación por lo que se ha diseñado, herramientas de gestión que nos permita tener un mejor control de las actividades de mantenimiento de la maquinaria pesada

En esta investigación se priorizo las fallas más críticas de cada equipo por lo que concordamos con el autor (Da Costa Burga, 2011) quien manifiesta en su investigación que al especificar los modos y las causas de las fallas se pudieron establecer la criticidad de cada una ellas y el impacto en las metas de producción, mantenimiento, salud y medio ambiente; así como su priorización. . Estos resultados también concuerdan con nuestra investigación por lo que priorizamos las causas de los modos de fallas más críticas para darle una mejor atención.

En cuanto al índice del porcentaje de la disponibilidad mecánica no concordamos con el autor (Ricaldi Arzapalo, 2013) quien manifiesta que estar en un 85% de disponibilidad mecánica es estar dentro de lo óptimo, pero concordamos con el autor (Rodríguez del águila, 2012) quien manifiesta que el índice de disponibilidad mecánica es un 92%, el cual tiene relación con nuestro estudio.

Por otra parte en lo que respecta al diseñar un plan de gestión de mantenimiento, tiene relación con el autor (Suzuki Tokutaró, 1992) quien dice que las empresas que ponen en práctica el (TPM) que es una herramienta de gestión invariablemente logran resultados sobresalientes, Particularmente en la reducción de averías de los equipos, la cual tiene concordancia con nuestra investigación, que el diseño de un plan de gestión de mantenimiento es la herramienta principal que nos ayudara a lograr el objetivo propuesto con la participación activa de los trabajadores ya que ellos son importantes para lograr el objetivo es por eso necesario y preciso la capacitación a los líderes y del mismo modo a los trabajadores hasta lograr que se involucren con la misión y objetivos estratégicos del plan.

CONCLUSIONES

- Al analizar los factores y causas que incurren en las constantes paradas no programadas por fallas imprevistas de la maquinaria pesada, se encontró que la empresa no cuenta con un plan de gestión de mantenimiento claramente definido, no cuentan con procedimientos de trabajo, herramientas necesarias, personal calificado, estructuras y espacios adecuadas para realizar el mantenimiento, esto sería la razón por lo que la empresa tiene una disponibilidad mecánica en promedio del 86.97% lo cual está por debajo de lo especificado que es un 92%. Con la investigación realizada podemos hacerle ver a la empresa la importancia de tener un diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada.
- El diseño busca la mejora de la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada y así poder reducir las paradas no programadas evitando la inoperatividad del equipo, además de evadir el bajo rendimiento y optimizar la vida útil de la maquinaria, diseñando formatos que ayudaran en la recopilación de la información de cada maquinaria, los mismos que serán registrado en el software que se ha implementado con nuestro nuevo diseño, de esta manera se tendrá información actualizada de los mantenimientos correctivos y preventivos.
- El presupuesto para la implementación del diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada tiene una inversión de \$1, 233,736.63 que incluye el costo de mantenimiento programado correctivo de los cargadores frontales y jumbos hidráulicos, compra de repuestos, capacitación y mano de obra del personal y un 10% de imprevistos en base al monto total de la inversión. Cabe resaltar que el año 2017 se invirtió \$2, 933, 800.00 en costos por mantenimiento de la maquinaria pesada sin contar con un plan de gestión de mantenimiento, por lo tanto, con la posible aplicación de nuestro diseño de gestión de mantenimiento podemos decir que se tendría un beneficio de \$ 1, 700, 063.37.



RECOMENDACIONES

- Al gerente general de la empresa que considere el diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada y por ende se incrementara la rentabilidad económica.
- Al gerente corporativo del área de mantenimiento que estructure un plan de trabajo en coordinación con el área de operaciones mina para mejorar la disponibilidad mecánica, ya que siempre existe confrontación entre estas áreas siendo las consecuencias las pérdidas de horas máquina.
- Se recomienda al jefe de mantenimiento que difunda el plan de gestión de mantenimiento para lograr el involucramiento de todo el personal técnico con él que cuenta la empresa.
- A los líderes de grupo del área de mantenimiento que ponga en práctica el desarrollo de las capacitaciones periódicas con la finalidad de que se concientice a todo el personal para mejorar sus conocimientos, actitudes y de esta manera aumentar la disponibilidad de todos los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chan, N. E. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*. Lima Peru.
- Da Costa Burga, M. (2011). *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción*. Lima.
- Escalante, M. S. (2016). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa serfriman EIRL*. Trujillo.
- Flores, T. S. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa tecnoldher, cajamarca, 2016*. Cajamarca.
- García, E. E. (2017). *Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimientos de tierras ICCGSA en la vía Huancayo- Ayacucho*. Huancayo.
- Global Services, F. (1996). *Estudio de benchmarking*. EE.UU.
- Gonzales, G. J. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer s.a.c*. Chiclayo.
- Karenina, M. M. (2017). *Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa induamerica s.a.c*. Lambayeque.
- Knezevic, J. (1996). *Mantenibilidad*. Madrid: T.G Forma S.A.
- Melissa, R. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transporte de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento*.
- Muñoz, A. M. (2008). *Mantenimiento Industrial*.
- Nakajima, S. (1991). *Introducción al mantenimiento productivo total*. Madrid.
- Pesántez, H. E. (2007). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función a la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*. Guayaquil-Ecuador.
- Prando, M. R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa S.A.
- Ricaldi, A. M. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).



Rodriguez, D. A. (2012). *Propuesta de la mejora de la gestion de mantenimiento en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de cajamarca.* Cajamarca.

Suzuki, T. (1992). *TPM En Industrias de Proceso.* Madrid: Foiojae. S. A.

ANEXOS

Anexo N° 01. Base de datos de la disponibilidad y la utilización de la maquinaria

MCEISA DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE MAQUINARIA PESADA - MCEISA 2017																	
EQUIPO	HOROM INICIO	HOROM FINAL	HORA TRABA J	H LUB / IMSP	H MTTT NO PRG	H PREY	HORAS POR MANTT O	HORAS TOTALES DISPO	HORAS PROGRAM ADAS	DISPO NIBILIDAD	UTILIZ ACION	N° Parada x MTTT NO PRG	N° Parada x MTTT NO PRG	N° Parada x TOTAL	OPERATIVI DAD	MTBF	MTTR
CARG-302	420.00	2,775.00	2,355.00	36.00	376.00	152.00	564.00	3,756.00	4,320.00	86.94	62.70	10	47	57	REGULAR	50.11	9.89
CARG-304	7,649.00	10,841.00	3,192.00	36.00	412.00	140.00	588.00	3,732.00	4,320.00	86.39	85.53	8	73	81	REGULAR	43.73	7.26
CARG-306	132.00	3,523.00	3,391.00	38.00	287.00	140.00	465.00	3,855.00	4,320.00	89.24	87.96	10	61	71	BUENA	55.59	6.55
CARG-308	5,467.00	7,635.00	2,168.00	15.00	597.00	128.00	740.00	3,580.00	4,320.00	82.87	61.96	10	59	69	INOPERATIVO	37.59	10.72
CARG-315	17,792.00	21,018.00	3,226.00	36.00	263.00	152.00	451.00	3,869.00	4,320.00	89.56	83.38	10	53	63	REGULAR	60.87	7.16
CARG-316	17,987.00	21,221.00	3,234.00	24.00	378.00	152.00	554.00	3,766.00	4,320.00	87.18	85.87	9	64	73	BUENA	50.53	7.59
CARG-317	15,166.00	18,411.00	3,245.00	36.00	358.00	152.00	546.00	3,774.00	4,320.00	87.36	85.98	8	57	65	BUENA	56.93	8.40
CARG-321	15,621.00	19,054.00	3,433.00	42.00	253.00	144.00	429.00	3,881.00	4,320.00	89.84	88.46	8	55	63	REGULAR	62.42	6.97
CARG-322	16,005.00	19,231.00	3,226.00	48.00	297.00	180.00	525.00	3,795.00	4,320.00	87.85	85.01	8	55	63	REGULAR	58.65	8.33
CARG-323	15,921.00	19,198.00	3,277.00	40.00	324.00	152.00	526.00	3,794.00	4,320.00	87.82	86.37	9	56	65	REGULAR	58.52	8.09
CARG-324	14,485.00	17,611.00	3,126.00	48.00	296.00	160.00	504.00	3,816.00	4,320.00	88.32	81.92	12	60	72	REGULAR	52.10	7.00
CARG-327	11,909.00	15,194.00	3,285.00	48.00	334.00	144.00	526.00	3,794.00	4,320.00	87.82	86.58	8	57	65	REGULAR	57.63	8.09
CARG-328	18,556.00	21,846.00	3,290.00	36.00	311.00	144.00	491.00	3,829.00	4,320.00	88.63	85.92	10	65	75	REGULAR	50.62	6.55
CARG-331	10,221.00	13,483.00	3,262.00	46.00	326.00	152.00	524.00	3,796.00	4,320.00	87.87	85.93	9	64	75	REGULAR	49.42	6.99
CARG-333	19,491.00	22,001.00	2,510.00	36.00	458.00	152.00	646.00	3,674.00	4,320.00	85.05	68.32	12	40	52	INOPERATIVO	62.75	12.42
CARG-335	20,445.00	23,651.00	3,206.00	48.00	367.00	144.00	559.00	3,761.00	4,320.00	87.06	85.24	10	57	67	REGULAR	56.25	8.34
CARG-336	5,997.00	9,324.00	3,327.00	36.00	295.00	152.00	483.00	3,837.00	4,320.00	88.82	86.71	13	58	71	REGULAR	57.36	6.80
CARG-337	0.00	3,398.00	3,398.00	48.00	253.00	152.00	453.00	3,867.00	4,320.00	89.51	87.87	10	50	60	BUENA	67.96	7.55
CARG-338	638.00	3,911.00	3,273.00	42.00	332.00	140.00	514.00	3,806.00	4,320.00	88.10	86.00	13	62	75	BUENA	52.79	6.85
JUMBO-301	616.40	2,631.40	2,015.00	26.00	325.00	188.00	539.00	3,241.00	3,780.00	85.74	62.17	10	50	60	REGULAR	40.30	8.98
JUMBO-302	3,007.30	4,957.40	1,950.10	22.00	298.00	160.00	480.00	3,300.00	3,780.00	87.30	59.09	9	52	61	REGULAR	37.50	7.87
JUMBO-304	4,256.60	6,198.70	1,942.10	24.00	311.00	144.00	479.00	3,301.00	3,780.00	87.33	58.83	8	58	66	REGULAR	33.48	7.26
JUMBO-305	6,304.00	8,322.00	2,018.00	24.00	454.00	120.00	598.00	3,182.00	3,780.00	84.18	63.42	8	56	64	INOPERATIVO	36.04	9.34
JUMBO-309	194.15	2,054.20	1,860.05	23.00	401.00	124.00	548.00	3,232.00	3,780.00	85.50	57.55	8	56	64	REGULAR	33.22	8.56
JUMBO-310	5,230.00	7,192.00	1,962.00	24.00	276.00	120.00	420.00	3,360.00	3,780.00	88.89	58.39	10	46	56	REGULAR	42.65	7.50
JUMBO-312	1,235.70	3,371.20	2,135.50	20.00	361.00	120.00	501.00	3,279.00	3,780.00	86.75	65.13	10	50	60	REGULAR	42.71	8.35
JUMBO-314	607.50	2,734.00	2,126.50	24.00	468.00	144.00	636.00	3,144.00	3,780.00	83.17	67.64	8	58	66	INOPERATIVO	36.66	9.64
JUMBO-315	377.60	2,488.00	2,110.40	24.00	336.00	144.00	504.00	3,276.00	3,780.00	86.67	64.42	10	48	58	BUENA	43.97	8.69
JUMBO-318	3,313.80	5,257.20	1,943.40	26.00	292.00	140.00	458.00	3,322.00	3,780.00	87.88	58.50	9	52	61	REGULAR	37.37	7.51
JUMBO-320	474.30	2,432.90	1,958.60	24.00	276.00	144.00	444.00	3,236.00	3,780.00	88.25	58.71	9	53	62	REGULAR	36.95	7.16
JUMBO-321	353.22	2,785.22	2,432.00	20.00	282.00	140.00	442.00	3,338.00	3,780.00	88.31	72.86	8	58	66	BUENA	41.93	6.70
JUMBO-322	56.70	2,197.25	2,140.55	20.00	290.00	120.00	420.00	3,350.00	3,780.00	88.62	63.90	9	54	63	REGULAR	39.64	6.83
CAMION-301	2,114.00	5,474.00	3,360.00	36.00	294.00	152.00	482.00	3,838.00	4,320.00	88.84	87.55	9	55	64	BUENA	61.09	7.53
CAMION-303	70.00	2,052.00	1,982.00	24.00	448.00	34.00	506.00	3,814.00	4,320.00	88.29	51.97	14	33	47	REGULAR	60.06	10.77
CAMION-310	3,645.00	6,795.00	3,150.00	36.00	411.00	140.00	587.00	3,733.00	4,320.00	86.41	84.38	8	68	88	BUENA	52.50	8.63
CAMION-311	9,116.00	12,265.00	3,149.00	36.00	252.00	152.00	440.00	3,880.00	4,320.00	89.81	81.16	9	55	64	BUENA	57.25	6.88
CAMION-312	7,341.00	10,698.00	3,357.00	48.00	268.00	152.00	468.00	3,852.00	4,320.00	89.17	87.15	8	56	64	BUENA	59.95	7.31
CAMION-313	187.00	3,517.00	3,330.00	36.00	292.00	152.00	480.00	3,840.00	4,320.00	88.89	86.72	9	53	62	BUENA	62.83	7.74
MINICARG-301	10,142.00	12,418.00	2,276.00	36.00	792.00	128.00	956.00	3,364.00	4,320.00	77.87	67.66	12	47	59	REGULAR	48.43	16.20
MINICARG-302	10,591.00	12,428.00	1,837.00	18.00	757.00	90.00	865.00	3,455.00	4,320.00	79.98	53.17	10	53	63	REGULAR	34.66	13.73
MINICARG-303	1,270.00	4,233.00	2,963.00	14.00	589.00	128.00	731.00	3,589.00	4,320.00	83.08	82.56	10	50	60	BUENA	59.26	12.18
BOLTER-301	578.10	2,878.30	2,300.20	28.00	347.00	160.00	535.00	3,245.00	3,780.00	85.85	70.88	8	58	66	BUENA	39.66	8.11
BOLTER-305	134.10	2,524.00	2,389.90	22.00	340.00	140.00	502.00	3,278.00	3,780.00	86.72	72.91	9	54	63	BUENA	44.26	7.97
PROMEDIO:									PROMEDIO	86.97	74.52			64.40		49.40	8.44

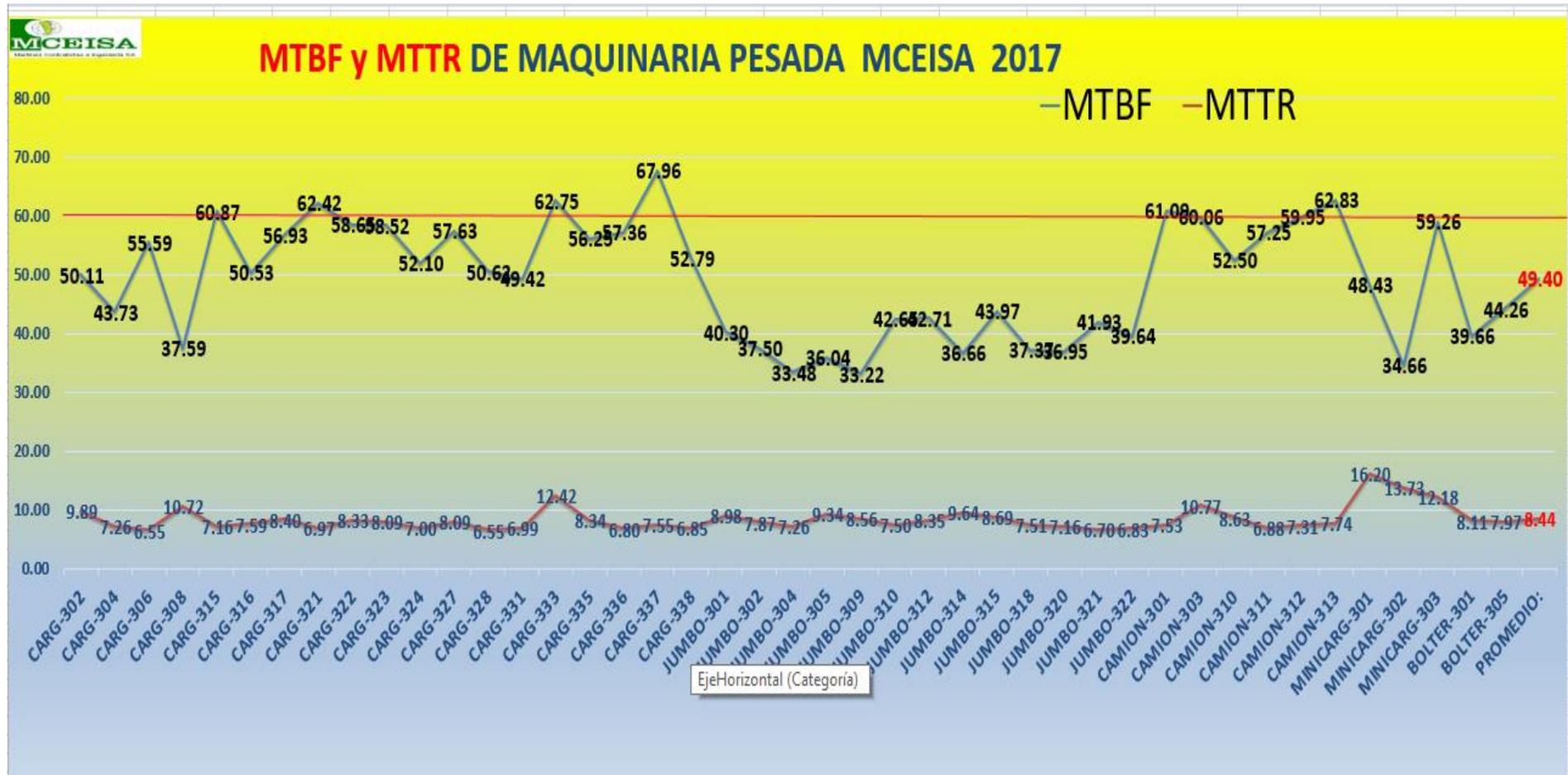
Anexo N° 02. Historial de fallas de los cargadores

			
CODIGO	SISTEMA	TIPO MAQUINARIA	DESCRIPCION DE LA FALLA MECÁNICA
1002	PRESIONES	CARGADOR	Regulacion de presion de parqueo de 350 a 500 PSI
1002	PRESIONES	CARGADOR	Regulacion de presion de parqueo de 350 a 500 PSI con prueba en campo
1005	MOTOR	CARGADOR	se realizo calibracion de vavulas de motor diesel
1005	MOTOR	CARGADOR	se realizo calibracion de valvulas de motor diesel
1005	MOTOR	CARGADOR	motor diesel presenta fuga de compresion del motor diesel c1, c2
1008	ELECTRONICO	CARGADOR	se cambio arrancador de motor diesel nuevo
1008	ELECTRONICO	CARGADOR	SE CAMBIA ARRANCADOR
1009	ARTICULACION	CARGADOR	se realizo cambio de pines, rodamientos, bocinas de articulacion central superior e inferior
1009	ARTICULACION	CARGADOR	se realizo reforzamiento de chasis de articulacion central
1010	ESTRUCTURA	CARGADOR	Se realizó cambio de labio de cuchara horometro
1010	ESTRUCTURA	CARGADOR	SE REALIZO REFORZAMIENTO DE LABIO DE CUCHARA
1011	TRANSMISION	CARGADOR	se cambio cruceta del cardan superior
1011	TRANSMISION	CARGADOR	Equipo presento sonido diferencial posterior se realizó desmontaje
1012	INYECCION	CARGADOR	cambio de bomba de transferencia
1012	INYECCION	CARGADOR	calibracion de valvulas de motor diesel
1015	NEUMATICOS	CARGADOR	Se cambio 4 neumáticos
1015	NEUMATICOS	CARGADOR	se realizo rotación de los 4 neumaticos
1016	MANTENIMIENTO	CARGADOR	Se realizó mantenimiento preventivo de 2000 HRS, se realizó cambio de labio de cuchara
1017	ENFRIAMIENTO	CARGADOR	se cambio termostato y tapa de radiador
1017	ENFRIAMIENTO	CARGADOR	equipo tiene dañado radiador por mala operación, se repara
1018	HIDRAULICO	CARGADOR	se cambio kit de sellos del cilindro de volteo
1018	HIDRAULICO	CARGADOR	se realiza reparación de paquete de frenos de diferenciales delanteros ,
1018	HIDRAULICO	CARGADOR	se cambio kit de sellos de del cilindro de levante lado derecho
1018	HIDRAULICO	CARGADOR	se cabio sellos de cilindro de dirección

Anexo N° 03. Historial de fallas de los jumbos

			
CODIGO	SISTEMA	TIPO MAQUINARIA	DESCRIPCION DE LA FALLA MECÁNICA
1018	HIDRAULICO	JUMBO	se cambio manguera hidraulica de la salida del acumulador hacia la valvula de carga
1018	HIDRAULICO	JUMBO	se cambio manguera n°06 x30 por la valvula de carga
1016	MANTENIMIENTO	JUMBO	Equipo en mantenimiento programado de perforadora HC50
1015	NEUMATICOS	JUMBO	se realizo rotación y volteo de los 4 neumaticos
1015	NEUMATICOS	JUMBO	se realiza rotación de los 4 neumaticos
1014	CABLE PERFORADORA	JUMBO	rotura de cable de avance de perforadora
1014	CABLE PERFORADORA	JUMBO	Se cambio cable de avance de perforadora
1014	CABLE	JUMBO	equipo preseno rotura de cable de avance, se cambio
1013	FUGA AGUA	JUMBO	cambio de sellos de agua de la perforadora
1013	FUGA AGUA	JUMBO	se realizo cambio de sellos de agua de la perforadora
1013	SELLOS AGUA	JUMBO	Se cambio sellos de agua de perforadora
1012	INYECCION	JUMBO	cambio de bomba DE INYECCION
1012	INYECCION	JUMBO	cambio de bomba DE INYECCION
1011	TRANSMISION	JUMBO	la transmision esta lenta
1011	TRANSMISION	JUMBO	Equipo presento falla en bomba de transmision
1010	ESTRUCTURA	JUMBO	Asiento del operador en mal estado
1010	ESTRUCTURA	JUMBO	SE REALIZO CORRECTIVOS EN ASIENTO DE OPERADOR
1008	ELECTRONICO	JUMBO	EQUIPO QUEDA INOPERATIVO POR PROBLEMAS EN EL MOTOR ELECTRICO (PAWER PACK),
1008	ELECTRONICO	JUMBO	se culmina con reparacion de motor electrico
1007	PERFORADORA	JUMBO	Equipo no tiene percusion en alta
1007	PERFORADORA	JUMBO	cambio de perforadora de jumbo
1006	ACUMULADORES	JUMBO	falla de acumuladores de alta y baja de perforacion
1006	ACUMULADORES	JUMBO	equipo presento falla en acumladores, se cambio acumuladores nuevos
1005	MOTOR DIESEL	JUMBO	se cambio ptx nuevo
1005	MOTOR DIESEL	JUMBO	se realizo retorquedo de la tapa de balancines del motor diesel
1005	MONOXIDO	JUMBO	se realizo calibracionde valvulas de motor diesel
1004	ROTACION	JUMBO	equipo presento deficiencias en la bomba de rotación de la perforadora
1002	PRESIONES	JUMBO	Falta de regulacion de presiones de perforacion
1002	PRESIONES	JUMBO	Variacion de presiones constante (muy lento 3 min. Por taladro)

Anexo N° 04. MTBF y MTTR de la maquinaria pesada MCEISA 2017





Anexo Nº 06, cartilla de lubricación de cargador frontal.

 MCEISA <small>Mantenimiento Contratistas e Ingeniería S.A.</small> RUC: 20344764540	Tipo: Formato	Código: MCO-MTO-PR.001.F37
	CARTILLA DE LUBRICACION - CARGADOR CAT R1300	
	Versión: 1 Página: 1 de 1	

Mecanico												Fecha:.....
Equipo:												Horometro :.....
Hora de Ingreso:												Hora de Salida:.....

Grupo de Tareas	Descripción de Tareas	OK	Pin / bocina desgastados	no entra grasa	Cambiar grasera	Estado de mangueras	Tiempo empleado en min.	OBSERVACIONES
BOOM	BOOM - CUCHARA LADO DERECHO							
	BOOM - CUCHARA LADO IZQUIERDO							
CILINDRO	CILINDRO DE DIRECCION BASE							
	CILINDRO DE DIRECCION VASTAGO							
Z - BAR	Z - BAR - DOGBONE							
	Z - BAR CENTRAL							
	Z - BAR - DOGBONE							
ARTICULACION CENTRAL	ARTICULACION CENTRAL SUPERIOR							
	ARTICULACION CENTRAL INFERIOR							
TRANSMISION	CRUCETA DIFERENCIAL - DELANTERO							
	CRUCETA ARTICULACION CENTRAL							
	CRUCETA ARTICULACION CENTRAL							
	CRUCETA ARTICULACION CENTRAL							
	CRUCETA CAJA - DELANTERA							
	CRUCETA CAJA - POSTERIOR							
	CRUCETA DIFERENCIAL - POSTERIOR							
	CRUCETA SUPERIOR - CAJA TRANSFERENCIAL							
	CRUCETA SUPERIOR - CONVERTIDOR							
	EJE CARDANICO POSTERIOR							
	EJE CARDANICO CENTRAL							
	EJE CARDANICO CENTRAL							
	EJE CARDANICO CENTRAL							
	EJE CARDANICO DELANTERO							
	EJE CARDANICO SUPERIOR							
	EJE OSCILANTE							
	EJE OSCILANTE							
PILOW BLOCK								
CHUMACERA								

Personal Responsable:	Fecha	Hr. Trabajadas		Herramientas y equipo Util	Observaciones
		Inicio	Final		

Observaciones:					



Anexo N° 08, cartilla de evaluación por sistemas de la maquinaria pesada

 RUC: 20344764540	Tipo: Formato	Código: MCO-MTO-PR.001.F43
	CARTILLA DE EVALUACION DE EQUIPOS	
	Versión: 1	
Página: 1 de 1		

Mecanico										Fecha:.....
Equipo:										Horometro :.....
Hora de Ingreso:										Hora de Salida:.....
ITEM	SISTEMA	ESTADO			OBSERVACIONES					
		B	R	M						
MOTOR										
1	Verificar presiones									
2	verificar soportes de motor									
3	Verificar hermeticidad de enfriadores (sellos, etc)									
4	Verificar fugas de aceite de motor									
5	Verificar codos de admisión de aire									
6	Verificar fugas de petróleo									
7	Verificar ventiladora y cañerías									
8	Verificar empaquetaduras en múltiple y tubo de escape									
9	Verificar base de filtros de aceite									
10	Verificar fajas de alternador y ventiladora (si tuviera)									
TRANSMISION										
11	Verificar presiones de transmisión									
12	Verificar soportes de latransmisión									
13	Verificar pernos soporte de diferencial									
14	Verificar estado de crucetas y cardanes									
15	Verificar fugas por retenes de diferencial y caja									
16	Verificar fugas por mangueras y válvula de control									
17	Verificar fugas por mandos finales /verificar neumáticos									
18	Verificar pernos de brida de piñón de ataque de coronas									
SISTEMA HIDRAULICO										
19	Verificar mangueras y cañerías del sistema hidráulico									
20	Verificar restrictor del filtro hidráulico									
21	Verificar cilindros de levante, cuchareo y dirección									
22	Verificar bombas hidráulicas (pernos soporte y fugas)									
23	Verificar estado de tanque hidráulico									
CHASIS										
24	Verificar tuberías de lubricación a distancia									
25	Verificar juego en la articulación central									
26	Verificar cucharón y estructuras de conexión									
27	Verificar rajaduras y seguros de la estructura en general									
CONTROLES										
28	Verificar las articulaciones de control de direccón									
29	Verificar las articulaciones de control de cucharón									
30	Verificar las articulaciones de control de transmisión									
31	Verificar las articulaciones de control de freno									
SISTEMA ELECTRICO										
32	Verificar estado de baterías, soportes y terminales									
33	Verificar estado de alternador y arrancador									
34	Verificar tablero (instrumentos principalmente)									
SISTEMA DE AIRE										
35	Verificar estado decompresora (ver si pasa aceite al sistema)									
36	Verificar estado de mangueras, válvulas y conexiones									
37	Verificar tanque de aire y válvulas de seguridad									
SEGURIDAD										
38	Verificar extintor									
39	Verificar correa de seguridad									
40	Verificar frenos de emergencia									
41	Verificar asientos y espaldares de operador									
42	Verificar claxon y alarma de retroceso									
Mecanico		Electricista			Supervisor Mecanico					
Firma		Firma			Firma					



Anexo N° 10, mantenimiento preventivo cargador frontal

		Tipo: Formato		Código: MCO-MTO-PR.001.F16	
RUC: 20344764540		TITULO DE MANTENIMIENTO CARGADOR CAT R1300 - 250 H		Versión: 1	
HOROMETRO		SERIE / MODELO		Página: 1 de 1	
FECHA		CODIGO INTERNO:			
B: BUENO R: REPARAR S: REQUIERE SERVICIO C: CAMBIAR A: AJUSTAR					
ITEM	PROCEDIMIENTO				
1	LIMPIE LAS ALETAS DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR, SIST. HIDRAULICO Y TRANSMISION				
2	LAVAR EQUIPO (PROTEGER PARTES Y COMPONENTES ELECTRICOS)				
3	LAVAR LOS CATALIZADORES DE ESCAPE				
4	SACAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR				
5	CAMBIO DE ACEITE MOTOR				
6	CAMBIAR FILTROS DE ACEITE DE MOTOR				
7	CAMBIAR FILTROS DE COMBUSTIBLE				
8	CAMBIAR FILTRO DE AIRE ADMISION PRIMARIO / SECUNDARIO(SI ES NECESARIO)				
9	REVIZAR EL INDICADOR DE SATURACION DE FILTRO DE ADMISION				
10	REVIZAR CONDUCTOS DE AIRE DE MOTOR				
11	REVIZAR CONDUCTOS DE AGUA DEL MOTOR				
12	REVIZAR CABINA DE OPERADOR				
13	REVIZAR FRENO DE SERVICIO				
14	REVIZAR FRENO DE PARQUEO				
15	REVIZAR TABLERO DE CONTROL(MANOMETROS:)(VISORES)(SWITCHES)				
16	REVIZAR HOROMETRO(ASEGURESE DE SU FUNCIONAMIENTO)				
17	REVIZAR FAROS DELANTEROS(POS 1)(POS 2)(POS 3)(POS 4)				
18	REVIZAR FAROS POSTERIORES(POS 5)(POS 6)(POS 7)(POS 8)				
19	REVIZAR PERNOS DE ANCLAJE DEL MOTOR				
20	REVISE EL SISTEMA ELECTRICO (CABLEADO)				
21	REVISE LAS BATERIAS				
22	REVIZAR CIRCULINA				
23	REVIZAR EXTINTOR				
24	REVIZAR CONTROL DE DIRECCION				
25	REVIZAR CONTROL DE LEVANTE /VOLTEO				
26	REVIZAR CONTROL DE MARCHA Y VELOCIDAD				
27	REVIZAR PROTECTOR DE CORONA (PERNOS DE SUJECION)				
28	REVIZAR TAPABARRO POSTERIOR O DELANTERO(IZQ.)(DER.)				
29	REVIZAR ASIENTO DE OPERADOR				
30	REVIZAR CINTAS REFLECTIVAS(DELANTERO:)(POSTERIOR.)(LATERAL)				
31	DRENE EL AGUA Y SEDIMENTOS DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE				
32	REVIZAR NIVEL DE COMBUSTIBLE				
33	REVISE EL NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO (RELLENE SI ES NECESARIO)				
34	REVISE EL NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISION (RELLENE SI ES NECESARIO)				
35	REVISE EL NIVEL DE ACEITE DE EJES DELANTERO Y POSTERIOR				
36	REVIZAR EL NIVEL DE GRASA DE LUBRICADOR AUTOMATICO				
37	REVIZAR FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LUBRICADOR AUTOMATICO				
38	REVISAR FUGAS DE ACEITE				
39	REVISAR FUGAS DE AGUA				
40	REVIZAR LAS LLANTAS(POS 1)(POS 2)(POS 3)(POS 4)				
41	REVIZAR MANDOS FINALES(POS 1)(POS 2)(POS 3)(POS 4)				
42	REVIZAR TUERCAS DE LLANTAS (POS 1)(POS 2)(POS 3)(POS 4)				
43	REVIZAR CONDICIONES DE LABIO DE CUCHARA Y CANTONERAS				
44	REVISE TOPES DE CUCHARA BOOM DIRECCION Y OSCILANTE				
45	REVISE RAJADURAS ESTRUCTURALES				
46	REVISE LA TENSION Y DESGASTE DE FAJAS DE ALTERNADOR				
47	REVISE LA TENSION Y DESGASTE DE FAJAS DE VENTILADOR				
48	MANTENIMIENTO DE MANGUERAS, CAMBIO DE DETERIORADAS				
49	MEDIR COCADA DE LAS LLANTAS (P1)(P2)(P3)Y (P4).				
50	ENGRACE GENERAL DE CARDANES, CRUCETAS Y VENTILADOR				
51	REVISE PRESION DE PRECARGA DE ACUMULADORES				
52	REVISE EL RESPIRADERO DE TRANSMISION				
53	REVISE EL CARTER DEL MOTOR, DE ACUERDO AL MANUAL DE FABRICANTE				
54	VERIFICAR LA PRESION DE ACEITE DE MOTOR				
55	VERIFICAR LA CONDICION DEL AGUA (CON LA CINTA DE AGUA)				
56	REVIZAR VACIO DEL SISTEMA DE ADMISION, MENOR A 20" DE AGUA				
57	REVIZAR PRESION DE ESCAPE, PRESION MENOR A 30" DE AGUA				
PUNTOS DE ENGRASE:					
1	PINES DE CILINDRO DE DIRECCION				
2	PINES DE ARTICULACION CENTRAL				
3	PINES INFERIOR Y SUPERIOR DE LOS CILINDROS DE LEVANTE				
4	SOPORTES DEL PIN PIVOTANTE DEL AGUILON				
5	PINES DE CILINDRO DE VOLTEO				
6	PINES DE PIVOTE DEL AGUILON A LA CUCHARA				
7	LINEA CARDANICA DEL CONVERTIDOR A TRANSMISION				
8	LINEA CARDANICA DE TRANSMISION A EJE DELANTERO				
9	LINEA CARDANICA DE TRANSMISION A EJE POSTERIOR				
10	LUBRICAR ARTICULACIONES DE PALANCA DE MANDOS				
B: BUENO R: REPARAR S: REQUIERE SERVICIO C: CAMBIAR A: AJUSTAR					
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:					
Electricista	Mecanico	Supervisor Mecanico			
Firma	Firma	Firma			



Anexo N° 11, mantenimiento preventivo jumbo hidráulico

 MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. RUC: 20344764540	Tipo: Formato	Código: MCO-MTO-PR.001.F2
	CARTILLA DE MANTENIMIENTO JUMBO DD210 - 250 HORAS COMPRESOR/POWER PACK	
	Versión: 1 Página: 1 de 1	

HORÓMETRO DIESEL :	COD. INTERNO:	HORA INICIO:
HORÓMETRO PERCUSION :	FECHA:	HORA FINAL:
HORÓMETRO ELECTRICO :		

Realizar el servicio diario.
Antes de realizar trabajos de mantenimiento el equipo deberá ser lavado, teniendo en cuenta la protección de los
B: BUENO R: REPARAR S: REQUIERE SERVICIO C: CAMBIAR A: AJUSTAR

CHASIS		
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Limpeza General del Equipo	
2	Engrase general (Art.central, boom, perf, etc)	
3	Revisar rajaduras en el chasis o por soldaduras	
4	Limpeza de la grasa sobresaliente en los puntos de engrase.	
5	Engrase general (Art.central, boom, perf, etc)	
6	Revisar gatas y sus valvulas	

SISTEMA HIDRAULICO		
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Revisar el nivel de aceite	
2	Revisar fugas en conectores, magueras y cañerías	
3	Verificar condicion de mangueras en articulacion central.	
4	Revisar la falta de sujetadores y cintos de mangueras	

SISTEMA ELÉCTRICO		
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Revisar la iluminacion de transito, perforacion y emergencia	
2	Limpeza del tablero electrico en cabina de operador.	
3	Revisar switchs de condiciones seguras de trabajo	
4	Revison del funcionamiento de horometros	
5	Evaluar condicion de componentes electricos en tablero de tension.	
6	Engrase de la tambora del cable electrico	
7	Revison del cable de alimentacion de voltaje	
8	Revisar humedad en el interior del enrollador de cable	
9	Revisar humedad en el interior de los armarios electricos	
10	Revisar componentes electricos y soportes dañados	
11	Revisar condiciones de los anillos del colector	
12	Revison de los motores electricos del Power Pack	

SISTEMA DE PERFORACION		
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
PERFORADORA		
1	Ajuste de los pernos de acumuladores de perforadora	
2	Ajuste tirantes y pernos de la perforadora	
3	Revisar presion de N ₂ en acumuladores	
4	Revisar la guia de bronce (Coupling)	
5	Evaluar condiciones del Shank	
6	Revisar posibles fugas de aceite	
7	Revison de la perforadora en General	
BRAZO		
8	Revison de la estructura del brazo en Gral	
9	Chequeo de los pines y bocinas del brazo	
10	Ajuste de los pernos del brazo	
11	Revisar funcionamiento de paralelismo automatico	
12	Revisar posibles fugas de aceite en cilindros de brazo.	
13	Revisar el estado de las mangueras y conectores	
14	Revisar proteccion plastica de mangueras del brazo	
15	Lubricar, revisar juego del tubo del telescopico	
16	Revisar proteccion plastica de mangueras del brazo	
17	Engrase de todos los puntos del brazo.	
VIGA DE AVANCE DE LA PERFORADORA		
16	Ajuste de los pernos de la viga en la perforadora	
17	Tensado de los cables de avance y retorno	
18	Tensado de mangueras hidraulicas en viga.	
19	Revisar posibles fugas de aceite	

COMPRESOR		
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Revisar las presiones y temperatura de operación	
2	Cambio de filtro de aceite de compresor	
3	Ver condicion de filtro de aire primario	
4	Cambio de aceite de compresor	
5	Drenar el agua de la linea de aire	
6	Limpeza enfriador de aceite de compresor.	
7	Drenar el agua del tanque de aceite de lubricacion	
8	Limpeza de motor electrico en sistema de compresor.	

SISTEMA DE REFRIGERACION		
ÍTEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Limpeza del strainer de ingreso de agua	
2	Revise switch de presion de entrada de agua.	
3	Evaluar condicion de sellos de agua en perforadora.	
4	Revisar controlador de flujo de agua	
5	Limpeza exterior de motor electrico en bomba de agua.	

NOMBRE: _____	NOMBRE: _____
TÉCNICO RESPONSABLE	SUPERVISOR RESPONSABLE



Anexo Nº 12, cartilla de inspección de cargador frontal

 RUC: 20344764540	Tipo: Formato	Código: MCO-MTO-PR.001.F39
	CARTILLA DE INSPECCION DE CARGADOR CAT R1300	Versión: 1 Página: 1 de 1

Mecanico	Fecha:.....
Equipo: <input type="text"/>	Horometro :.....
Hora de Ingreso: <input type="text"/>	Hora de Salida:.....

ITEM	DESCRIPCION	CONDICION			CRITICIDAD	PROBLEMA OBSERVADO	FECHA ACC. CORRECTIVA
		B	R	M			
1	MOTOR DIESEL						
2	ENFRIADOR DE ACEITE MOTOR						
3	ENFRIADOR DE ACEITE TRANSMISION						
4	RADIADOR						
5	TURBO COMPRESOR						
6	ARRANCADOR						
7	ALTERNADOR						
8	CATALIZADOR						
9	LINEA DE ADMISION						
10	TANQUE HIDRÁULICO						
11	TABLERO ELÉCTRICO 12 VOL						
12	TECHO DEL OPERADOR						
13	ASIENTO DEL OPERADOR						
14	VÁLVULA DE CONTROL SIST. CARGA						
15	VÁLVULA DE CONTROL DIRECCION						
16	VÁLVULA DE LEVANTE Y VOLTEO						
17	BOOM						
18	CILINDRO DE LEVANTE						
19	CILINDRO DE VOLTEO						
20	CILINDRO DE DIRECCION						
21	CUCHARA						
22	PRUEBA CAJA TRANSMISION						
23	CONVERTIDOR						
24	EJE DELANTERO						
25	EJE POSTERIOR						
26	ARTICULACION CENTRAL						
27	CHASIS DELANTERO Y POSTERIOR						
28	EJE OSCILANTE						
29	EJE CARDANICO CENTRAL						
30	EJE CARDANICO CORONA POST. A CAJA						
31	EJE CARDANICO DE CONV. A CAJA						
32	EJE CARDANICO A CORONA DELANTERO						
33	LLANTA DELANTERO DERECHO						
34	LLANTA POSTERIOR DERECHO						
35	LLANTA DELANTERO IZQUIERDO						
36	LLANTA POSTERIOR IZQUIERDO						
37	FAROS DELANTEROS						
38	FAROS POSTERIORES						
39	PRUEBA FRENO SERVICIO						
40	PRUEBA FRENO PARQUEO						
41	PRUEBA SISTEMA DIRECCION						
42	PRUEBA SISTEMA DE LEVANTE Y VOLTEO						
43	MANGUERAS HIDRAULICAS						
44	PORTA FILTRO DE AIRE						
45	VIAS						
46	VENTILACION						
47	LIMPIEZA DEL EQUIPO						

OBSERVACIONES IMPORTANTES

MECANICO RESPONSABLE _____ VºBº JEFE MANTTO _____ ING. RESIDENTE _____



Anexo N° 15, formato de evaluación del personal.

UNCEISA	NUMERO:		FORMATO DE EVALUACION DE PERSONAL																							
TRABAJADOR:		CARGO:	DNI:	AREA/ C.COSTO:																						
JEFE INMEDIATO:		CARGO:	DNI:	FECHA:																						
PERIODO DE EVALUACION	DEL:	AL:																								
1 CRITERIOS DE EVALUACION																										
					PUNTAJE		VALOR																			
					1	2		3	4	5																
1 VALORES Y RELACIONES HUMANAS																										
1.1	Muestra capacidad para trabajar con otros y colabora con respeto y armonia con sus compañeros y jefes, sin descuidar el cumplimiento de sus deberes.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
1.2	Demuestra identificación y responsabilidad con los valores y cultura de la institución. En el desarrollo de sus funciones atiende mas a los intereses organizacionales que en las personales		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
1.3	Es tolerante ante un problema malentendido, evita los conflictos y busca el entendimiento mutuo con respeto y objetividad		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
1.4	Se conduce con veracidad y honestidad, sus palabras y acciones son coherentes tanto en el ambiente laboral como fuera de el.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
2 CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS E INTERES POR EL TRABAJO																										
2.1	Cumple con las políticas, normas y procedimientos establecidos por la organización en cuanto a apariencia personal, puntualidad, asistencia y otras normativas.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
2.2	es responsable, cumple con las tareas asignadas por sus supervisores con exactitud, esmero y dedicacion manifiesta		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
2.3	acepta constructivamente las criticas o llamadas de atención, administrandolas para mejorar su desempeño		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
2.4	Es responsable en la conservación, uso y mantenimiento de los bienes materiales y equipos asignados a su área, con la finalidad de optimizar su utilidad y beneficio		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
3 CONOCIMIENTO, HABILIDADES Y DESTREZAS																										
3.1	Demuestra conocimiento y destreza en el desarrollo de sus funciones, aplicandolos para alcanzar el nivel de calidad requerido con la menor cantidad de recursos y esfuerzo.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
3.2	Controla e implementa mejoras en los procesos de trabajo a su cargo, con la finalidad de satisfacer los requerimientos de los usuarios externos e internos.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
3.3	Muestra habilidad para recibir, comprender y transmitir información, e interactuar con sus compañeros y usuarios de manera eficiente.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
3.4	asume retos y preserva ante dificultades que se le presentan en el trabajo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
3.5	demuestra capacidad para aportar y concretar ideas utiles y oportunas que permitan el mejoramiento continuo y el logro de los objetivos establecidos.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
3.6	se mantiene actualizado en las áreas en que se desempeña, a través de estudios, cursos, lectura y cualquier otra actividad individual u organizacional que aseguren su evolución personal y profesional.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align:center;">Tabla de Calificación</td> <td style="text-align:center;">De</td> <td style="text-align:center;">A</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">5 Excelente</td> <td style="text-align:center;">81%</td> <td style="text-align:center;">100%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">4 Sobre Término Medio</td> <td style="text-align:center;">61%</td> <td style="text-align:center;">80%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">3 Término Medio</td> <td style="text-align:center;">41%</td> <td style="text-align:center;">60%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">2 Bajo Término Medio</td> <td style="text-align:center;">21%</td> <td style="text-align:center;">40%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">1 Pobre</td> <td style="text-align:center;">0%</td> <td style="text-align:center;">20%</td> </tr> </table>			Tabla de Calificación	De	A	5 Excelente	81%	100%	4 Sobre Término Medio	61%	80%	3 Término Medio	41%	60%	2 Bajo Término Medio	21%	40%	1 Pobre	0%	20%	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align:center;">CALIFICACION PORCENTUAL</td> <td style="width:50px;"></td> </tr> </table>				CALIFICACION PORCENTUAL	
Tabla de Calificación	De	A																								
5 Excelente	81%	100%																								
4 Sobre Término Medio	61%	80%																								
3 Término Medio	41%	60%																								
2 Bajo Término Medio	21%	40%																								
1 Pobre	0%	20%																								
CALIFICACION PORCENTUAL																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align:center;">CALIFICACIÓN</td> <td style="width:50px;"></td> </tr> </table>			CALIFICACIÓN																							
CALIFICACIÓN																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align:center;">TRABAJADOR</td> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">FIRMA</td> </tr> </table>			TRABAJADOR		FIRMA	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align:center;">JEFE INMEDIATO - EVALUADOR</td> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">FIRMA</td> </tr> </table>				JEFE INMEDIATO - EVALUADOR		FIRMA														
TRABAJADOR																										
FIRMA																										
JEFE INMEDIATO - EVALUADOR																										
FIRMA																										

Anexo N° 16, PETS de reparación y cambio de labio de cucharón.

<p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION Y/O CAMBIO DE LABIO DE CUCCHARÓN - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Area: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS008	Página: 1127/4	

	1. PERSONAL	
	1.1 Soldador	1.2 Ayudante
	2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
	2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo. 2.2 Anteojos de protección luna clara. 2.3 Tapón auditivo. 2.4 Guantes de cuero. 2.5 Guantes de soldar. 2.6 Mascara de soldar. 2.7 Botas y/o zapato con punta de acero.	2.8 Mameluco con cinta reflectiva. 2.9 Pantalón de cuero. 2.10 Mandil de cuero 2.11 Respirador de media cara con filtro P100 y cartuchos químicos.
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	06	HORAS

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

3.1 Máquina de soldar. 3.2 Porta electrodos y pinza puesta tierra 3.3 Equipo oxiacetilénico. 3.4 Comba de 6 libras. 3.5 Flexómetro de 5 m. 3.6 Escuadra. 3.7 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo.	3.8 Lámpara minera. 3.9 Cinceles de 3/4" x 8". 3.10 Tiza. 3.11 Escobilla de acero. 3.12 Labio de lampón. 3.13 Electrodo chanfercord, supercito, etc. 3.14 Gata Hidráulica tipo botella de 20TN.
---	---

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

4.1 Autorización interna para trabajos de soldadura eléctrica. 4.2 Capacitación en riesgos de trabajo en caliente.	4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente. 4.4 Estudios técnicos de soldadura.
---	---

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION Y/O CAMBIO DE LABIO DE CUCCHARÓN - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS008	Página: 2/4	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Soldador y ayudante soldador	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para realizar la tarea.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Soldador y ayudante soldador	2. El soldador recibirá la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) y el PETAR (MCS-SEG-PR004. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo.	Soldador y ayudante soldador	4. Verificar el área en donde se realizará la reparación o cambio de labio de lampón 5. Estacionar el Cargador Frontal en el área asignada para realizar la inspección del estado del labio y proceder con su cambio. 6. Realizar el check list de pre uso de máquina de soldar (MCS- SEG-PR001.F11), equipo oxicorte (MCS-SEG-PR001.F24).
4	Retirar labio de cucharón desgastado	Soldador y Ayudante soldador	7. Mover todo el cucharon con ayuda del boom del equipo y colocarlo para que se pueda retirar los restos deteriorados del labio a cambiar. 8. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT. 9. Encender la máquina de soldar colocar la pinza de puesta a tierra en el cucharon y proceder a soplar con soldadura chanfercord, todo el contorno del labio desgastado hasta que este caiga al piso y el cucharon que libre.

 <p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION Y/O CAMBIO DE LABIO DE CUCCHARÓN - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS008	Página: 3/4	

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (CÓMO)
5	Colocación y soldado del labio de cucharón	Soldador y ayudante soldador	<p>10. Cortar con equipo oxiacetilénico el labio para el cucharón en tres partes de acuerdo al diseño.</p> <p>11. Colocar la primera plancha al medio centrándolo con el flexómetro y apoyándose con una gata hidráulica tipo botella la cual presionara el labio con el cucharón, una vez centrado presionarlo y proceder a soldar todo el contorno del labio con el cucharón con soldadura supercito.</p> <p>12. Colocar las planchas faltantes en cada extremo de la primera plancha, esta tiene que estar al mismo nivel y distancia, deben ser presionadas una a la vez con la gata hidráulica y en donde se procede a soldar todo el contorno con soldadura supercito.</p>
6	Reforzamiento con soldadura del todo el contorno del labio	Soldador y ayudante soldador	<p>13. Se procede a retirar el candado, la tarjeta de bloqueo para subir el master del equipo.</p> <p>14. Se maniobra con el brazo del equipo y se coloca las dos trabas el cual evita que el brazo descienda.</p> <p>15. Colocar el cucharón en posición que se pueda reforzar con soldadura el contorno del labio.</p>
7	Reforzamiento con soldadura del todo el contorno del cucharón	Soldador y ayudante soldador	<p>16. Se procede a reforzar con soldadura todo el contorno y partes dañadas del cucharón, reforzándolo con barras de jumbo si se requiere.</p> <p>17. Si se tiene el desgaste excesivo de los topes y/o cantoneras del cucharón, proceder a su cambio</p> <p>18. Concluido el reforzamiento, proceder a desbloquear el equipo retirando el candado de bloqueo LOCK OUT, tarjeta de bloqueo TAG OUT y levantando el master switch.</p>

 <p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION Y/O CAMBIO DE LABIO DE CUCHARON - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS008	Página: 4/4	

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
8	Orden y limpieza del área de trabajo	Soldador y ayudante soldador	<p>19. Colocar la máquina de soldar y equipo oxiacetilénico en sus lugares respectivos.</p> <p>20. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.</p>

6. RESTRICCIONES

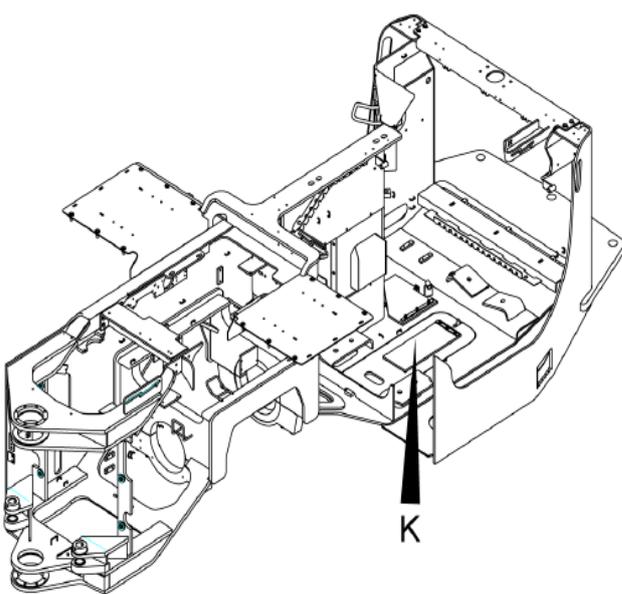
- a) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita
- b) No iniciar con la actividad si no se ha realizado el IPERC.
- c) Personal no tiene autorización interna para trabajos en soldadura
- d) Queda paralizado el trabajo si la máquina de soldar se encuentra en mal estado.
- e) Personal no cuente con EPP's completos de soldadura o están deteriorados
- f) El cambio de labio de lampón solo se puede realizar en superficie
- g) Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado
- h) Todo lo que se oponga a este procedimiento, estándares y requerimientos legales.

7. REGISTRO.

- a) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- b) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.
- c) MCS-SEG-PROO4. F01 PETAR.
- d) MCS- SEG-PR001.F11 Check List de Máquina de Soldar eléctrica.
- e) MCS- SEG-PR001.F24 Check List de pre-uso de Equipo Oxiacetileno.

Anexo N° 17, PETS de reparación de rajaduras de chasis.

 <p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	<p>REPARACION DE RAJADURAS DE CHASIS CON SOLDADURA - CARGADOR FRONTAL</p>		<p>UEA AREQUIPA</p>
	<p>Area: MANTENIMIENTO MECANICO MINA</p>	<p>Versión.: 01</p>	
<p>Código: MCS-MTO-PETS024</p>		<p>Página: 1/3</p>	

	<p>1. PERSONAL</p>		
	<table border="1"> <tr> <td>1.1 Soldador</td> <td></td> </tr> </table>		1.1 Soldador
1.1 Soldador			
<p>2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</p>			
<p>2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.</p> <p>2.2 Anteojos de protección luna clara.</p> <p>2.3 Tapón auditivo.</p> <p>2.4 Guantes de cuero.</p> <p>2.5 Guantes de soldar.</p> <p>2.6 Mascara de soldar.</p> <p>2.7 Botas y/o zapato con punta de acero.</p>		<p>2.8 Mameluco con cinta reflectiva.</p> <p>2.9 Pantalón de cuero.</p> <p>2.10 Mandil de cuero</p> <p>2.11 Respirador de media cara con filtro P100 y cartuchos químicos.</p>	
<p>TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD</p>	<p>03</p>	<p>HORAS</p>	

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

<p>3.1 Máquina de soldar.</p> <p>3.2 Porta electrodos y pinza puesta tierra</p> <p>3.3 Comba de 6 libras.</p> <p>3.4 Flexómetro de 5 m.</p> <p>3.5 Escuadra.</p> <p>3.6 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo.</p>	<p>3.7 Lámpara minera.</p> <p>3.8 Cinceles de 3/4" x 8".</p> <p>3.9 Tiza.</p> <p>3.10 Escobilla de acero.</p> <p>3.11 Labio de lampón.</p> <p>3.12 Electrodo chanfercord, supercito, etc.</p> <p>3.13 Gata Hidráulica tipo botella de 20TN.</p>
--	---

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

<p>4.1 Autorización interna para trabajos de soldadura eléctrica.</p> <p>4.2 Capacitación en riesgos de trabajo en caliente.</p>	<p>4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente.</p> <p>4.4 Estudios técnicos de soldadura Eléctrica.</p>
--	--

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION DE RAJADURAS DE CHASIS CON SOLDADURA - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS024	Página: 2/3	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Soldador	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para realizar la tarea.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Soldador	2. El soldador recibirá la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) y el PETAR (MCS-SEG-PR004. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo.	Soldador	4. Verificar el área en donde se realizará la reparación de rajaduras del chasis del Cargador Frontal. 5. Estacionar el Cargador Frontal en el área asignada para realizar la inspección del estado de la rajadura. 6. Realizar el Check list de pre uso de máquina de soldar (MCS- SEG-PR001.F11). Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT.
4	Preparación de parte rajada que se va a soldar y Reforzamiento con soldadura.	Soldador	7. Encender la máquina de soldar colocar la pinza de puesta a tierra en el equipo y proceder a soplar con soldadura chanfercord, toda la rajadura formando un bisel para mejor penetración de la soldadura. 8. Se procede a reforzar con soldadura toda la parte rajada rellenando todo el bisel, con soldadura supercorto. 9. Concluido el reforzamiento, proceder a desbloquear el equipo retirando el candado de bloqueo LOCK OUT, tarjeta de bloqueo TAG OUT y levantando el master.

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION DE RAJADURAS DE CHASIS CON SOLDADURA - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS024	Página: 3/3	

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
5	Orden y limpieza del área de trabajo	Soldador	<p>10. Colocar la máquina de soldar y equipo oxiacetilénico en sus lugares respectivos.</p> <p>11. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.</p>

6. RESTRICCIONES

- a) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita
- b) No iniciar con la actividad si no se ha realizado el IPERC.
- c) Personal no tiene autorización interna para trabajos en soldadura
- d) Queda paralizado el trabajo si la máquina de soldar se encuentra en mal estado.
- e) Personal no cuente con EPP's completos de soldadura o están deteriorados
- f) No iniciar si no existe buen flujo de ventilación, si es posible soldar en superficie
- g) Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado
- h) Todo lo que se oponga a este procedimiento, estándares y requerimientos legales.

7. REGISTRO.

- a) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- b) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.
- c) MCS-SEG-PROO4. F01 PETAR.
- d) MCS- SEG-PR001.F11 Check List de Maquina de Soldar eléctrica.

Anexo N° 18, PETS de cambio de pines y bocinas de cilindro de volteo.

<p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA.</p>	CAMBIO DE PINES Y BOCINAS DE CILINDRO DE VOLTEO - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Area: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS025	Página: 1/3	

	1. PERSONAL	
	1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada
	2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo. 2.2 Anteojos de protección luna clara. 2.3 Tapón auditivo. 2.4 Guantes de Neopreno 14". 2.5 Botas y/o zapato con punta de acero.	2.6 Mameluco con cinta reflectiva. 2.7 Respirador de media cara con filtro P100. 2.8 Mameluco descartable (Ty beck) 2.9 Correa porta lámpara	
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	03	HORAS

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

3.1 Comba de 6 y 20 libras. 3.2 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo. 3.3 Dado 1½", 2 1/4 con encraste de ¾" y palanca 3.4 Collets de ajuste de pin 3.5 Bocina de volteo 3.6 Pin de volteo	3.7 Lámpara minera. 3.8 Martillo mecánico. 3.9 Trapo industrial. 3.10 Extractor de collet. 3.11 Barretillas y/o palancas de 6 y 8 pies. 3.12 Tecele manual de 2TN.
--	---

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada. 4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.	4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente. 4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.
--	---

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</p>	CAMBIO DE PINES Y BOCINAS DE CILINDRO DE VOLTEO - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS025	Página: 2/3	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para realizar la tarea.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo y estacionamiento del equipo.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área en donde se realizará el cambio de pines y bocinas de cilindro de volteo. 5. Estacionar el Cargador Frontal con la cuchara en el piso en el lugar asignado y delimitar el área de trabajo. 6. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT, y cuñas a las ruedas.
4	Cambio de pines y bocinas.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	7. Mover el cilindro de volteo con ayuda del boom del equipo y colocarlo en posición que se pueda retirar los pines y bocinas deteriorados con facilidad. 8. Suspender el cilindro de volteo con el Tecele de 2 TN. 9. Con el dado de 1½ “, proceder a desajustar y retirar pernos de fijación de los collet de ajuste de pin. 10. Con el perno extractor y el dado 2 1/4” proceder a retirar los collet de ajuste de pin, luego retirar los pines y bocinas para su respectivo cambio. 11. Antes de instalar bocinas nuevas verificar el ajuste adecuado de las mismas en el alojamiento de los puños del cilindro de volteo. 12. Instalar pin y con la ayuda de la comba colocar collet de ajuste de pin nuevos en suposición final, luego colocar pernos de fijación y dar el ajuste respectivo.

 MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA	CAMBIO DE PINES Y BOCINAS DE CILINDRO DE VOLTEO - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS025	Página: 3/3	

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
5	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	13. Concluido el reforzamiento, proceder a desbloquear el equipo retirando el candado de bloqueo LOCK OUT, tarjeta de bloqueo TAG OUT y levantando el master switch. 14. Colocar la máquina de soldar y equipo oxiacetilénico en sus lugares respectivos. 15. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.

6. RESTRICCIONES

- a) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita
- b) No iniciar con la actividad si no se ha realizado el IPERC.
- c) Personal no tiene autorización interna para trabajos en Mecánica
- d) Personal no cuente con EPP´s completos o están deteriorados
- e) Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado
- f) Todo lo que se oponga a este procedimiento, estándares y requerimientos legales.

7. REGISTRO.

- a) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- b) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.

Anexo N° 19, PETS de reparación y cambio de sellos de paquete de frenos.

<p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</p>	REPARACION, CAMBIO DE KIT DE SELLOS DE PAQUETE DE FRENOS - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS026	Página: 137/3	

	1. PERSONAL	
	1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada
	2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.	2.6 Mameluco con cinta reflectiva.
	2.2 Anteojos de protección luna clara.	2.7 Respirador de media cara con filtro P100.
2.3 Tapón auditivo.	2.8 Mameluco descartable (Ty beck)	2.9 Correa porta lámpara
2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.5 Botas y/o zapato con punta de acero.	2.9 Correa porta lámpara
12	HORAS	

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

<p>3.1 Gata hidráulica de 20TN y tecla Manual de 2 TN</p> <p>3.2 Llaves mixtas de 1 ½, ¾, 7/8", 15/16" y 8mm.</p> <p>3.3 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo.</p> <p>3.4 Dado 1½", 1 1/8", ¾", 15/16" con engraste de ¾" y palanca de ¾"</p> <p>3.5 Kit de sellos de freno de servicio y parqueo</p> <p>3.6 Pistón de freno y discos de fricción.</p>	<p>3.7 Lámpara minera.</p> <p>3.8 Martillo de impacto manual.</p> <p>3.9 Soporte metálico</p> <p>3.10 Trapo industrial y bandejas.</p> <p>3.11 Aceite 85W-140</p> <p>3.12 Silicona, trabador de pernos</p> <p>3.13 Barretillas y/o palancas de 6 y 8 pies.</p>
---	---

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

<p>4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada.</p> <p>4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.</p>	<p>4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente.</p> <p>4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.</p>
---	--

 <p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</p>	REPARACION, CAMBIO DE KIT DE SELLOS DE PAQUETE DE FRENOS - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS026	Página: 2/3	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para realizar la tarea.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo y estacionamiento del equipo.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área en donde se realizará la reparación del paquete de frenos estacionando el Cargador Frontal con el boom levantado y colocado las trabas para evitar que este descienda, en el lugar asignado, luego delimitar el área de trabajo. 5. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT, y cuñas en las ruedas.
4	Desmontaje del diferencial y paquetes de freno.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	6. Con la ayuda de la gata hidráulica de 20 TN levantar el equipo para colocarlo sobre el soporte metálico, y utilizando el teclé de 2 TN suspender el diferencial. 7. Con el dado de 1 ½" desmontar los tapones del diferencial y mandos finales para drenar el aceite. 8. Con el dado de 1 1/8" desmontar las llantas, y con el dado de 1 ½" proceder a desajustar y retirar pernos de fijación del diferencial, luego a este hacerlo descender hasta el piso y ubicarlo fuera del equipo con la ayuda del teclé de 2 TN para su respectiva reparación. 9. Con el dado de ¾" proceder a retirar la tapa y ejes de los mandos finales, y con el dado 15/16" desajustar y retirar pernos y tuercas de fijación de los paquetes de freno, separándolos de su lugar para su reparación.

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	REPARACION, CAMBIO DE KIT DE SELLOS DE PAQUETE DE FRENOS - CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS026	Página: 3/3	

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (CÓMO)
5	Reparación de los paquetes de freno y armado del diferencial.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	<p>10. Con la herramienta adecuada desarmar el freno de parqueo y luego el freno de servicio con mucha precaución ya que existe resortes de mucha tensión.</p> <p>11. Una vez desarmados los paquetes de freno proceder al cambio del nuevo kit correspondiente para luego proceder al armado de los mismos.</p> <p>12. Con la ayuda de palancas acercar y unir los paquetes de freno con la corona, montar los discos de fricción nuevos y fijarlos con los pernos y tuercas.</p>
6	Montaje del diferencial.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	<p>13. Con la ayuda del teclé de 2TN ubicar el diferencial en su base y fijarlos con sus pernos de anclaje, montar ambas llantas y llenar aceite 85W-140 tanto a la corona y mandos finales.</p> <p>14. Concluido el montaje, retirar el soporte metálico, candado y tarjeta de bloqueo, levantar el master y realizar pruebas a los frenos.</p>
7	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	15. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.

6. RESTRICCIONES

- a) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita
- b) No iniciar con la actividad si no se ha realizado el IPERC.
- c) Personal no cuente con EPP's completos o están deteriorados
- d) Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado
- e) Todo lo que se oponga a este procedimiento, estándares y requerimientos legales.

7. REGISTRO.

- a) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- b) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.

Anexo N° 20, PETS de cambio de crucetas de eje cardan.

<p>Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</p>	CAMBIO DE CRUCETAS DE EJE CARDAN – CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS028	Página: 1/2	

<p>GRAPHIC #1 <END> g0342541</p>	<p>1. PERSONAL</p> <table border="1"> <tr> <td>1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada</td> <td>1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada</td> </tr> </table>		1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada							
	1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada									
<p>2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</p> <table border="1"> <tr> <td>2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.</td> <td>2.5 Mameluco con cinta reflectiva.</td> </tr> <tr> <td>2.2 Anteojos de protección luna clara.</td> <td>2.6 Respirador de media cara con filtro P100.</td> </tr> <tr> <td>2.3 Tapón auditivo.</td> <td>2.7 Mameluco descartable (Ty beck)</td> </tr> <tr> <td>2.4 Guantes de Neopreno 14".</td> <td>2.8 Correa porta lámpara.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.</td> </tr> </table>		2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.	2.5 Mameluco con cinta reflectiva.	2.2 Anteojos de protección luna clara.	2.6 Respirador de media cara con filtro P100.	2.3 Tapón auditivo.	2.7 Mameluco descartable (Ty beck)	2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.8 Correa porta lámpara.		2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.
2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.	2.5 Mameluco con cinta reflectiva.										
2.2 Anteojos de protección luna clara.	2.6 Respirador de media cara con filtro P100.										
2.3 Tapón auditivo.	2.7 Mameluco descartable (Ty beck)										
2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.8 Correa porta lámpara.										
	2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.										
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD		03	HORAS								

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

<p>3.1 Comba de 6 libras.</p> <p>3.2 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo.</p> <p>3.3 Juego de dados.</p> <p>3.4 Llaves mixtas</p> <p>3.5 Llave francesa 12"</p> <p>3.6 Juego de destornilladores</p>	<p>3.7 Lámpara minera.</p> <p>3.8 Trabador de pernos.</p> <p>3.9 Trapo industrial.</p> <p>3.10 Barretilla de 6 pies y/o palanca</p> <p>3.11 Cruceta nueva de eje cardan</p> <p>3.12 Camilla para ingresar debajo del equipo.</p>
--	--

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

<p>4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada.</p> <p>4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.</p>	<p>4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente.</p> <p>4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.</p>
---	--

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</p>	CAMBIO DE CRUCETAS DE EJE CARDAN – CARGADOR FRONTAL		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS028	Página: 2/2	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras de realizar la tarea.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo y estacionamiento.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área para estacionar el equipo, una vez estacionado delimitar el área de trabajo. 5. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT, y cuñas a las ruedas.
4	Cambio de crucetas de eje cardan.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	6. Desajustar pernos de fijación y retirar protectores del eje cardan. 7. Proceder a desajustar los pernos de fijación de la cruceta que se va a cambiar y retirarla. 8. Montar cruceta nueva y dar ajuste correcto a los pernos con trabarosca, colocar protectores de cardan.
5	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	9. Concluida dicha actividad, proceder a desbloquear el equipo retirando el candado de bloqueo LOCK OUT, tarjeta de bloqueo TAG OUT y levantando el master. 10. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.

6. RESTRICCIONES

- No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita ni IPERC
- Personal no tiene autorización interna y no cuente con EPP's completos
- Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado

7. REGISTRO.

- MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.

Anexo N° 21, PETS de cambio de kit de sellos de cilindro hidráulico

	CAMBIO DE KIT DE SELLOS DE CILINDRO HIDRÁULICO – JUMBO		UEA AREQUIPA
	Area: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS027	Página: 1/3	

	1. PERSONAL	
	1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada
	2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.	2.5 Mameluco con cinta reflectiva.
	2.2 Anteojos de protección luna clara.	2.6 Respirador de media cara con filtro P100.
	2.3 Tapón auditivo.	2.7 Mameluco descartable (Ty beck)
	2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.8 Correa porta lámpara.
		2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.
	03	HORAS

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

3.1 Comba de 6 y 20 libras.	3.7 Lámpara minera.
3.2 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo.	3.8 Silicona y trabador de pernos.
3.3 Juego de dados y llaves mixtas	3.9 Trapo industrial.
3.4 Llave Stilson de 24" y juego de destornilladores	3.10 Extractor de collet
3.5 Kit de sellos de cilindro hidráulico.	3.11 Barretillas y/o palancas de 6 y 8 pies.
3.6 Bandejas	3.12 Teclé manual de 2TN.

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada.	4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente.
4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.	4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	CAMBIO DE KIT DE SELLOS DE CILINDRO HIDRAULICO - JUMBO		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS027	Página: 2/3	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para realizar la tarea.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo y estacionamiento del equipo.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área en donde se realizará el cambio de Kit de sellos de cilindro hidráulico. 5. Estacionar el Jumbo con el boom en posición de desmontaje de cilindro hidráulico en el lugar asignado y delimitar el área de trabajo. 6. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT, y cuñas a las ruedas.
4	Desmontaje y cambio kit de sellos del cilindro hidráulico.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	7. Desconectar mangueras hidráulicas (utilizar bandejas para evitar derrames de aceite) y desajustar pernos de fijación de los pines del cilindro hidráulico 8. Suspender el cilindro de volteo con el Tecele de 2 TN y hacerlo descender para su reparación en la mesa de trabajo. 9. Con las herramientas adecuadas, proceder a desajustar tapa del cilindro y drenar el aceite en una bandeja. 10. Expulsar el vástago hasta la carrera final del cilindro, luego colocar el vástago en la mesa de trabajo para su respectivo cambio de kit de sellos en el orden que va saliendo cada sello.

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	CAMBIO DE KIT DE SELLOS DE CILINDRO HIDRAULICO - JUMBO		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS027	Página: 3/3	

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
5	Armado y montaje de cilindro hidráulico	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	<p>11. Luego del cambio de kit de sellos respectivo, proceder a armar de la forma inversa al desarmado, lubricando cada parte con aceite.</p> <p>12. Montar el cilindro en el lugar que le corresponde, colocado los pines y mangueras hidráulicas correspondientes.</p> <p>13. Concluido la reparación del cilindro hidráulico se procede a probar funcionamiento correcto de dicho componente reparado.</p>
6	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	<p>14. Concluida dicha actividad, proceder a desbloquear el equipo retirando el candado de bloqueo LOCK OUT, tarjeta de bloqueo TAG OUT y levantando el master switch.</p> <p>15. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.</p>

6. RESTRICCIONES

- a) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita
- b) No iniciar con la actividad si no se ha realizado el IPERC.
- c) Personal no tiene autorización interna para trabajos en Mecánica
- d) Personal no cuente con EPP's completos o están deteriorados
- e) Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado
- f) Todo lo que se oponga a este procedimiento, estándares y requerimientos legales.

7. REGISTRO.

- a) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- b) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.

Anexo N° 22, PETS de cambio de bomba hidráulica.

	CAMBIO Y/O DESMONTAJE Y MONTAJE DE BOMBA HIDRAULICA - JUMBO		UEA AREQUIPA
	Area: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS029	Página: 1/2	

	1. PERSONAL	
	1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada
	2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.	2.5 Mameluco con cinta reflectiva.
	2.2 Anteojos de protección luna clara.	2.6 Respirador de media cara con filtro P100.
	2.3 Tapón auditivo.	2.7 Mameluco descartable (Ty beck)
	2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.8 Correa porta lámpara.
	2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.	
	05	HORAS

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

<p>3.1 Comba de 6 libras. 3.2 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo. 3.3 Juego de dados y llaves mixtas 3.4 Llave Stilson de 24" y juego de destornilladores 3.5 Kit de reparación de bomba hidráulica. 3.6 Bandejas</p>	<p>3.7 Lámpara minera. 3.8 Silicona y trabador de pernos. 3.9 Trapo industrial. 3.10 Bomba hidráulica reparada y/o nueva 3.11 Barretillas y/o palancas de 6. 3.12 Mesa de trabajo.</p>
---	---

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

<p>4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada. 4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.</p>	<p>4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente. 4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.</p>
---	--

 <p>Martínez Contratistas e Ingeniería SA</p>	CAMBIO Y/O DESMONTAJE Y MONTAJE DE BOMBA HIDRAULICA - JUMBO		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS029	Página: 2/2	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para trabajar.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo y estacionamiento del equipo.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área en donde se realizará el montaje y desmontaje de la bomba hidráulica y estacionar el Jumbo, luego delimitar el área de trabajo. 5. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT, y cuñas a las ruedas.
4	Cambio y/o Desmontaje y montaje de bomba hidráulica.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	6. Desconectar mangueras hidráulicas (utilizar bandejas para evitar derrames de aceite) y desajustar pernos de fijación de la bomba hidráulica 7. Desmontar bomba hidráulica entre dos personas y ubicarla en la mesa de trabajo para reparación. 8. Montar la bomba hidráulica que fue reparada o nueva, instalar mangueras, pernos de fijación y purgar el sistema para evitar cavitaciones.
5	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	9. Concluida dicha actividad, desbloquear equipo retirando LOCK OUT, TAG OUT, levantando el master. 10. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.

6. RESTRICCIONES

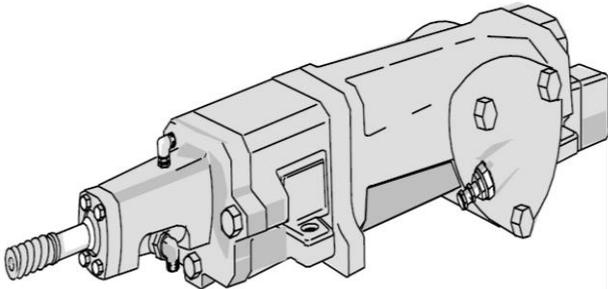
- a) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita ni IPERC
- b) Personal no tiene autorización interna y no cuente con EPP's completos
- c) Cuando el equipo no cuente con un sistema para que pueda ser bloqueado

7. REGISTRO.

- a) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- b) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.

Anexo N° 23, PETS de cambio de perforadora.

	CAMBIO Y/O MONTAJE Y DESMONTAJE DE PERFORADORA – JUMBO		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS030	Página: 1/2	

 HYDRAULIC ROCK DRILL HL510B	1. PERSONAL	
	1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada
	2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	
	2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo. 2.2 Anteojos de protección luna clara. 2.3 Tapón auditivo. 2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.5 Mameluco con cinta reflectiva. 2.6 Respirador de media cara con filtro P100. 2.7 Mameluco descartable (Ty beck) 2.8 Correa porta lámpara. 2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.
TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD	03	HORAS

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

3.1 Comba de 6 libras. 3.2 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo. 3.3 Juego de dados y llaves mixtas 3.4 Llave Stilson de 12", 24" y juego de destornilladores 3.5 Perforadora reparada o nueva.	3.6 Lámpara minera. 3.7 Silicona y trabador de pernos. 3.8 Trapo industrial. 3.9 Bandejas 3.10 Barretillas y/o palancas de 6 y 8 pies. 3.11 Teclé manual de 2TN.
---	---

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada. 4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.	4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente. 4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.
--	---

 MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA	CAMBIO Y/O MONTAJE Y DESMONTAJE DE PERFORADORA – JUMBO		UEA SAN CRISTOBAL
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS030	Página: 2/2	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras de trabajo.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de la zona de trabajo y estacionamiento del equipo.	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área en donde se realizará el cambio de perforadora y estacionar el Jumbo, luego delimitar el área de trabajo. 5. Bajar el master del equipo y bloquear con candado LOCK OUT y tarjeta TAG OUT, y cuñas a las ruedas.
4	Desmontaje y montaje de perforadora	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	6. Desconectar mangueras hidráulicas (utilizar bandejas para evitar derrames de aceite) y desajustar pernos de fijación de los patines de la perforadora. 7. Suspender la perforadora con el Tecele de 2 TN y colocarlo en la mesa de trabajo para su reparación. 8. Con apoyo del tecele de 2 TN montar la perforadora nueva en la viga del jumbo, colocar pernos de fijación de los patines y conectar mangueras hidráulicas.
5	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	9. Concluida dicha actividad, desbloquear equipo retirando LOCK OUT, TAG OUT, levantando el master. 10. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.

6. RESTRICCIONES

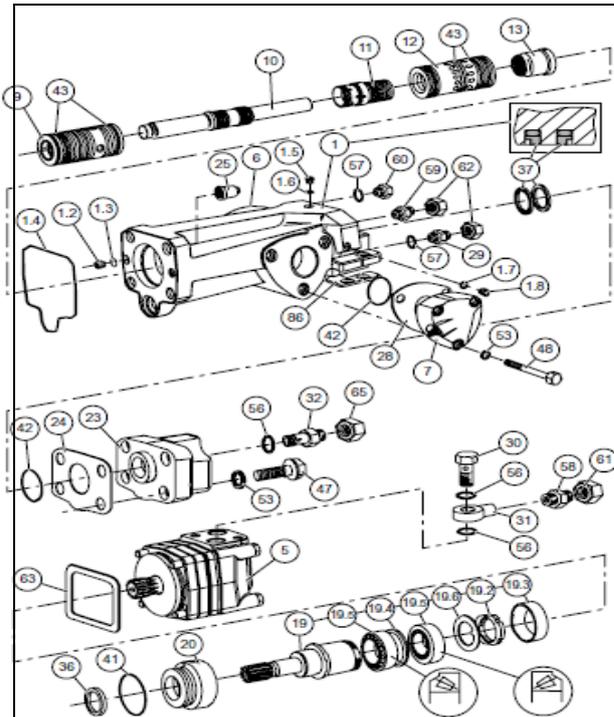
- d) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita ni IPERC
- e) Personal no tiene autorización interna y no cuenta con EPP's completos
- f) Cuando el equipo no cuenta con un sistema para que pueda ser bloqueado

7. REGISTRO.

- c) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- d) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.

Anexo N° 24, PETS de cambio de componentes de perforadora.

<p>MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería S.A.</p>	CAMBIO DE COMPONENTES DE PERFORADORA - JUMBO		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS031	Página: 1/2	



1. PERSONAL

1.1 Mecánico de Maquinaria Pesada	1.2 Ayudante Mecánico Maquinaria Pesada
--	--

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

2.1 Casco tipo jockey con barbiquejo.	2.5 Mameluco con cinta reflectiva.
2.2 Anteojos de protección luna clara.	2.6 Respirador de media cara con filtro P100.
2.3 Tapón auditivo.	2.7 Mameluco descartable (Ty beck)
2.4 Guantes de Neopreno 14".	2.8 Correa porta lámpara.
	2.9 Botas y/o zapato con punta de acero.

TIEMPO ESTIMADO DE LA ACTIVIDAD

03	HORAS
----	-------

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

3.1 Comba de 6 libras.	3.7 Lámpara minera.
3.2 Candado, pinza y tarjeta de bloqueo.	3.8 Silicona y trabador de pernos.
3.3 Juego de dados y llaves mixtas	3.9 Trapo industrial.
3.4 Llave Francesa 12" y juego de destornilladores	3.10 Componentes de perforadora
3.5 Kit de reparación de perforadora.	3.11 Barretillas y/o palancas de 6 pies.
3.6 Bandejas	3.12 Mesa de trabajo.

4. PRE-REQUISITOS DE COMPETENCIA

4.1 Autorización interna para trabajos de Mecánica de Maquinaria Pesada.	4.3 Capacitación en seguridad, salud ocupacional y Medio Ambiente.
4.2 Capacitación en riesgos de Energía Eléctrica, hidráulica y Mecánica.	4.4 Estudios técnicos y experiencia en Mecánica de Maquinaria pesada.

 MCEISA Martínez Contratistas e Ingeniería SA	CAMBIO DE COMPONENTES DE PERFORADORA - JUMBO		UEA AREQUIPA
	Área: MANTENIMIENTO MECANICO MINA	Versión.: 01	
	Código: MCS-MTO-PETS031	Página: 2/2	

5. PROCEDIMIENTOS.

Nº	PASO (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	EXPLICACION (COMO)
1	Inspeccionar área de trabajo	Mecánico y ayudante	1. Inspeccionar el área de trabajo para establecer si se encuentra en condiciones seguras para trabajar.
2	Recibir la orden escrita del supervisor	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	2. Recibir la orden de trabajo escrita (MCS-SEG-PR002. F01) del supervisor para que realice la actividad. 3. Realizar el IPERC (MCS-SEG-PR003. F01) para iniciar la actividad.
3	Verificación de mesa de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	4. Verificar el área en donde se realizará el cambio de componentes de la perforadora,
4	Cambio de componentes de la perforadora	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	5. Desconectar mangueras hidráulicas si la perforadora está conectada al jumbo (utilizar bandejas para evitar derrames de aceite). 6. Desmontar el componente que se va a cambiar y o desarmar completamente la perforadora para el cambio de los componentes respectivos. 7. Luego de realizado el cambio de componentes se procede a montar la perforadora, instalar mangueras, pernos de fijación (dar el torque correcto)
5	Orden y limpieza del área de trabajo	Mecánico de Maquinaria Pesada y ayudante	8. Concluida dicha actividad, desbloquear equipo retirando LOCK OUT, TAG OUT, levantando el master. 9. Realizar orden y limpieza del área en donde se ejecutó el trabajo.

6. RESTRICCIONES

- g) No iniciar con la actividad si no se tiene orden de trabajo Escrita ni IPERC
- h) Personal no tiene autorización interna y no cuenta con EPP's completos
- i) Cuando el equipo no cuenta con un sistema para que pueda ser bloqueado

7. REGISTRO.

- e) MCS-SEG-PROO3. F101 IPERC Continuo.
- f) MCS-SEG-PROO2. F101 Orden de Trabajo.