

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR  
LA DISPONIBILIDAD DE LAS PALAS ELECTROMECÁNICAS TZ  
MODELO WK-12 EN LA MINERA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A.”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO

ALAN GUSTAVO CÓRDOVA SÁNCHEZ

Callao, noviembre del 2017

PERÚ

### **Dedicatoria**

A Dios, por concederme una de mis metas más importantes y por estar conmigo en todo momento dándome fuerzas y sabiduría para afrontar los obstáculos que se me presentan en mi vida.

A mi madre Eulogia Sánchez Vargas, quien en vida fue un ejemplo de madre luchadora y quien me enseñó a luchar y amar en esta vida, quien en todo momento me apoyo con mucho cariño, dándome consejos e inculcándome siempre en hacer las cosas correctas, por darme fuerzas para seguir adelante y poder lograr mis objetivos trazados, en mi vida y en mi carrera.

### **Agradecimiento**

A mis tíos Lolín, Nieves y Mercedes Sánchez Vargas quienes considero mis segundos padres, por darme sus consejos, cariño y apoyo incondicional para poder lograr cumplir mis metas.

A mis hermanos, Jaime, Maicol, Maripaz y mi novia Marilyn, quienes me dieron su apoyo incondicional en todo momento.

A mis amigos y compañeros de universidad, por darme su apoyo moral en todo momento.

A la Universidad Nacional del Callao y mis catedráticos quienes fueron los pilares fundamentales para mi formación profesional.

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal proponer mejoras para aumentar la disponibilidad de las Palas Electromecánicas TZ modelo WK-12 de la empresa minera Shougang Hierro Perú debido al proyecto de ampliación y la baja disponibilidad, por ello esta tesis requirió de una investigación de tipo propositivo y aplicativo, un nivel de investigación explicativo y propositivo, para poder lograr este objetivo se realizó una auditoria de mantenimiento encuestando a los involucrados en el mantenimiento de las Palas, logrando conocer el estado actual de la gestión del mantenimiento con respecto a campos específicos, se recopiló información del sistema de mantenimiento, control de operaciones y consulta logística, con la finalidad de generar indicadores como Disponibilidad, MTTF, MTTR, costo de repuestos, producción, cumplimiento de Mantenimiento Programados. Como herramienta de análisis usamos Diagrama de Pareto, Ichikawa y análisis tipo radar para la auditoria.

La población fue de 6 equipos que conforman la flota de Palas electromecánicas TZ modelo WK-12 en la cual se consideró como muestra a 3 Palas, se realizó el análisis en sus diferentes campos de la auditoria de mantenimiento e indicadores de mantenimientos, se realizó un estudio de la confiabilidad y mantenibilidad donde encontramos una disponibilidad por debajo de los 87.5%, en base de nuestro análisis realizados planteamos las propuestas de mejoras para lograr tener equipos más confiables con una disponibilidad de 89%, generando una utilidad adicional estimada de 10 millones de dólares anuales a la minera.

**Palabras Clave:** Gestión, Mantenimiento, Disponibilidad, MTTF, MTTR y Palas.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to propose improvements to increase the availability of the TZ Electromechanical Shovels model WK-12 of the Shougang Hierro Peru mining company due to the expansion project and the low availability, so this thesis required a propositive type of research and applicative, a level of explanatory and proactive research, in order to achieve this objective, a maintenance audit was carried out by surveying those involved in the maintenance of the blades, getting to know the current state of maintenance management with respect to specific fields, I collect information on the maintenance system, control of operations and logistics consultation, with the purpose of generating indicators such as Availability, MTTF, MTTR, cost of spare parts, production, compliance with scheduled maintenance. As an analysis tool we use Pareto Diagram, Ichikawa and radar type analysis for the audit.

The population was 6 teams that make up the fleet of electromechanical shovels TZ model WK-12 in which it was considered as a sample to 3 shovels, the analysis was performed in its different fields of maintenance audit and maintenance indicators, a Reliability and maintainability study where we found an availability below 87.5%, based on our analysis we proposed improvement proposals to achieve more reliable equipment with an availability of 89%, generating an estimated additional utility of 10 million annual dollars to the mining company.

**Keywords:** Management, Maintenance, Availability, MTTF, MTTR and Shovels

## ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

TABLA DE CONTENIDOS .....	6
LISTA DE TABLAS .....	6
LISTA DE GRÁFICAS .....	8
LISTA DE FIGURAS .....	10
CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.1 Identificación del problema.....	13
1.2. Formulación del problema .....	20
1.2.1 Problema general.....	20
1.2.2 Problemas específicos .....	20
1.3. Objetivos de la investigación .....	21
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específicos .....	21
1.4. Justificación.....	21
1.4.1. Justificación legal.....	21
1.4.2. Justificación practica.....	22
1.4.3. Justificación tecnológica .....	22
1.4.4. Justificación económica .....	22
1.4.5. Justificación Social ambiental.....	23
1.5. Importancia .....	23

CAPITULO II : MARCO TEÓRICO .....	25
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	25
2.2. Marco Conceptual .....	28
2.2.1 Ingeniería de Mantenimiento (IM).....	28
2.2.2 Gestión de Mantenimiento .....	28
2.2.3 Mantenimiento .....	30
2.2.4 Tipos de Mantenimiento .....	30
2.2.5 Auditoria de Mantenimiento .....	33
2.2.6 Elementos fundamentales en la implementación de la filosofía de mantenimiento.....	38
2.2.7 Mantenimiento Productivo Total .....	41
2.2.8 Plan de Mantenimiento RCM (Reliability Centered Maintenance).....	46
2.2.9 Las 5 <sup>°</sup> S del Mantenimiento .....	47
2.2.10 Datos de Mantenimiento .....	50
2.2.11 Indicadores de Mantenimiento .....	52
2.2.12 Análisis con diagrama de Pareto .....	54
2.2.13 Método del Radar de Mantenimiento.....	55
2.2.14 Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF) .....	58
2.2.15 Diagrama de causa - efecto .....	60
2.3. Normatividad.....	62
CAPITULO III : VARIABLE E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	65
3.1 Variables de investigación .....	65
3.1.1 Variable independiente.....	65

3.1.2 Variable dependiente.....	65
3.1.3 Indicadores .....	65
3.2 Operacionalización de variables. ....	66
3.2.1 Operacionalización de hipótesis general.....	66
3.2.2 Operacionalización de hipótesis específica.....	67
3.2.3 Definición de variables .....	68
3.3 Hipótesis.....	69
3.3.1 Hipótesis general.....	69
3.3.2 Hipótesis específica.....	69
CAPITULO IV : METODOLOGÍA .....	70
4.1 Tipo y nivel de investigación .....	70
4.2 Diseño de la investigación .....	70
4.2.2 Etapas de la investigación .....	70
4.2.3 Detalles de la investigación.....	73
4.3 Unidad de Análisis .....	73
4.4 Escenario de estudio.....	83
4.5 Población y Muestra.....	83
4.5.1 Población.....	83
4.5.2 Muestra.....	84
4.6 Técnicas para recolección de datos .....	84
4.6.1 Auditoria de Mantenimiento .....	85
4.6.2 Análisis de Disponibilidades de las Palas .....	92
4.6.3 Análisis de MTTF y MTTR .....	99



4.6.4	Análisis de demoras y fallas con el Diagrama de Pareto. ....	112
4.6.5	Análisis de Cumplimiento de Mantenimientos preventivos .....	116
4.6.6	Análisis de Contos en consumo de repuestos con el Diagrama de Pareto. ....	117
4.6.7	Análisis de Producción de Palas .....	121
4.6.8	Entrevista directa al personal del área.....	122
CAPITULO V : RESULTADOS .....		123
5.1	Resultados de Auditoria de Mantenimiento.....	123
5.1.1	Resultado de Auditoria del campo de Organización.....	123
5.1.2	Resultado de Auditoria del campo de Planeamiento.....	124
5.1.3	Resultado de Auditoria del campo de Recursos Humanos .....	125
5.1.4	Resultado de Auditoria del campo de Abastecimiento .....	126
5.1.5	Resultado de Auditoria del campo de Ejecución .....	127
5.1.6	Resultado de Auditoria del campo de Supervisión y Control.....	128
5.1.6	Resultado General de la Gestión de Mantenimiento.....	129
5.1.7	Método de Ishikawa para solucionar los problemas de gestión.....	130
5.2	Resultados de MTTF y MTTR.....	132
5.2.1	Resumen de MTTF año 2016-2017 .....	132
5.2.2	Resumen de MTTR año 2016-2017 .....	133
5.2.3	Promedio MTTF y MTTR de flota de Palas TZ. ....	134
5.2.4	Resumen General presentamos los MTTF y MTTR correspondiente al año 2016 y 2017.....	135
5.3	Resultados Cumplimiento de Mantenimiento.....	136
5.5	Resultados de Costos de Repuestos .....	137

5.6 Resumen de Producción de Palas TZ.....	140
5.7 Estado de Gestión de componentes de Palas TZ.....	141
5.8 Propuesta de Gestión de Mantenimiento.....	143
5.8.1 Planteamiento del Plan de Mantenimiento para mejorar la Gestión de Mantenimiento. ....	144
5.8.2 Capacitaciones al personal para la Gestión de Mantenimiento.....	146
5.8.3 Programa de capacitación .....	146
5.8.4 Implementar una tarjeta de mantenimiento preventivo y un sistema de registro y diagnóstico de fallas.....	147
5.8.5 Diagrama de flujos de mantenimiento. ....	153
5.8.6 Implementar el mantenimiento predictivo. ....	158
5.8.7 Contratar un supervisor de Calidad para asegurar que las tareas de mantenimiento sigan estándares de calidad .....	159
5.8.8 Elaborar un plan de mantenimiento real (Planner debe considerar el balance de recurso).....	160
5.8.9 Análisis estructura de personal del taller de lubricación.....	161
5.8.10 Establecimiento de metas.....	164
5.8.11 Retorno de inversión. ....	164
CAPITULO VI : DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	166
6.1 Contratación de la hipótesis con los resultados y propuesta de mejora.....	166
6.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares .....	167
CAPITULO VII : CONCLUSIONES.....	168
CAPITULO VIII : RECOMENDACIONES .....	171

CAPITULO IX : REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	173
ANEXO.....	176

## **TABLA DE CONTENIDOS**

### **LISTA DE TABLAS**

TABLA 2. 1: Tabla de implementación de TPM.....	45
---	----

TABLA 2. 2: Rango de calificación de Auditoria de Mantenimiento .....	58
---	----

### **CAPITULO III**

TABLA 3. 1: Operacionalización de Hipotesis General.....	66
--	----

TABLA 3. 2: Operacionalización de Hipotesis Especifica.....	67
---	----

### **CAPITULO IV**

TABLA 4. 1: Tiempo de servicio y costo de la flota de Palas.....	74
--	----

TABLA 4. 2: Especificaciones técnicas de pala TZ modelo wk-12 .....	75
---	----

TABLA 4. 3: Datos en la categoría de organización .....	89
---	----

TABLA 4. 4: Datos en la categoría de planeamiento .....	89
---	----

TABLA 4. 5: Datos en la categoría de recursos humanos .....	90
---	----

TABLA 4. 6: Datos en la categoría de abastecimiento .....	90
---	----

TABLA 4. 7: Datos en la categoría de ejecución.....	91
---	----

TABLA 4. 8: Datos en la categoría de supervisión y control .....	91
--	----

TABLA 4. 9: Data extraída de performance para generar los indicadores .....	93
---	----

TABLA 4. 10: Demoras mecánicas de flota de Palas TZ año 2016 .....	94
--	----

TABLA 4. 11: Demoras eléctricas de flota de Palas TZ año 2016.....	94
--	----

TABLA 4. 12: Demoras por falta de repuesto flota de Palas TZ año 2016.....	94
--	----

TABLA 4. 13: Demoras por Mantto. Prev. de Flota de Palas TZ año 2016.....	95
TABLA 4. 14: Tabla de disponibilidad de flota de Palas TZ año 2016 .....	95
TABLA 4. 15: Tabla de códigos de demoras mecánicas .....	101
TABLA 4. 16: Tabla de demoras eléctricas.....	102
TABLA 4. 17: Tabla códigos de demoras por soldadura.....	103
TABLA 4. 18: Tabla de demoras por mantenimiento y overhaul .....	103
TABLA 4. 19: Tabla de demoras de logística .....	103
TABLA 4. 20: Tabla de numero de fallas por mes - 2016.....	104
TABLA 4. 21: Número de demoras de pala 003-035 .....	104
TABLA 4. 22: Tabla de demoras de tiempo productivo 003-035 .....	105
TABLA 4. 23: Tabla tiempo de inactividad de la Pala 003-035 año 2016.....	106
TABLA 4. 24: Tabla de cumplimiento de mantto. preventivo año 2016 .....	116
TABLA 4. 25: Tabla de cumplimiento de mantto. prev año 2017 .....	116
TABLA 4. 26: Tabla de costos de repuestos de palas – año 2015.....	117
TABLA 4. 27: Tabla de costo de repuestos de palas año 2016 .....	118
TABLA 4. 28: Tabla de costo de repuestos de palas enero - agosto 2017 .....	120
 CAPITULO V	
TABLA 5. 1: Tabla de componentes marcados de flota de Palas TZ .....	142
TABLA 5. 2: Tabla de resumen de componentes principales marcados .....	143
TABLA 5. 3: Tablas de componentes por sistemas.....	152
TABLA 5. 4: Tabla de ingreso de registro de fallas .....	153
TABLA 5. 5: Tabla resumen personal taller de lubricación .....	163
TABLA 5. 6: Tabla de inversión de personal a contratar .....	163

TABLA 5. 7: Tabla de indicadores reales vs esperados .....	164
TABLA 5. 8: Tabla de parametros.....	165
TABLA 5. 9: Tabla resumen de retorno de inversión.....	165
<b>CAPITULO VII</b>	
TABLA 7. 1: Tabla resumen de retorno de inversión.....	169
TABLA 7. 2: Tabla de indicadores esperados .....	170

## **LISTA DE GRÁFICAS**

GRÁFICA 2. 1: Muestra de diagrama de pareto.....	55
--	----

## **CAPITULO VI**

GRÁFICA 4. 1: Disponibilidad de palas por mes - año 2016 .....	96
GRÁFICA 4. 2: Disponibilidad acumulada de las palas - año 2016 .....	96
GRÁFICA 4. 3: Comparación de disponibilidad promedio acumulado de las flotas - año 2016. ....	97
GRÁFICA 4. 4: Promedio de disponibilidad acumulada hasta agosto 2017.....	97
GRÁFICA 4. 5: Disponibilidad por mes de las Palas en el - año 2017.....	98
GRÁFICA 4. 6: Disponibilidad promedio acumulada por Palas en el año 2017 .	98
GRÁFICA 4. 7: Gráfica de MTTF de la pala 003-035 – año 2016 .....	105
GRÁFICA 4. 8: Gráfica de MTTF de pala 003-035 enero-agosto 2017 .....	106
GRÁFICA 4. 9: Gráfica de MTTR de pala 003-035 año 2016.....	107
GRÁFICA 4. 10: MTTR De pala 003-035 enero-agosto 2017.....	107
GRÁFICA 4. 11: Gráfica de MTTF de pala 003-036 año 2016 .....	108
GRÁFICA 4. 12: MTTF De pala 003-036 enero-agosto 2017 .....	108

GRÁFICA 4. 13: MTTR de Pala 003-036 año 2016 .....	109
GRÁFICA 4. 14: MTTR Pala 003-036 enero – agosto 2017 .....	110
GRÁFICA 4. 15: MTTR de Pala 003-037 año 2016 .....	110
GRÁFICA 4. 16: MTTF de Pala 003-037 enero – agosto 2017 .....	111
GRÁFICA 4. 17: MTTR Pala 003-037 año 2016.....	111
GRÁFICA 4. 18: MTTR Pala 003-037 enero – agosto 2017 .....	112
GRÁFICA 4. 19: Diagrama de pareto la Pala 003-035 .....	113
GRÁFICA 4. 20: Diagrama de pareto de Pala 003-035 enero -agosto 2017.....	113
GRÁFICA 4. 21: Diagrama de pareto Pala 003-036 enero – agosto 2017.....	114
GRÁFICA 4. 22: Diagrama de pareto para la Pala 003-036 en 2016.....	114
GRÁFICA 4. 23: Pareto de fallas reportadas en la Pala 003-037 en 2017.....	115
GRÁFICA 4. 24: Pareto de fallas reportadas de Pala 003-037 año 2016.....	115
GRÁFICA 4. 25: Gráfica de costos de repuestos de Palas año 2015 .....	117
GRÁFICA 4. 26: Pareto de costos de repuestos de Palas año 2015 .....	118
GRÁFICA 4. 27: Gráfica de costos de repuesto de Palas año 2016.....	119
GRÁFICA 4. 28: Pareto de costos de repuestos de Palas año 2016 .....	119
GRÁFICA 4. 29: Gráficas de costo de repuesto enero – agosto 2017.....	120
GRÁFICA 4. 30: Pareto de costos de repuestos de pala enero – agosto 2017 ...	121
GRÁFICA 4. 31: Analisis de producción de palas TZ de enero 2015 – agosto 2017 .....	121

## CAPITULO V

GRÁFICA 5. 1: Diagrama de ishikawa para soluciones en los talleres.....	131
GRÁFICA 5. 2: MTTF de Palas año 2016 .....	132

GRÁFICA 5. 3: MTTF de Palas enero agosto 2017.....	132
GRÁFICA 5. 4: MTTR de Palas año 2016 .....	133
GRÁFICA 5. 5: MTTR de Pala TZ de enero – agosto 2017 .....	134
GRÁFICA 5. 6: Gráfica de comparación de MTTR por año .....	134
GRÁFICA 5. 7: Gráfica de comparación de MTTR por año.....	135
GRÁFICA 5. 8: Gráfica de cumplimiento de mantenimientos preventivos .....	136
GRÁFICA 5. 9: Gráfica de cumplimiento por tipo de mantenimiento.....	137
GRÁFICA 5. 10: Gráfica de costo de repuestopor año de Palas .....	138
GRÁFICA 5. 11: Comparación del costo del activo vs gasto en repuesto vs años de servicio. ....	139
GRÁFICA 5. 12: Costo promedio de repuesto por año de cada Pala.....	139
GRÁFICA 5. 13: Producción de palas TZ enero 2015- agosto 2017 .....	140
GRÁFICA 5. 14: Flujograma de mantenimiento correctivo.....	154
GRÁFICA 5. 15: Flujograma de mantenimiento preventivo.....	155
GRÁFICA 5. 16: Flujograma de mantenimiento predictivo.....	156
GRÁFICA 5. 17: Diagrama de flujo de ordenes de trabajo.....	157

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1. 1: Oficina de gerencia de Shougang Hierro Perú S.A.A.....	13
FIGURA 1. 2: Molinos de barras y bolas en Planta Magnética.....	14
FIGURA 1. 3: Equipo móvil "Gantry" abasteciendo al Buque .....	14
FIGURA 1. 4: Buque para el envío de mineral al exterior .....	14
FIGURA 1. 5: Taller mecánico de Camiones, Tractores y Palas.....	15

FIGURA 1. 6: Faja transportadora que traslada mineral de la mina a San Nicolás	16
FIGURA 1. 7: Mina 3 en explotación de Shougang Hierro Perú .....	17
FIGURA 1. 8: Cargador Frontal Komatsu Wa1200-3 .....	18
FIGURA 1. 9: Camión De Acarreo Komatsu Hd 1500 .....	18
FIGURA 1. 10: Pala electromecánica tz abasteciendo al camión de acarreo .....	19
 CAPITULO II	
FIGURA 2. 1: Los 8 pilares del mantenimiento productivo total.....	41
FIGURA 2. 2: Filosofía de rem y sus alcances.....	46
FIGURA 2. 3: Formato digital para generar O.T. SHP .....	51
FIGURA 2. 4: Formato de O.T. con repuestos utilizados.....	52
FIGURA 2. 5: Ejemplo de gráfica radar .....	57
FIGURA 2. 6: Diagrama de espina de pescado .....	61
FIGURA 2. 7: Ejemplo de diagrama de causa-efecto.....	62
 CAPITULO IV	
FIGURA 4. 1: Pala Eléctromecánica TZ Modelo WK-12.....	74
FIGURA 4. 2: Sistema de marcha de Pala TZ.....	76
FIGURA 4. 3: Plano de detalle de sistema de transmisión .....	77
FIGURA 4. 4: Imagen de sistema de transmisión de giro .....	78
FIGURA 4. 5: Plano de detalle sistema de rotación .....	78
FIGURA 4. 6: Plano de detalle de sistema de izaje .....	79
FIGURA 4. 7: Plano de detalle de sistema de izaje .....	80
FIGURA 4. 8: Plano detallado de sistema de izaje.....	81
FIGURA 4. 9: Plano de sistema de lubricación .....	82



FIGURA 4. 10: Icono de sistema de gestión de la empresa S.H.P. ....	92
FIGURA 4. 11: Información de sistema de operaciones .....	93
FIGURA 4. 12: Sistema a consulta demoras por equipos.....	99
FIGURA 4. 13: Base de datos de demoras de equipos S.H.P.....	100

## CAPITULO V

FIGURA 5. 1: Radar de resultados de organización.....	123
FIGURA 5. 2: Radar de resultados de planeamiento.....	124
FIGURA 5. 3: Radar de resultados de recursos humanos.....	125
FIGURA 5. 4: Radar de resultados de abastecimiento .....	126
FIGURA 5. 5: Resultado de auditoria del campo de ejecución .....	127
FIGURA 5. 6: Resultado de auditoria del campo de supervisión y control.....	128
FIGURA 5. 7: Gestión de mantenimiento general por campos .....	129
FIGURA 5. 8: Gestión de mantenimiento general por areas .....	130
FIGURA 5. 9: Tarjeta De Mantenimiento Preventivo - Mecánico .....	148
FIGURA 5. 10: Tarjeta de mantenimiento preventivo - Lubricación .....	149
FIGURA 5. 11: Tarjeta de mantenimiento preventivo - Eléctrico.....	150
FIGURA 5. 12: Organigrama actual del taller de lubricación .....	162

# CAPITULO I

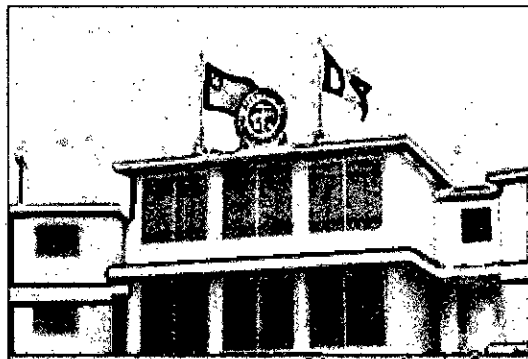
## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Identificación del problema

La empresa Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. es la empresa transnacional de origen chino más grande del Perú en producción de hierro, dedicada a la extracción por método de tajo a cielo abierto y del procesamiento del mineral, su centro de operaciones minero metalúrgico se encuentra en el distrito de Marcona en la provincia de Nasca, departamento de Ica. (Shougang Hierro Perú S.A.A., 2017)

FIGURA 1. 1

OFICINA DE GERENCIA DE SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A.



Fuente: <http://www.shougang.com.pe/>

Ubicada en la costa peruana a 530 Km al sur de Lima y se encuentra a una altitud de 27 m.s.n.m.

Cuenta con dos centros de operaciones principalmente:

**San Nicolás:** donde encontramos la planta de chancado Línea 1 y Línea 2, la planta procesadora de mineral de hierro es conocido como “Planta Magnética”, la planta

que se encarga de separar la humedad del mineral es conocido como “Planta Filtros”. La planta de peletizado actualmente inoperativa y es conocida como “Planta Pellets” y por último el área de transferencia del mineral procesado a las bodegas del barco es llamada “Transferencia y Embarque”. (Shougang Hierro Perú S.A.A., 2017)

FIGURA 1. 2

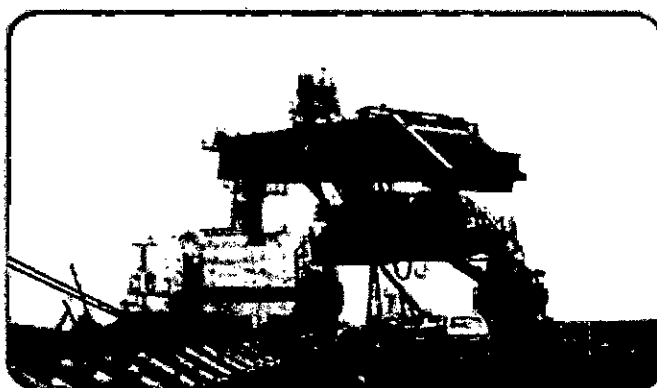
MOLINOS DE BARRAS Y BOLAS EN PLANTA MAGNÉTICA



Fuente: <http://www.shougang.com.pe/>

FIGURA 1. 3

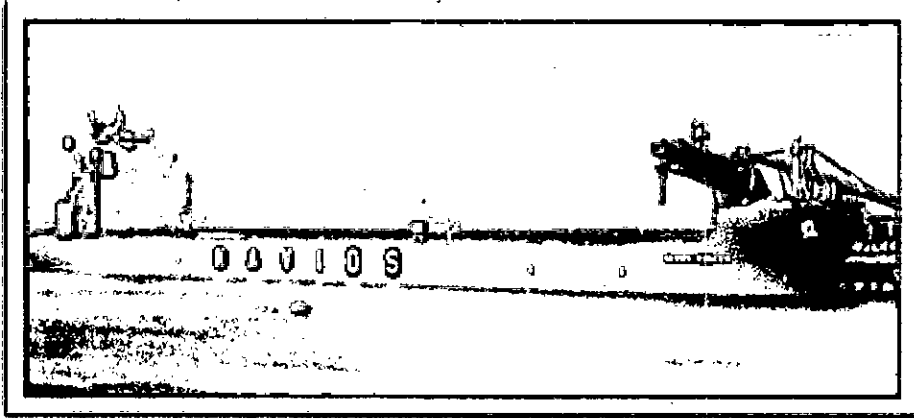
EQUIPO MÓVIL "GANTRY" ABASTECIENDO AL BUQUE



Fuente: <http://www.shougang.com.pe/>

FIGURA 1. 4

## BUQUE PARA EL ENVÍO DE MINERAL AL EXTERIOR

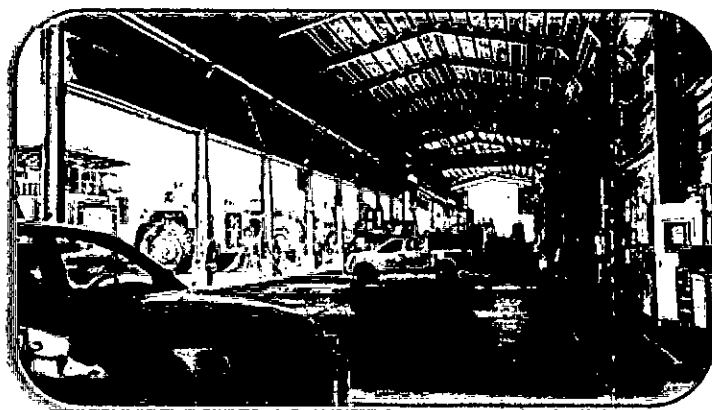


Fuente: Imagen Propia

**Mina:** donde encontramos los principales yacimientos de mineral de hierro a tajo abierto, Equipos de exploración, perforación, acarreo, Equipos auxiliares, planta de chancado primario y secundario, Cuatro tolvas y los principales talleres. El mineral es trasladado hacia San Nicolás a través de fajas transportadoras con un recorrido de 15 Km. (Shougang Hierro Perú S.A.A., 2017)

## FIGURA 1. 5

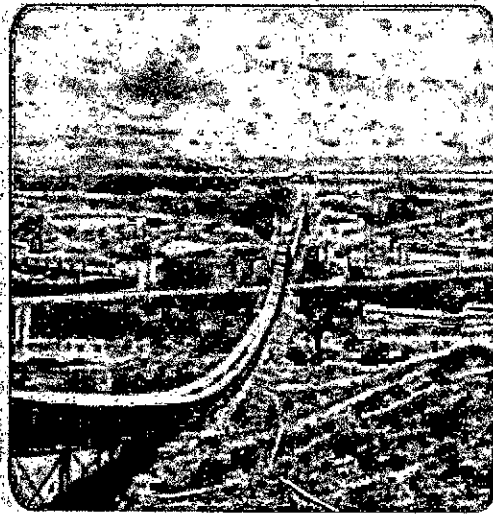
### TALLER MECÁNICO DE CAMIONES, TRACTORES Y PALAS



Fuente: Imagen propia

FIGURA 1. 6

FAJA TRANSPORTADORA QUE TRASLADA MINERAL DE LA MINA A SAN NICOLÁS



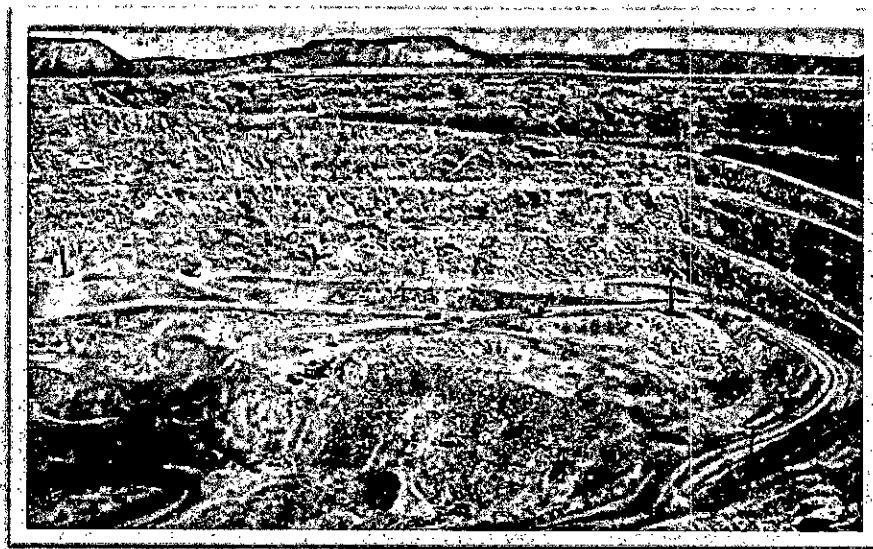
Fuente: <http://www.shougang.com.pe/>

La producción está destinada mayormente al mercado mundial siendo su principal mercado China, EEUU y Europa. Hoy en día la Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A. está en un proceso de ampliación para duplicar la producción actual de 11 millones de toneladas a 21 millones de toneladas de mineral de hierro procesado al año como lo dijo Raúl Vera en Gestión (Vera, 2017); ampliación que se estima terminar al 100% para el año 2019.

Como estrategia de la empresa se va aumentar la producción para poder amortiguar la crisis que se refleja directamente con la baja de precio de los minerales en el mercado mundial, por ello que la producción del mineral es planificada en base a la cantidad y calidad de las reservas, para poder satisfacer la demanda de los clientes y en función a esos parámetros es que se realizan los planes de minados a corto, mediano y largo plazo.

FIGURA 1. 7

MINA 3 EN EXPLOTACIÓN DE SHOUGANG HIERRO PERU

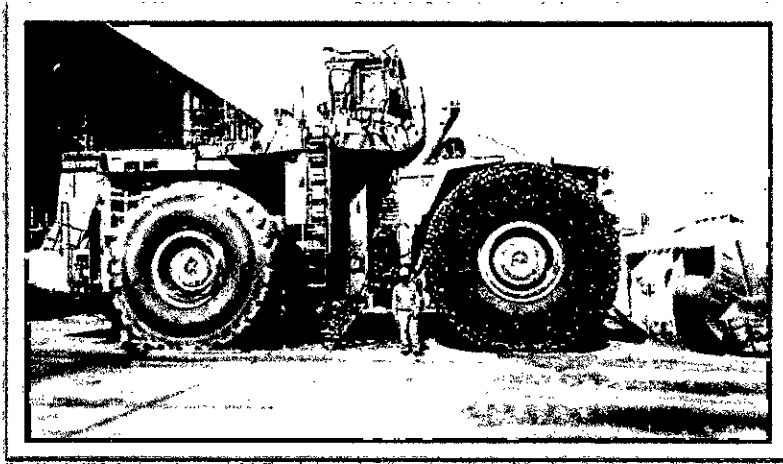


Fuente: <http://www.shougang.com.pe/>

Desde la exploración hasta el embarque existen muchos procesos en la cual cada uno de estos conforman partes principales para la producción del mineral; todo esto comienza con la exploración, realizando perforaciones y análisis para verificar las propiedades físicas y químicas del mineral; luego de reconocer las zonas para futuras explotaciones es perforada con perforadoras primarias y secundarias, ya perforadas se procede a preparar los explosivos y detonarlos para fracturar por efecto de la voladura, este mineral es recogido por las palas electromecánicas, palas Hidráulicas y el Cargador Frontal Komatsu WA1200-3 hacia los camiones de acarreo para ser transportados al área de chancado primaria o stock según lo requiera el área de operaciones

FIGURA 1. 8

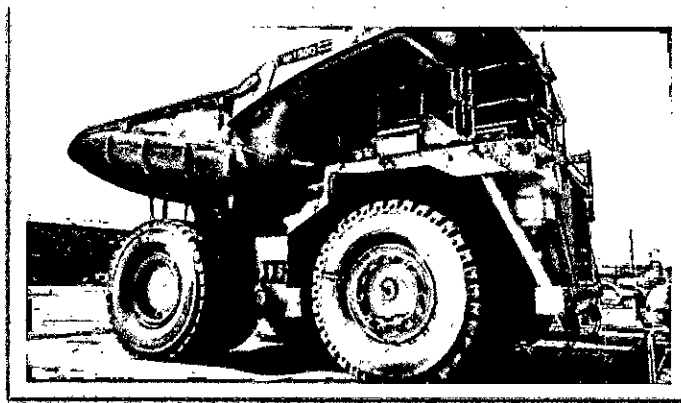
CARGADOR FRONTAL KOMATSU WA1200-3



Fuente: Imagen Propia

FIGURA 1. 9

CAMIÓN DE ACARREO KOMATSU HD 1500



Fuente: Imagen Propia

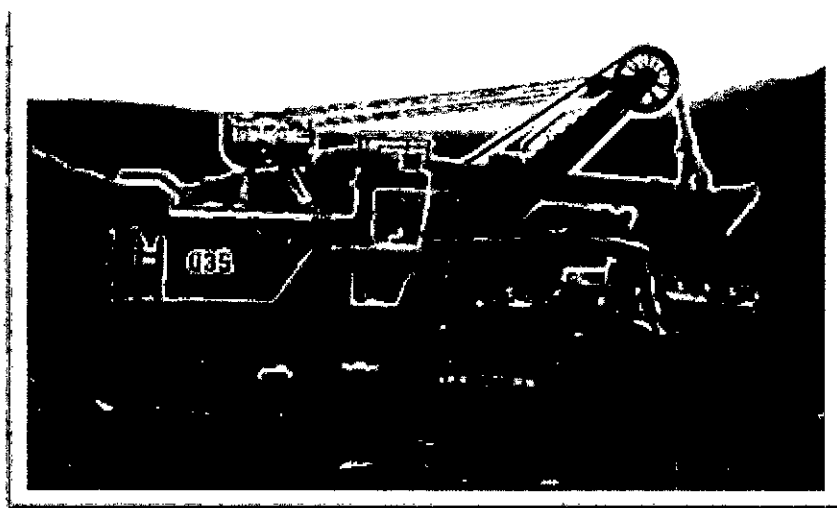
Esta es una de las actividades más importante del proceso productivo y por ello, considerado a las palas como equipos críticos, por lo tanto si estos equipos no están disponibles afectara directamente a la producción en la Mina y por ende el abastecimiento a San Nicolás; es por ello que el área de Planeamiento y

Programación de Mantenimiento Mina; es responsable de la planificación de los mantenimientos preventivos y predictivos de los Equipos y Plantas de producción de la Mina; se viene realizando el seguimiento a estos equipos conjuntamente con el Taller de Palas y Perforadoras que es encargada directamente de ejecutar el mantenimiento.

La Pala Electromecánica TZ modelo WK-12 conforma el 67 % de la flota de palas totales en operación y también son las que más problemas presentan según estadístico comparativa con la flota de palas P&H modelo BL2100.

FIGURA I. 10

PALA ELECTROMECAÁNICA TZ ABASTECIENDO AL CAMIÓN DE ACARREO.



Fuente: <http://www.shougang.com.pe/>

Por la importancia que representan las Palas TZ modelo WK-12 en las operaciones de la minera Shougang Hierro Perú S.A.A., es necesario mejorar la gestión de mantenimiento de las unidades conjuntamente con el Taller de Palas y Perforadoras, realizando un análisis actual de los equipos para diagnosticar soluciones, evitar



paradas imprevistas, reducir tiempo y costos de mantenimiento y mejorar el cumplimiento de mantenimiento preventivo y predictivo, para lograr de esta manera, mejorar la disponibilidad de la flota de palas, y así garantizar la producción del mineral de hierro para lograr cumplir las metas establecidas por la empresa minera.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿De qué manera la propuesta de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A.

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es el desempeño actual de gestión del mantenimiento en las Palas electromecánicas TZ modelo WK-12?
- ¿De qué manera se puede prevenir las fallas imprevistas presentadas en la Palas?
- ¿Cómo disminuir los tiempos y costos de los mantenimientos correctivos de las Palas electromecánicas TZ modelo WK-12?
- ¿Cómo mejorar el Cumplimiento de los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Identificar una propuesta de Gestión de Mantenimiento que permita mejorar la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12 en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar una auditoría de mantenimiento para poder conocer el desempeño actual de la gestión de mantenimiento de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12.
- Proponer Mejoras del MTTF de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12.
- Proponer mejoras del MTTR para disminuir costos en los mantenimientos correctivos de las palas electromecánicas TZ.
- Diseñar una estrategia de gestión de mantenimiento para mejorar el cumplimiento de mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos de palas electromecánicas TZ.

### **1.4. Justificación**

#### **1.4.1. Justificación legal**

Nosotros usamos como norma técnica el manual de la pala electromecánica TZ modelo WK-12 ajustadas a las condiciones de trabajo actual.

#### **1.4.2. Justificación practica**

La minera transnacional china Shougang Hierro Perú S.A.A. es una de las principales mineras de extracción de hierro en el Perú; esta empresa requiere tener una buena disponibilidad de sus equipos, para poder asegurar la producción y así lograr cumplir con los objetivos trazados a corto, mediano y largo plazo.

Para la minera es muy importante cumplir con sus compromisos nacionales e internacionales y comprometido siempre por con la seguridad de su personal y cuidando el medio ambiente.

#### **1.4.3. Justificación tecnológica**

El proceso de explotación del mineral y alimentación de mineral a los camiones mineros es la parte crítica en el proceso de producción; es por ello que las Palas electromecánicas TZ modelo WK-12 son de suma importancia sin embargo no ha estado teniendo una buena disponibilidad y ha venido ocasionando problemas en la producción, por lo que se tiene la necesidad de proponer su adecuada gestión de mantenimiento, con la finalidad de mejorar y asegurar la disponibilidad de estos equipos para garantizar la producción.

#### **1.4.4. Justificación económica**

Con la propuesta mejoraremos la disponibilidad de los equipos y estos tendrán menos paradas imprevistas y por lo tanto el costo de los mantenimientos correctivos se reducirá.

Esta propuesta es viable para la empresa, porque no demanda de una gran inversión, pero sin embargo los resultados se verán reflejados en la disponibilidad y en la reducción de costos de las palas electromecánicas teniendo equipos más confiables y mantenibles.

#### **1.4.5. Justificación Social ambiental**

Con esta propuesta reduciremos los accidentes del personal y daños al equipo y medio ambiente, porque tendremos equipos disponibles y confiables, quiere decir que los equipos funcionaran de manera correcta en el tiempo requerido, disminuyendo las condiciones subestándares que pueda presentar el equipo.

#### **1.5. Importancia**

Con esta propuesta de Gestión de mantenimiento queremos mejorar y asegurar la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12 de la empresa minera Shougang Hierro Perú S.A.A.; la empresa está en proceso de ampliación y necesita asegurar una buena disponibilidad y tener equipos más confiables y mantenibles.

Las palas electromecánicas son consideradas equipos críticos para la producción del mineral de hierro, es por ello que la empresa se propone una adecuada gestión de mantenimiento para poder cumplir con las metas de producción.

Con esta propuesta de gestión de mantenimiento también buscamos disminuir las paradas imprevistas que podrían ocasionar incidentes o accidentes que acarreen cualquier daño a la persona, al medio ambiente y al activo; también se pretende crear una cultura de conciencia de seguridad y trabajo eficiente en el personal de la empresa.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

Hoy en día se sabe que el mantenimiento evoluciona día a día, apareciendo nuevas tendencias o estrategias del mantenimiento, por ello se busca la solución adecuada a nuestro problema, esta propuesta de mejora de gestión de mantenimiento se fundamenta en proyectos de investigación realizadas anteriormente y recomendaciones de especialistas y empresas de gestión integral que están a la vanguardia de la evolución y que nos dicen que la gestión de mantenimiento no es estático, sino que va cambiando y mejorando cada día.

Dentro del desarrollo de la investigación con referencia al objeto de estudio se muestra lo siguientes antecedentes:

Jehyson Miguel Tuesta Yliquin, **“Plan de Mantenimiento Para Mejorar la disponibilidad de los Equipos Pesados en la Empresa Obrainsa”**, Tesis de grado, Perú, Universidad Nacional del Callao, 2014, En este estudio se propuso reducir las paradas imprevistas y mejoras para aumentar principalmente las disponibilidades de los equipos de la empresa en la cual tuvo que realizar un diagnóstico de la situación actual de los equipos críticos enfocada en la gestión de mantenimiento.

Ricardo Enrique Solís Cortes, **“Estrategias de aseguramiento de disponibilidad Palas de cable de mina Radomiro Tomic”**. Tesis de Grado, Chile, Universidad de Chile, 2013, en esta tesis se desarrolló estrategias de mantenimiento para asegurar la disponibilidad y KPI de una flota de palas de cables como propuesta de valor, realizando un estudio histórico de los tiempos medios de reparación y de fallas comparando las palas de la minera con la industria.

Yojan Andrés Blanco Garcia, **“Mejora de las actividades de mantenimiento preventivo de las palas P&H ubicado en el cuadrilátero ferrifero San Isidro de C.V.G ferromineria Orinoco, C.A, Ciudad Pilar”**., Universidad de Oriente Nuclear de Anzoátegui, Puerto la Cruz, Tesis, 2009, esta investigación consistió en proponer estrategias de mantenimiento basándose en el análisis de causa raíz para aumentar la disponibilidad del equipo y darle mayor rendimiento, calidad y seguridad a la gestión de mantenimiento.

Martínez Calizaya Alex Leonel, **“Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla de una empresa que brinda servicios de alquiler de maquinaria”**, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , Perú, Proyecto Profesional, 2012, En este proyecto de investigación ponen mucho énfasis en la prevención de fallas, es decir a la gestión de mantenimiento para reducir y prevenir fallas, también desarrollan actividades de gestión integral de mantenimiento con abastecimiento integral de repuestos e insumos.

Marcel Alberto Riquelme Hernández **“Proyecto en monitoreo de condiciones para mantenimiento predictivo de palas Electromecánicas”**, Universidad de Chile, Chile, Tesis (2013), esta investigación consiste principalmente en idear y desarrollar un proyecto que logre mejorar el actual monitoreo de condición de las palas electromecánicas, haciendo un análisis de la situación actual del monitoreo.

Melissa Carla Ricaldi Arzapalo **“Propuesta para la mejora de la Disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de gestión de Mantenimiento”**, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, Tesis (2013), En esta investigación se tuvo como objetivo minimizar las demoras de los tiempos de transportes de caña de azúcar con una propuesta que mejore la disponibilidad de camiones.

Carlos Enrique Rojas Correa **“Mejora en la Gestión de la Planificación y pautas de mantenimiento en los camiones de carguío Komatsu 830E y 930E en la Compañía Minera Doña Ines de Collahuasi”**, Universidad de Chile, Chile, Tesis (2014), En esta investigación se desarrollaron pasos para identificar e implementar una oportunidad de mejora de gestión de planificación de mantenimiento con respecto a los camiones de carguío diesel para uso fuera de carretera., aplicando la metodología de los 7 pasos y analisis de fallas presentes en los camiones.



## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1 Ingeniería de Mantenimiento (IM)**

Se define como “la disciplina o profesión que aplica los conocimientos, métodos o instrumentos de la ciencia al mantenimiento de estructuras, máquinas, aparatos, dispositivos o procesos. La IM es pues la parte más científica del mantenimiento y su objetivo principal es la mejora continua de los resultados tanto técnicos como económicos del área de mantenimiento. La IM propone el uso de técnicas estadísticas, métodos de trabajo, análisis de comportamientos de equipos y materiales, etc.”. (RENOVETEC, 2009).

### **2.2.2 Gestión de Mantenimiento**

Lo podemos definir como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

También “se refiere a gestionar todos los procesos que están involucrados directa e indirectamente dentro de las actividades de mantenimiento, controlar, programar y corregir estas actividades van a generar un ahorro de esfuerzo y sobre todo un ahorro económico” (Matínez Calizaya, 2012)

#### **a. Etapas de la Gestión del Mantenimiento**

La Planificación y Programación de Mantenimiento es el inicio de la Gestión de Mantenimiento, a continuación, se describen cada una de la gestión de mantenimiento.

**a.1 Planificación.** “Es el proceso que consiste en definir rutinas, procedimientos y en procedimientos y en la elaboración de los planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente semanal, trimestrales, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades” (Tuesta Yliquin, 2014, pág. 13).

- Se debe tener establecidos objetivos y metas en cuanto a los objetivos a mantener.
- Se debe garantizar la disponibilidad de los equipos.
- Establecer un orden de prioridades para la ejecución de mantenimiento.
- Sistema de señalización y codificación lógica.
- Inventario técnico.
- Procedimiento y rutinas de mantenimiento.
- Registro de fallas y causas.
- Indicadores de gestión, estadísticas de tiempo de parada y tiempo de reparación.

**a.2 Programación.** Es el proceso que consiste en establecer frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalación. Se inicia con la gestión de las ordenes de trabajo. (Tuesta Yliquin, 2014, pág. 14).

**a.3 Ejecución, control y evaluación.** Estos procesos vinculan dos acciones administrativas de singular importancia como son la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación cuya finalidad es garantizar el logro de los objetivos propuestos. (Tuesta Yliquin, 2014, pág. 14)

### **2.2.3 Mantenimiento**

El mantenimiento lo podemos definir como de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creadas. (Blanco Garcia, 2009)

### **2.2.4 Tipos de Mantenimiento**

Para lograr tener una gestión eficiente y efectiva, se tiene que plantear estrategias de gestión de mantenimiento, como aspecto básico para seleccionar una estrategia o método de mantenimiento, básicamente se tiene que seguir los siguientes principios.

#### **a. Mantenimiento Rutinario**

Es el mantenimiento que implica que involucra actividades como lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otros; su frecuencia de ejecución puede ser diario o semanal, generalmente los que ejecutan son los mismos operadores de los equipos o sistemas cuyo objetivo es mantener y alargar la vida útil del equipo o sistema evitando desgaste prematuro.

### **b. Mantenimiento Programado**

Este mantenimiento tiene como base las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias adquiridas, para lograr evaluar y designar ciclos de mantenimiento o cambio de elementos de un equipo o sistema considerando las cargas de trabajos que se necesita programar, su frecuencia de ejecución es normalmente según el tiempo o ciclo de operación.

### **c. Mantenimiento por Averías o Reparación**

Este tipo de mantenimiento es ejecutado normalmente por la organización o departamento de mantenimiento (personal especializado o con experiencia) para lograr la pronta solución y funcionamiento a corto plazo de los componentes, se corrigen las averías presentadas, siempre se lleva una estadística de las averías o reparaciones presentadas para futuros análisis que permitirán la toma de decisiones y auditoría de procesos. Su condición se da debido a que no se tiene los componentes para su reemplazo por lo que se tiene que atacar la falla, luego del análisis estas fallas se corrigen o se eliminan de forma integral. Este tipo de mantenimiento en el tiempo debido a que afecta directamente al proceso productivo o signifique parada de equipo.

### **d. Mantenimiento Correctivo**

Este tipo de mantenimiento consiste en reparar una máquina o equipo desde que presente una avería o falla, es decir se dedica solo a recuperar el estado normal del equipo, este mantenimiento no es planificado, es auxiliar, normalmente este

mantenimiento implica un elevado costo de operación y ordenamiento del personal y el equipo, sin embargo, este mantenimiento es efectivo en equipos de bajo costo cuya función es auxiliar.

Este mantenimiento se realiza cuando se observa que la avería del equipo es evidente, por lo que presentan estos dos casos.

\* **Correctivo Planificado:** Es cuando la avería se puede corregir después que se detecta.

\***Correctivo de Emergencia:** Es cuando el equipo paro y solo queda intervenir.

#### **e. Mantenimiento Preventivo**

Es el conjunto de acciones planificadas que se realizan en periodos establecidos sobre equipamiento, tiene un programa de actividades a realizar como cambio de componentes, repuestos, aceite, ajustes e inspecciones, buscando mejorar las confiabilidad y calidad de producción. Se dirige a la prevención de averías parciales o totales en tiempos programados.

También se tiene notas y observaciones del estado actual del equipo para considerar en la siguiente programación o si es necesario una programación inmediata antes que genere algún daño al equipo.

Las ventajas que encontramos con este tipo de mantenimiento son:

- Disminuir las paradas imprevistas.
- Mejorar la vida útil del equipo.
- Reducir las horas extras del personal de mantenimiento.
- Disminuir reparaciones mayores innecesarias.

- Equipos más confiables y seguros.
- Disminuir los costos de mantenimiento correctivos.
- Mayor disponibilidad de equipo para la producción.

#### **f. Mantenimiento Predictivo**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de los equipos mediante valores de determinadas variables establecidas. Las variables son físicas (temperatura, vibraciones, consumo, etc.) y son señales que indican problemas que van apareciendo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico porque necesita de un soporte técnico avanzado.

#### **g. Mantenimiento Proactivo**

Se centra en el seguimiento y la corrección de las causas que están involucradas en las fallas del equipo. Este enfoque trabaja mejor cuando la organización maneja un historial de mantenimientos, del cual se podrían pronosticar futuras fallas.

#### **h. Mantenimiento de Oportunidad.**

Este mantenimiento comprende aprovechar los tiempos en los cuales los equipos estén detenidos por cuestiones de trabajo, paros de operación, cambios de turno, horas muertas, etc.

### **2.2.5 Auditoría de Mantenimiento**

Realizar una Auditoría de Mantenimiento no es otra cosa que comprobar cómo se gestiona el mantenimiento. El objetivo que se

persigue al realizar una Auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es crucificarle; es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.

#### **a. Necesidad de la Auditoria**

Las auditorías de mantenimiento nos dan una percepción completa del desempeño de la función de mantenimiento. Dicha herramienta compara el estado de los asuntos con las normas o con nivel de desempeño esperado. Con ello se logra identificar mejoras a futuro. Si el mantenimiento logra un buen desempeño, ello permitirá asegurar la rentabilidad de un proceso productivo. Sin embargo, si el desempeño de la función de mantenimiento es pobre existirán altos niveles de tiempo fuera de servicio y altos costos de mantenimiento. Por lo tanto, el desarrollo de mantenimiento se justifica en el grado de contribución a la rentabilidad de cualquier negocio.

#### **b. Componentes de la auditoria**

Para un mejor análisis de la situación actual de la función de mantenimiento, es necesario clasificar en categorías todos los aspectos a evaluar. De igual manera, estas categorías son subdivididas en diversos componentes. A continuación, se describen las principales categorías:

### **b.1. Planteamiento de mantenimiento**

- La planificación de recursos tales como materiales, mano de obra, equipos. Es decir, planificar a detalle los requisitos con la finalidad de que se encuentren a disposición antes de la realización de una tarea de mantenimiento.
- El nivel de prevención de las tareas, lo cual impacte directamente en la potencia productora, así como en las ganancias de la compañía.
- La planificación de futuras capacitaciones para la mejora de la habilidad y competencias del personal de mantenimiento.
- Programaciones de trabajo, es decir, priorizar tareas, así como programar lapsos de tiempo para su desarrollo.
- La planificación de la documentación de las tareas. La calidad de la documentación incide en el desarrollo de futuros mantenimientos.
- Programar futuras retroalimentaciones en base a los datos de los trabajos realizados. Con ello se podrá realizar las mejoras necesarias en los momentos pertinentes.

### **b.2. Especialización y competencia del personal**

Nivel Técnico del personal de mantenimiento, es decir, el grado de especialización que presente el personal. Dicho grado incide en el buen desarrollo de las tareas de mantenimiento.



- Nivel de experiencia en los trabajos a realizar. De igual manera, dicha experiencia brinda la seguridad en cuanto al correcto desarrollo de las tareas.
- Competencias para resolver problemas y tomar decisiones. No solo se trata de que el personal tenga el conocimiento necesario para la ejecución de tareas. También, es necesario que el personal tenga predisposición para resolver cualquier problema.
- El personal debe entender los principios y teorías de análisis de datos. Es decir, el personal es capaz de interpretar los resultados de tales análisis para ser comunicados al área, los cuales a su vez sirven para la toma de futuras decisiones.

### **b.3. Abastecimiento**

- La suficiencia de materiales, herramientas y equipos para el desarrollo de la ejecución de las tareas de mantenimiento.
- La existencia de medios de registro, de computación, lo cual asegure una eficaz administración y utilización de información.
- La existencia de manuales de mantenimiento que muestren los datos necesarios para el mantenimiento de cada tipo de máquina.
- Existencia de catálogos de materiales. Con ello se conserve la información pertinente respecto a las características de los materiales, herramientas y equipos indispensables para la ejecución de las tareas de mantenimiento.

- Capacidad de respuesta frente a solicitudes de nuevos requerimientos.
- Se cuenta con registros actualizados de las principales adquisiciones, lo cual permita una rápida capacidad de respuesta frente a solicitudes de compras.

#### **b.4 Proceso de Gestión**

- El desarrollo de planes de mediano y largo plazo que apunten en satisfacer las necesidades del departamento de mantenimiento. Estos planes deben llegar a las personas encargadas de realizar dichas estrategias.
- La existencia de métodos y procedimientos. Dichos métodos y procedimientos servirán para que las tareas críticas se documenten y adhieran a todo el personal. De igual manera, estos métodos y procedimientos deben ser oportunamente revisados y actualizados.
- Políticas de Mantenimiento que dirijan los objetivos del área de mantenimiento. A su vez, estas deben ser oportunamente comunicadas al personal del área afín de que sean correctamente desempeñadas.
- El área de mantenimiento debe tener un proceso formal de comunicación en todas las direcciones.
- De igual manera, estas categorías terminan siendo referenciales, así como sus componentes, ya que a esta herramienta se le puede agregar otras categorías, así como considerar otros componentes que la describan. Lo importante es que cada parámetro a evaluar sea

categorizado y explique de manera puntual la gestión actual del mantenimiento.

### **2.2.6 Elementos fundamentales en la implementación de la filosofía de mantenimiento**

Antes de implementar herramientas de gestión se deben considerar elementos que apoyen la correcta implementación de las mismas. La mayoría de veces las organizaciones, puntualmente los directivos, son los que esperan resultados inmediatos de sus esfuerzos, sin preocuparse por asegurar la eficacia y sostenibilidad de cada herramienta. Por lo tanto, es que se vuelve importante considerar ciertos aspectos que aseguren dicha sostenibilidad para asegurar y canalizar los esfuerzos. A continuación, se nombran a dichos elementos. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

#### **a) Liderazgo**

Desde el inicio de la implementación de cualquier herramienta se necesita que los líderes apoyen las actividades de mejora, dando el ejemplo brindando una visión clara de los resultados que se esperan conseguir. También, se necesita que fomenten el trabajo en conjunto y sobre todo que se difunda el respeto a las personas, tratándolas con dignidad. Ello es importante porque crea un ambiente en donde se hace posible la comunicación de arriba hacia abajo dentro de la empresa. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

**b) Alinear**

Las mejores empresas se preocupan por alinear los intereses personales de los empleados con los intereses de corporativos. Es decir, se necesita que las organizaciones tengan capacidad para alinear a los empleados a una estrategia común y a un mismo conjunto de objetivos. Caso contrario muy pocos empleados verán la conexión entre sus actividades y los objetivos organizacionales, por lo que no contribuirán en el logro de los mismos. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

**c) Equipo de Trabajo**

Es importante para el equipo tener claro el propósito y la dirección del trabajo. Existe la necesidad de dar empowerment a los empleados, pero también es necesario determinar los límites en los cuales pueden desarrollarse, por lo tanto, deben recibir la guía y el apoyo de un patrocinador. A su vez, se requiere medir la eficacia del equipo en el negocio. (Ricaldi Arzapalo, 2013).

**d) Innovación**

El proceso de innovación comienza cuando los líderes se preocupan por eliminar los obstáculos para que el personal realice mejoras cada día. Ello contribuiría en disponer del capital humano de la organización. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

**e) Gestión de Cambio**

Se consideraba que las personas son renuentes al cambio; sin embargo, ello quedo atrás, pues es la organización quien debe de determinar y difundir cómo es que el cambio es beneficioso para los empleados y la forma de cómo hacerlos posible. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

**f) Mapa de Procesos**

El utilizar un mapa de procesos en donde se grafique las acciones a seguir ayuda a la ubicación y determinación del elemento crítico. Es decir, permite poder analizar las causas, frecuencias y consecuencias determinando un valor monetario a una determinada falla. A su vez, se podrá determinar las oportunidades de mejora dándoles mayor prioridad a las que simbolicen mayores beneficios y menores costos de inversión. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

**g) Jerarquía de herramientas**

Como se comentaba en un inicio, es necesario primero ir desarrollando estos fundamentos para luego conseguir la implementación de herramientas. Es decir, se debe desarrollar el pensamiento a largo plazo, incluso si existen riesgos de corto plazo. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

### 2.2.7 Mantenimiento Productivo Total

Es una disciplina que tiene como principal objetivo: al hombre, las máquinas y la empresa. Con relación al hombre porque la conservación de los equipos pasa a ser responsabilidad de todos. Con relación a los equipos porque busca. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

El pilar fundamental del TPM es el mantenimiento autónomo, en este los operarios se hacen cargo de los mantenimientos básicos. Mantienen sus equipos en buen estado de operatividad y hacen inspecciones constantes para detectar problemas potenciales, antes de que estos ocasionen fallas.

FIGURA 2. 1

#### LOS 8 PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL



Fuente: <https://www.abaconsultores.com.mx>

#### a. Objetivo del Mantenimiento

- Evitar el despilfarro en un entorno económico rápidamente cambiante.

- Producir bienes sin reducir la calidad del producto.
- Trabajo de calidad

Los objetivos del TPM servirán de lineamiento a todas las actividades de mantenimiento, pues enfatizan en disminuir y hasta eliminar toda posible falla que involucre la paralización de un ítem. A esto se le conoce como “Defecto Cero”.

## **b. Beneficio del TPM**

### **b.1 Reducción de numero de averías**

Los operarios de producción se encuentran capacitados para reparar o incluso evitar una cantidad significativa de averías que ocurre en los equipos. Por otro lado, se busca desarrollar un mantenimiento en tiempos prefijados que eliminen las pérdidas antes de que se produzcan, considerando siempre el mantener y elevar la calidad de los productos y servicios.

### **b.2 Mayor productividad de los recursos humanos y equipos**

Esta disciplina busca el trabajo en equipo y colaboración interdepartamental, la cual es apoyada por la dirección de la empresa, a través de un cambio de mentalidad, de capacitación y formación. A su vez, se busca el máximo rendimiento de los equipos, es decir, maximizar su disponibilidad, con la máxima rentabilidad económica posible.

### **b.3 Conservación del medio Ambiente**

Las continuas revisiones de los equipos desarrolladas por el personal permitirán evaluar los consumos energéticos asociados, determinando los efectos de las mismas en el medio ambiente

### **c. Las pérdidas del TPM**

Esta filosofía tiene como objetivo eliminar las 6 grandes pérdidas que disminuyen la eficiencia en los procesos productivos.

#### **c.1 Pérdidas de la puesta en marcha**

Se considera a las pérdidas de rendimiento que se dan en el inicio de los procesos productivos. Termina cuando el proceso mismo alcanza la estabilización de las condiciones operacionales. Son causadas por la propia inestabilidad de la operación, debido a la inestabilidad de la presión, velocidad o presión del proceso

#### **c.2 Pérdidas de la velocidad del Proceso**

Estos fenómenos son causados por fallas potenciales que no se logran vislumbrar hasta que la falla ocasiona la parada del funcionamiento del ítem. Mientras que ello ocurre la principal manifestación del incidente es la pérdida de velocidad del proceso.



### **c.3 Perdidas por fallas de los equipos**

Cada máquina tiene un potencial de trabajo, considerando el tiempo de producción; sin embargo, la producción de la máquina se ve afectada por las paradas producto de fallas de los equipos, lo que constituye el mayor porcentaje de pérdidas. Son difíciles de eliminar y se deben a la degradación gradual del desempeño por el tiempo de uso o a las propias fallas de la maquinaria. Como consecuencia afectan a la capacidad de producción y a la calidad de los productos o servicios.

### **c.4 Perdidas por cambio de líneas**

Estas se producen cuando existen cambios de la producción en las líneas de productos. Estas pérdidas son inevitables, ya que las empresas ofrecen mayor diversidad de productos. Estas pérdidas se presentan por efectuar cambios en las máquinas.

### **c.5 Perdidas por pequeñas paradas**

Frente a estas interrupciones momentáneas, las cuales no estiman tiempos prolongados, es suficiente la intervención de un operario para la continuación del trabajo. Estas pérdidas no se generan por fallas graves.

### **c.6 Perdidas por rechazo**

Dentro de todo proceso productivo existen salidas de productos defectuosos o de aquellos productos que requieren un trabajo. Estas son consideradas pérdidas de calidad debido al mal funcionamiento de una maquinaria o equipo, o también por

una mala maniobra de operadores, producto de la falta de capacitación de los mismos. Son pérdidas de fácil identificación; sin embargo, no necesariamente se corrigen. Es más grave cuando estas fallas llegan a ser percibidas por el cliente. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

#### d. Implantación del TPM

Para la implementación del TPM se debe seguir las siguientes fases, las cuales comprenden una serie de fases que se muestra.

TABLA 2. 1  
TABLA DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM

FASES	ETAPAS
PREPARACIÓN	1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de empresa.
	2. Campaña de infamación y formación técnica
	3. Crear la estructura de animación y pilotaje del TPM
	4. Diagnóstico de la situación de partida, Indicadores de progreso técnicos.
	5. Redacción de un plan tipo. Líneas de acción/objetivos
DESARROLLO	6. Lanzamiento
	7. Implantación de la mejora continua en los sistemas procesos.
	8. Desarrollo del auto mantenimiento.
OPTIMIZACIÓN	9. Desarrollo del mantenimiento programado
	10. Formación del equipo humano en los métodos y experiencias del mantenimiento global.
	11. Integrar el TPM en los sistemas de gestión, diseño y construcción de nuevos equipos.
	12. Certificar la aplicación TPM.

Fuente: Elaboración propia - información basada en (Tuesta Yliquin, 2014, pág. 17)

## 2.2.8 Plan de Mantenimiento RCM (Reliability Centered Maintenance).

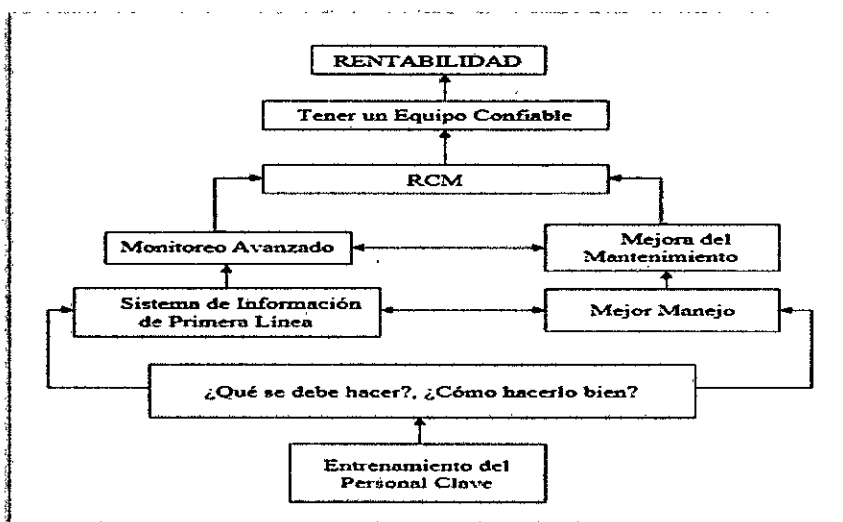
### Mantenimiento basado en la confiabilidad

Es un proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de un activo físico en su contexto operativo. Tiene como objetivo principal, conserva las funciones del equipo y evita las consecuencias de las fallas.

**Filosofía de gestión del mantenimiento**, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones. podemos observar el esquema de la filosofía de RCM y sus alcances.

FIGURA 2. 2

### FILOSOFIA DE RCM Y SUS ALCANCES



Fuente: Elaboración propia.

## **Principio de RCM**

- Determinación de fallos funcionales y fallos técnicos
- Clasificación de fallos
- Determinación de los modos de fallo
- Determinación de medidas preventivas
- Trabajar sobre el manual del equipo
- Determinación del repuesto a partir del análisis de fallos
- Elaborando un plan de mantenimiento inicial muy rápido
- Agrupación de las tareas. Gamas y rutas de mantenimiento
- Informes tras la realización de gamas y rutas
- Puesta en marcha
- Procedimientos de realización de gamas y rutas de mantenimientos
- Planificación del mantenimiento
- Organización de paradas
- La mejora continua del plan de mantenimiento

### **2.2.9 Las 5'S del Mantenimiento**

#### ➤ Seiri (Organización)

La primera S del mantenimiento se centra en tener solo lo necesario. Es decir, a través del uso de una Tarjeta Roja, se etiquetan a los equipos para los que se desea determinar la necesidad de presencia dentro los almacenes permanentes. Luego, estos artículos son llevados a un almacén transitorio.

Al cabo de un tiempo prefijado, si dichos equipos continúan con aquellas tarjetas, quiere decir que no han sido utilizados.

La finalidad es tener las herramientas necesarias para la operación del puesto de trabajo. De esta forma, se reducen las necesidades de espacio, stock, almacenamientos, transportes y seguros. Por otro lado, orienta la gestión de abastecimiento de materiales y componentes. A su vez, se da mayor utilidad de las herramientas con las que se cuentan. En la actualidad, las organizaciones suelen almacenar herramientas y componentes inservibles, por lo que la aplicación de esta primera S del mantenimiento convendrá en mejorar aquella mentalidad de conservar aquello que no es útil para el desarrollo de los puestos de trabajo

➤ Seiton (Orden).

Una vez determinada la lista de los equipos y herramientas necesarias para el desarrollo del puesto de trabajo, se requiere determinar un orden tal que la ubicación de cada una de las partes sea fácil e inmediata. Con ello, se mejora tanto la productividad de las máquinas como de las personas. Entre las actividades que se realizan para el ordenamiento de las herramientas se tiene el pintado de los pisos, destacando las zonas de trabajo y zonas de ubicación; el uso de estanterías y gabinetes para los elementos necesarios, el uso de etiquetas o tarjetas que contengan la información pertinente de cada repuesto o equipo.

➤ Seiso (Limpieza).

El siguiente paso, es la limpieza del área de trabajo, la cual, a su vez, también aumenta la productividad de las máquinas y personas. La limpieza de las herramientas permite hacer una inspección periódica y detectar aquellos problemas reales o potenciales de los equipos. Es decir, se obtiene información del estado real de los equipos. A su vez, es importante que la limpieza sea desarrollada por el operador de la máquina o equipo. De esta manera, el operador contribuirá en la generación de un ambiente ideal de trabajo.

➤ Seiketsu (Estandarización).

Para afianzar la perduración de los beneficios de la utilización de las 3's anteriores descritas es necesario estandarizar las actividades del puesto de trabajo. Estandarizar supone el desarrollo de las mejores prácticas para la realización de una tarea, tal que se asegure el cumplimiento de las condiciones de operación, y, por lo tanto, se obtengan los resultados esperados. Con ello se evita reincidir en las fallas anteriormente descritas.

➤ Shitsuke (Disciplina).

La última S apoya a la implementación de las anteriores; sin embargo, es la más difícil. La disciplina ayuda a que los operarios mantengan el hábito de cumplir con los estándares ya determinados en el paso anterior. De lo que no se trata es de vigilar todo el tiempo a los operarios para tener la certeza de que están desarrollando las actividades correctas. En vez de eso, es el operario quien se

acostumbra y compromete en realizarlas de acuerdo a lo establecido. El problema es que pasado un tiempo no se cumple lo pactado y se reanuda las viejas prácticas. Por lo tanto, para mantener las mejoras antes desarrolladas, es necesaria la formación y concientización de los operarios para que poco a poco se acostumbren a la forma de desarrollar las tareas, asimilen la importancia de su aporte y sean reconocidos de acuerdo a la labor bien hecha. (Ricaldi Arzapalo, 2013)

#### **2.2.10 Datos de Mantenimiento**

- a) **Ficha de Equipos.** El desarrollo de información empieza con la identificación de cada uno de los equipos con los que cuenta una organización. Cada equipo debe desarrollar una ficha en donde se describe toda la información pertinente: criticidad de la máquina, año de fabricación, características, consumos, repuestos.
- b) **Historial del Equipo.** Las fichas de los equipos deben completar la información con un historial de desempeño, en donde en una columna se registre las fechas y en la otra se describa la ocurrencia de falla. A través de ella se pueda evaluar el comportamiento del equipo y, con ello, programar y planificar las revisiones periódicas según sea el caso.
- c) **Orden de Trabajo.** Las órdenes de trabajo de mantenimiento deben incluir el tipo de actividad que se va realizar, la prioridad del mismo, la falla encontrada, la forma de reparación, el tiempo utilizado, los recursos de mano de obra y materiales para su ejecución y los datos que sean necesarios para la evaluación de la eficiencia de la actuación con respecto a los costos

involucrados. 14 en la tabla Nro.1 se muestra la plantilla de una orden de trabajo. Los campos que presenta dicho formato responden al contexto en el que se ejecutan las tareas de mantenimiento

FIGURA 2. 3

FORMATO DIGITAL PARA GENERAR O.T. SHP

General	Detalle	Consulta de Registro
Tipo:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Estado: Cerrado
Reparación Mayor:	504202	Nº OT: 57251
Item de Conservación:	500763	MAQUINA SOLDAR ELECTRICA
C. Costo (Destinat):	91872	CUADRILLA TALLER ELECTRICOS
C. Costo (Solitante):	91834	CUADRILLA SOLDADORES MINA
Fecha de Apertura:	06/07/2017	Fecha Final: 31/07/2017
Tipo de Trabajo:	04	Comple: [ ]
Descripción:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Acción Realizada:	41	INSPECCIONADO
Registrado Por:	JPARI	Fecha de Cierre OT: 22/08/2017 10:37:03

Fuente: Sistema de O.T. Shougang Hierro Perú.

d) **Costo de Ordenes de Trabajo.** Para analizar el valor de las reparaciones, es imprescindible contar con los costos de las órdenes de trabajo. El estudio de estos costos permitirá tomar decisiones de control de abastecimiento de los repuestos y materiales que se requieren para afrontar las fallas mecánicas.

A su vez, permite identificar a aquellos proveedores con los cuales se pueden establecer alianzas para la obtención de menores costos de



abastecimiento. En la tabla Nro.2 se muestra el formato de los costos según las órdenes de trabajo.

FIGURA 2. 4

FORMATO DE O.T. CON REPUESTOS UTILIZADOS

The screenshot shows a software interface for managing work orders (O.T.) and their associated parts. The interface is divided into several sections:

- Form Header:** Includes fields for 'Código de Orden', 'Fecha', 'Módulo', and 'Punto'.
- Form Body:** Contains fields for 'Código de O.T.', 'Descripción de O.T.', 'Fecha de Inicio', 'Fecha de Fin', 'Estado', and 'Prioridad'. Below these are fields for 'Código de Repuesto', 'Cantidad', 'Unidad', and 'Observaciones'.
- Table of Parts:** A table with columns: 'Código de Repuesto', 'Cantidad', 'Unidad', 'Observaciones'. It lists various parts used in the work order.
- Summary Table:** A table with columns: 'Código de Repuesto', 'Cantidad', 'Unidad', 'Observaciones'. It provides a summary of the parts used.

Fuente: Sistema de O.T. Shougang Hierro Perú.

2.2.11 Indicadores de Mantenimiento

En minería se usan principalmente estos indicadores de Gestión de Mantenimiento.

❖ Disponibilidad

La disponibilidad es el porcentaje de dividir la diferencia entre el tiempo disponible (horas calendario) con el tiempo utilizado en las intervenciones de mantenimiento (tanto mantenimiento preventivo como mantenimiento correctivo).

Lo podemos interpretar como una medida que nos indica cuanto tiempo está disponible el equipo o sistema con respecto a la duración total durante la que se hubiese deseado que funcione, normalmente se expresa en porcentaje

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Total} - \text{Tiempo fuera de Servicio}}{\text{Tiempo Total}} \times 100\%$$

Donde:

**Tiempo Total** = Tiempo de trabajo según calendario.

**Tiempo Fuera de Servicio** = Suma de horas de inoperatividad del equipo por fallas, falta de repuesto y mantenimientos Preventivos.

#### ❖ Tasa de Fallas (Confiabilidad)

Este indicador permite medir la frecuencia de fallas promedio transformándose en una medida de la confiabilidad de los Equipos

$$\text{Tasa de Fallas (Confiabilidad)} = \frac{\text{Número de Fallas}}{\text{Tiempo de tiempo Operativo Hrs.}} = \frac{1}{\text{MTTF}}$$

MTTF: Tiempo medio para falla, es el tiempo promedio en la que el equipo trabaja en condiciones normales desde su operatividad hasta que falla.

### ❖ **Mantenibilidad**

Permite medir el tiempo medio para reparar (MTTR) y por lo tanto la facilidad de mantener (Mantenibilidad).

$$\text{Mantenibilidad (MTTR)} = \frac{\text{Tiempo Fuera de Servicio Hrs.}}{\text{Número de fallas}}$$

#### **2.2.12 Análisis con diagrama de Pareto**

El Diagrama de Pareto se Basa en la Conocida relación del 80/20, en la cual se establece una relación entre estas dos cifras que cumplirá en numerosas ocasiones. Se trata de identificar gráficamente aquellas tareas más costosas en cuanto a tiempo de ejecución, costes u otros factores e intentar contra ellas, mejorando el rendimiento del sistema.

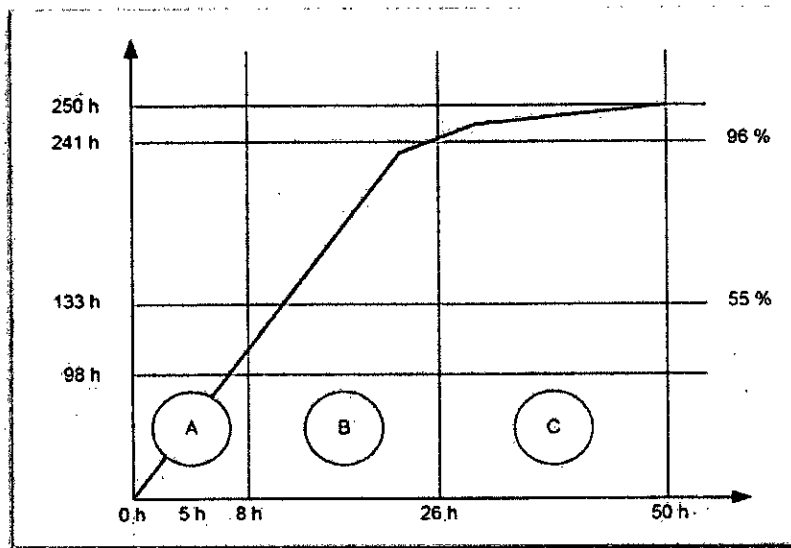
Los diagramas de mantenimiento no solo son utilizados en la gestión del mantenimiento, sino también en investigación, marketing, etc.

Para la realización de los diagramas de Pareto debemos:

- Determinar el cuadro y los límites de estudio.
- Confeccionar el cuadro de clasificación.
- Ordenar datos.
- Trazar cuevas.
- Interpretar los datos y establecer las conclusiones.

## GRÁFICA 2.1

### MUESTRA DE DIAGRAMA DE PARETO



Fuente: (SEAS, Estudios Superiores Abiertos., 2016, pág. 13)

#### 2.2.13 Método del Radar de Mantenimiento

El método del Radar de Mantenimiento es una herramienta de Evaluación y Diagnóstico del área de Mantenimiento, el cual nos permite conocer como está desarrollándose las actividades de la Gestión de Mantenimiento dentro del área de la misma, en todos sus aspectos es el Radar de Mantenimiento el cual nos brinda resultados objetivos de cómo está operando el área de Mantenimiento. (Flores Sánchez & Huaccha Salazar, Estrategia de Gestión de Mantenimiento para los Activos de los Talleres y Laboratorios de la FIME-UNAC, 2012, pág. 49).

Este Análisis y Diagnóstico de la Gestión del área de Mantenimiento, debe ser desarrollada con la participación de especialistas de las áreas de Planificación, Organización y Métodos, Análisis de Sistemas y Operadores, debiendo todos los

participantes poseer la delegación del poder de decisión en sus actividades, para que la evaluación sea la más objetiva posible.

➤ Metodología de Análisis y Diagnóstico.

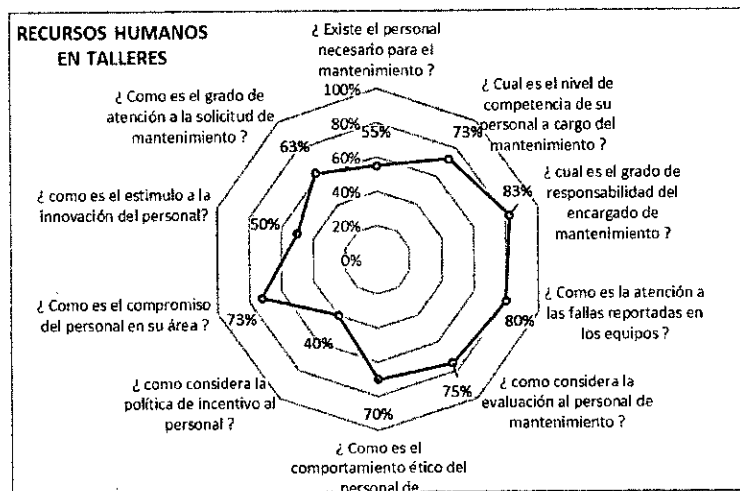
La metodología para el análisis y diagnóstico está compuesto mínimo por las siguientes etapas.

- ✓ Elaboración de un cuestionario que servirá como guía para desarrollo de los trabajos de análisis.
- ✓ Visitas a las instalaciones, talleres y oficinas de las áreas de actuación del mantenimiento, para conocimiento de las actividades desarrolladas por cada una.
- ✓ Reuniones y debates con los profesionales directa o indirectamente incluidos en el proceso de análisis.
- ✓ Definir las categorías de la investigación (normalmente de 5 a 10 categorías).
- ✓ Para construir la Gráfica de Radar considerar.
  - Un Radar con tantos radios como categorías existan.
  - Escribir cada título al final de cada radio alrededor del perímetro del círculo.
  - Numerar los radios de 0 (más bajo) hasta 10 (más alto). Empezando con el cero en el centro del círculo y terminar con el 10 en el perímetro.

- Calificar todas las categorías, 0 para la menor calificación y 10 para la mayor calificación, utilizar un punto en el radio de la categoría con el puntaje alcanzado.
- La calificación por categoría es un promedio ponderado de los puntajes individuales.
- Unir los puntos marcados por cada categoría.

FIGURA 2. 5

EJEMPLO DE GRÁFICA RADAR



Fuente: Elaboración propia.

- Interpretar y utilizar los resultados para mejorar.
- Análisis de los problemas a ser administrados.
- Reuniones con los coordinadores de cada área para la discusión de las informaciones y elaboración del informe de diagnóstico.

➤ Evaluación de Resultados de una auditoria.

Los valores promedios y ponderados obtenidos en la calificación realizado por los evaluadores de las diversas categorías sirven para conocer cómo está funcionando determinada categoría, considerando que el 100% es la máxima y 0% la mínima calificación, la siguiente tabla muestra el Rango de Calificación obtenido en la evaluación de la Gestión de Mantenimiento.

TABLA 2. 2

RANGO DE CALIFICACIÓN DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

Rango de Calificación Obtenida	Gestión de Mantenimiento
80 – 100%	La Gestión se desarrolla en forma eficiente y eficaz.
60% - 80%	La Gestión requiere de análisis para detectar en que área existen puntos débiles y establecer prioridades de solución.
Menor que 60%	Es urgente realizar mejoras a la Gestión, analizar motivos del bajo

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.2.14 Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF)

El Análisis de Modo Efecto y Falla (AMEF), es una de las técnicas más usadas para identificar y listar formas o modos potenciales por medio de los cuales pueden fallar los sistemas y así dar seguimiento para conocer las características y efectos de cada falla en el sistema como un todo. Nótese que se habla de las fallas que pueden haber ocurrido o que potencialmente puede suceder.

Esta técnica consiste en poner, en forma matricial, todas las formas de falla o error y los efectos que le correspondan, a fin de evaluar su impacto y proponer mejoras cuyas implementaciones se asigna a una persona o departamento como responsable y se le solicita la evaluación periódica de cada una de las mejoras para que una vez implementadas se mida la eficacia de estas. El método es esencialmente cualitativo, aunque es posible incorporar algunas probabilidades de falla. La aplicación de AMFE requiere de la formación de un equipo multidisciplinario que se encargue de efectuar el análisis en trece pasos, los cuales se pueden resumir en cinco etapas:

- a) Identificar y establecer el sistema, definir el equipo y desarrollar la descomposición del sistema y subsistemas. Se debe tener muy claro el objetivo de estudio, las metas por lograr y las respectivas funciones, se debe diseñar el encabezado de la planilla del AMEF, la cual contiene toda la información respecto de los diversos modos de falla y sus efectos. Es absolutamente necesario un diseño cuidadoso pues en el futuro será crucial para el desarrollo de una base de datos sobre el tema de análisis.
- b) Desglosar cualitativamente los modos, efectos y causas de falla potencial, indicando todos los posibles medios por los cuales el servicio puede fallar.
- c) Evaluar la forma cuantitativa la severidad, la frecuencia y la detección de cada causa de falla y determinar el número de prioridad de riesgo (NPR).



- d) Establecer acciones correctivas sobre cada causa, identificando áreas fechas y responsable de ponerlas en funcionamiento. Esto es crucial para el programa de mejoramiento continuo. Todas las acciones deben llevar hacia la reducción significativa de la magnitud del número de prioridad de riesgo.
  
- e) Evaluación de los resultados de las acciones correctivas aplicadas y recalcular el número de prioridad de riesgo. Se deben evaluar las acciones, a fin de estar seguros de que ellas realmente llevaron a una mejora. Para constatar la mejora, el nuevo valor del NPR debe ser significativamente menor que el original.

#### **2.2.15 Diagrama de causa - efecto**

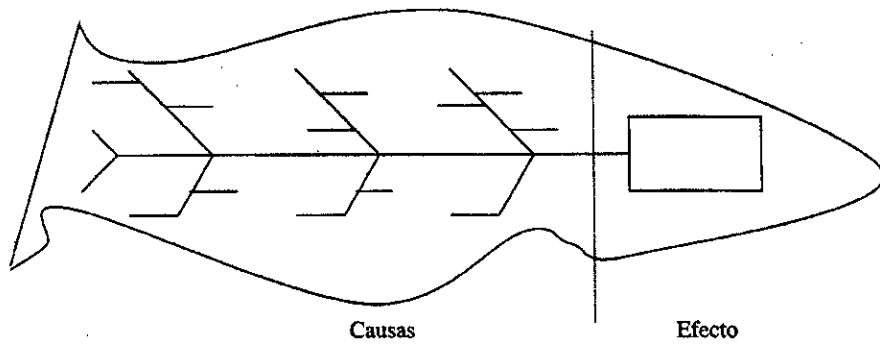
Este diagrama se utiliza para representar la relación entre algún efecto y todas las causas posibles que lo pueden generar.

Todo tipo de problema, como funcionamiento de un motor o una lámpara que no enciende, puede ser sometido a este análisis.

Generalmente se presenta con la forma de espina de pescado de un pez, de donde toma el nombre alternativo de Diagrama de Espina de Pescado. También se le llama como Diagrama de Ishikawa que es quien lo impulsó.

FIGURA 2. 6

DIAGRAMA DE ESPINA DE PESCADO



Fuente: Conceptos de Mantenimiento

Los diagramas de causa efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema.

El análisis causa-efecto puede dividirse en tres etapas:

- Definición del efecto que se desea estudiar.
- Construcción del diagrama causa-efecto.
- Análisis causa-efecto del diagrama construido.

La definición del efecto que se desea estudiar representa la base de un eficaz análisis. Efectivamente, siempre es necesario efectuar una precisa definición del efecto objeto de estudio.

### **Construcción del Diagrama Causa-Efecto**

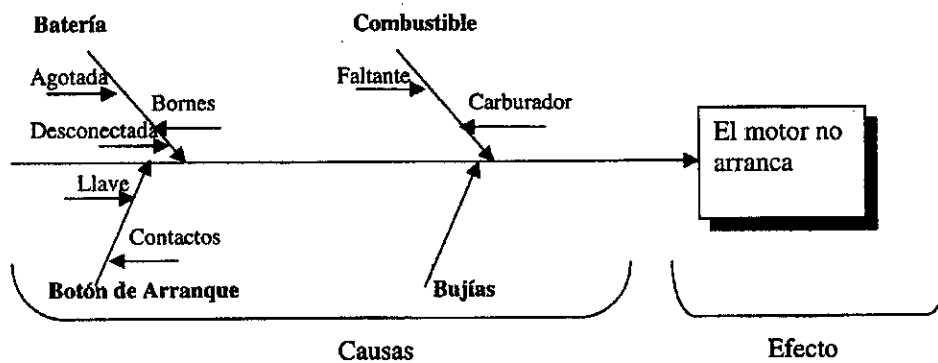
La construcción del diagrama Causa-Efecto se inicia escribiendo el efecto que se desea estudiar en el lado derecho de una hoja de papel. A ello debe seguir la búsqueda de todas las posibles causas que sobre el influye.

Para esa búsqueda se debe seguir tres módulos, que se diferencian con la forma que se realizan. Son lo siguiente:

- Método por Clasificación de las Causas.
- Método por Fases del Proceso.
- Método por Enumeración de las Causas.

FIGURA 2. 7

EJEMPLO DE DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO



Fuente: Conceptos de Mantenimiento

### 2.3. Normatividad

Identificando las falencias del proceso de gestión de mantenimiento con respecto al proceso y al equipo, se propone una solución a los problemas principales existentes para poder mejorar y asegurar la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12 de la minera, para tener equipos más confiables y seguros en la producción.

Conceptos mas usados en esta investigación.

- **Disponibilidad:** Lo podemos interpretar como una medida que nos indica cuanto tiempo está disponible el equipo o sistema con respecto a la duración total durante la que se hubiese deseado que funcione, normalmente se expresa en porcentaje.
- **Gestión de Mantenimiento:** Lo podemos definir como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.
- **Desempeño de la Gestión de Mantenimiento:** Medición de la efectividad general de las palas en las minas en beneficio de la minera.
- **Auditoria de Mantenimiento:** Realizar una Auditoría de Mantenimiento no es otra cosa que comprobar cómo se gestiona el mantenimiento.
- **Reducir fallas imprevistas:** Nos referimos en disminuir el mantenimiento correctivo promedios que viene presentando el equipo.
- **Mejorar el MTTF:** Disminuyendo el número de fallos de diseño y mejorando las políticas de mantenimiento preventivo aumentaremos el tiempo medio para falla.
- **Reducir costos de Mantenimiento:** Nos referimos a reducir los costos por mantenimientos correctivos y preventivos en la gestión de mantenimiento.
- **Mejorar el MTTR:** Mejorando el tiempo medio de reparación en caso de fallo a través de un buen diseño, de un buen sistema de diagnóstico, de buenos medios para la reparación, Teniendo personal calificado en

mantenimiento y con herramientas adecuadas, se mejorará el tiempo medio para reparar.

- **Mejorar el cumplimiento de mantenimiento:** Nos referimos a aumentar el porcentaje de cumplimiento de mantenimientos preventivos programados.
- **Estrategias de Mantenimiento:** Lo definimos como un conjunto de acciones planeadas para identificar, recopilar, desarrollar e implementar una óptima gestión del mantenimiento de los activos y/o sistemas de una empresa.

## **CAPITULO III**

### **VARIABLES E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Variables de investigación**

##### **3.1.1 Variable independiente**

Gestión del mantenimiento.

##### **3.1.2 Variable dependiente**

Disponibilidad de las Palas Electromecánicas.

##### **3.1.3 Indicadores**

Los indicadores que tendremos son Disponibilidad, Tiempo medio para fallas (Confiabilidad), Tiempo medio de reparación (Mantenibilidad), Número de fallas, Tiempo de demoras por mantenimientos, Costos de Repuestos, Producción, y Cumplimiento de mantenimientos preventivos.

### 3.2 Operacionalización de variables.

#### 3.2.1 Operacionalización de hipótesis general.

TABLA 3. 1

#### OPERACIONALIZACIÓN DE HIPOTESIS GENERAL

<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
Con la propuesta de gestión de mantenimiento se mejorará la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A.	<b>Variable Dependiente:</b> Disponibilidad de las Palas Electromecánicas	Frecuencia de Fallas, Tiempo de demoras por mantenimientos, Cumplimiento del programa de mantenimiento.
	<b>Variable Independiente:</b> Gestión de Mantenimiento	Disponibilidad, MTF, MTTR, Cumplimiento de Programa de Mantenimiento, Costo de Repuestos usados en los mantenimientos, diagrama de Pareto y Radar de Gestión de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2 Operacionalización de hipótesis específica.

TABLA 3. 2

#### OPERACIONALIZACIÓN DE HIPOTESIS ESPECIFICA

HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES	INDICADORES
Realizando la auditoria de mantenimiento se conocerá el desempeño actual de la gestión de mantenimiento en las palas electromecánica TZ.	<b>Variable Dependiente:</b> Desempeño de la Gestión de Mantenimiento	Auditoria de Mantenimiento, Análisis de por Radar.
	<b>Variable Independiente:</b> Auditoria de Mantenimiento	Nivel de veracidad de respuesta, organización, planificación, Recursos Humanos, Abastecimiento, Ejecución y Control.
Analizando y proponiendo mejoras del MTTF reduciremos las fallas imprevistas de las palas electromecánicas TZ.	<b>Variable Dependiente:</b> Reducir fallas imprevistas	Aumentar el MTTF, tipo de análisis y propuesta de mejora.
	<b>Variable Independiente:</b> Analizar y mejorar MTTF	Número de fallas, Tiempo de operatividad del equipo.
Analizando y proponiendo mejoras del MTTR se reducirán los costos de mantenimiento correctivos de las Palas Electromecánicas TZ.	<b>Variable Dependiente:</b> Reducir costos de mantenimientos	Aumentar el MTTR, tipo de análisis y propuesta de mejora.
	<b>Variable Independiente:</b> Analizar y mejorar MTTR	Numero de fallas, tiempo de inoperatividad por mantenimiento.
Con las estrategias de gestión de mantenimiento mejoraremos el cumplimiento de mantenimiento correctivo, preventivos y predictivos de Palas electromecánicas TZ	<b>Variable Dependiente:</b> Mejorar el cumplimiento de mantenimientos	Cumplimiento de Mantenimientos, tipo de análisis, nivel de implantación de la estrategia y propuesta.
	<b>Variable Independiente:</b> Estrategias de mantenimiento	Estrategia adecuada, Nivel de análisis, Diagrama de Pareto e indicadores

Fuente: Elaboración Propia



### 3.2.3 Definición de variables

- **Disponibilidad:** Lo podemos interpretar como una medida que nos indica cuanto tiempo está disponible el equipo o sistema con respecto a la duración total durante la que se hubiese deseado que funcione, normalmente se expresa en porcentaje.
- **Gestión de Mantenimiento:** Lo podemos definir como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.
- **Desempeño de la Gestión de Mantenimiento:** Medición de la efectividad general de las palas en las minas en beneficio de la minera.
- **Auditoria de Mantenimiento:** Realizar una Auditoría de Mantenimiento no es otra cosa que comprobar cómo se gestiona el mantenimiento.
- **Reducir fallas imprevistas:** Nos referimos en disminuir el mantenimiento correctivo promedios que viene presentando el equipo.
- **Mejorar MTTF:** Disminuyendo el número de fallos de diseño y mejorando las políticas de mantenimiento preventivo aumentaremos el tiempo medio para falla..
- **Reducir costos de Mantenimiento:** Nos referimos a reducir los costos por mantenimientos correctivos y preventivos en la gestión de mantenimiento.
- **Mejorar MTTR:** Mejorando el tiempo medio de reparación en caso de fallo a través de un buen diseño, de un buen sistema de diagnóstico, de buenos medios para la reparación, Teniendo personal calificado en mantenimiento y con herramientas adecuadas, se mejorará el tiempo medio para reparar.

- **Mejorar el cumplimiento de mantenimiento:** Nos referimos a aumentar el porcentaje de cumplimiento de mantenimientos preventivos programados.
- **Estrategias de Mantenimiento:** Lo definimos como un conjunto de acciones planeadas para identificar, recopilar, desarrollar e implementar una óptima gestión del mantenimiento de los activos y/o sistemas de una empresa.

### **3.3 Hipótesis**

#### **3.3.1 Hipótesis general**

Con la propuesta de una adecuada gestión de mantenimiento se mejorará la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A.

#### **3.3.2 Hipótesis específica**

- Realizando la auditoría de mantenimiento se conocerá el desempeño actual de la gestión de mantenimiento en las palas electromecánicas TZ.
- Proponiendo mejoras del MTTF reduciremos las fallas imprevistas de las palas electromecánicas TZ.
- Proponiendo mejoras del MTTR se reducirán los tiempos y costos de mantenimiento correctivos de las Palas Electromecánicas TZ.
- Con las estrategias de gestión de mantenimiento mejoraremos el cumplimiento de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de las Palas electromecánicas TZ.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación es propositivo, busca proponer una mejora a la gestión de mantenimiento y se basó en análisis de la situación actual, aplicativo, porque utilizando los procesos de mantenimiento preventivo se mejorará la gestión del mantenimiento por lo tanto mejorará la disponibilidad de las palas electromecánicas.

**Nivel de Investigación,** La presente investigación tiene como niveles de investigación según los alcances de los objetivos generales y específicos, propositivo y explicativo.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

La presente investigación se basó en datos de campos comparando con los datos históricos para que sea confiable con respecto a las variables de la investigación.

##### **4.2.2 Etapas de la investigación**

###### **Etapa 1: Revisión de biografías**

Este primer paso consistió en la búsqueda, ubicación, recopilación, revisión y selección de material bibliográfico (revistas y/o manuales técnicos, trabajos de grado, estándares y datos divulgados por medios impresos audiovisuales y electrónicos, Internet entre otros) con la cual se obtuvo información teórica variada y necesaria

para adquirir conocimientos previos, referente a los métodos de Diagrama de Pareto y Causa Raíz los cuales fueron de gran utilidad para el desarrollo del trabajo.

## **Etapa 2: Análisis actual de la Gestión de Mantenimiento de Palas Electromecánicas**

Para lograr tener un panorama de la gestión actual de mantenimiento se identificó las áreas involucradas en el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo con respecto a las palas electromecánicas, se realizó encuesta a los responsables de cada área ya que son ellos quienes conocen las fortalezas y deficiencias en su área.

En el procedimiento de la auditoria de mantenimiento se designaron campos de investigación por áreas, y las áreas involucradas para la auditoria de mantenimiento fueron los siguientes:

- **Talleres de Mantenimiento:** integran el taller de Mecánico, Eléctrico, Soldadura y lubricación.
- **Almacén.**
- **Operaciones.**
- **Planeamiento.**

## **Etapa 3: Determinación y recolección de información de demoras, costo de repuestos y producción en las palas para generar y analizar los indicadores de mantenimiento.**

Para el desarrollo de esta fase se contaron con todos los reportes de demoras emitidos por caseta de control y con el departamento de Palas y Perforados conjuntamente con la información decepcionada por performance.

Luego de tener la información necesaria de las fallas que produzcan demoras, indicando el tiempo acumulado en minutos de demoras y la frecuencia en que ocurre la falla en el periodo comprendido entre enero de 2016 hasta agosto de 2017, una vez elaborado el listado de fallas se procedió a la aplicación de la técnica del Diagrama de Pareto para determinar las fallas que tienen mayor impacto en la Pala. En la representación gráfica de las fallas se utilizó el programa Microsoft Excel.

El Taller de Palas y el Área de Planeamiento y Programación de Mantenimiento cuenta con archivos donde guardan los históricos de fallas de los equipos, debido al poco tiempo que se presentó para realizar esta investigación, fue necesario elaborar un programa computarizado que permitió vaciar toda esta información (registrar las fallas) y acelerar la búsqueda de una manera más eficiente, a continuación, se presenta una breve explicación del funcionamiento del programa elaborado.

#### **Etapa 4: Análisis de los resultados mediante el análisis “Diagrama de Pareto” y el radar.**

Una vez analizadas los indicadores de Mantenimientos con la ayuda del diagrama de Pareto se identificó el 20% de demoras y fallas que nos genera el 80% de los problemas.

#### **Etapa 5: Proposición de las mejoras de las actividades de mantenimiento preventivos en base a los resultados obtenidos de análisis de causa raíz.**

Luego de haber encontrado las causas raíces de las fallas críticas, se propusieron alternativas de solución que permitirán disminuir las ocurrencias de las fallas, considerando a su vez los parámetros técnicos de diseño y operacionales de cada uno de los equipos sometidos a estudio; para esto se revisó, analizó y observó detalladamente los programas de mantenimiento preventivo y las actividades de mantenimiento actualmente aplicadas a la Pala TZ.

Finalmente se realizaron recomendaciones que les permitirán a la organización realizar el estudio de las causas que originan las fallas críticas presenten en los otros sistemas que conforman la Pala electromecánica TZ, para de esta manera establecer las acciones correctivas necesaria para poder alcanzar las mejoras continuas del equipo.

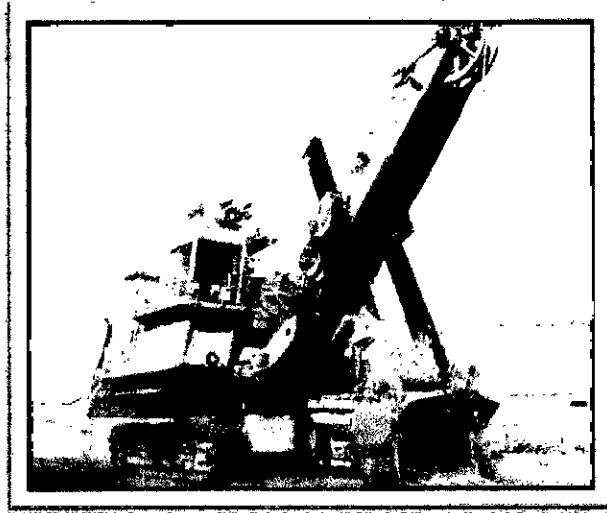
#### **4.2.3 Detalles de la investigación**

#### **4.3 Unidad de Análisis**

Pala Electromecánica TZ modelo WK-12 de procedencia China. Es una maquinaria de carga y excavación conformado por componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos principalmente, su fuente principal de energía es la corriente eléctrica, es decir tiene que estar conectada directamente a una línea de corriente para su funcionamiento.

FIGURA 4. 1

PALA ELÉCTROMECHANICA TZ MODELO WK-12



Fuente: Imagen Propia.

Una pala eléctrica, algunas veces se le conoce como una pala mecánica o una pala electromecánica, es una máquina diseñada especialmente para excavar y cargar material en una minina de superficie.

A continuación, presentamos la flota de Palas TZ.

TABLA 4. 1

TIEMPO DE SERVICIO Y COSTO DE LA FLOTA DE PALAS

EQUIPO	MARCA	MODELO	INICIO DE OPERACIÓN	TIEMPO DE SERVICIO	COSTO DEL ACTIVO
003-035	TZ	WK-12	27-Feb-08	9 años 7 meses	\$3,009,000.00
003-036	TZ	WK-12	27-Feb-08	9 años 7 meses	\$3,009,000.00
003-037	TZ	WK-12	5-Ene-10	7 años 8 meses	\$3,658,000.00
003-038	TZ	WK-12	5-Ene-10	7 años 8 meses	\$3,658,000.00
003-039	TZ	WK-12	27-Mar-13	4 años 6 meses	\$4,206,700.00
003-040	TZ	WK-12	3-May-13	4 años 4 meses	\$4,206,700.00

Fuente: Elaboración Propia, Precios referenciales de Sistema Logístico de la Empresa.

## Características técnicas del equipo

TABLA 4. 2

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PALA TZ MODELO WK-12

IT	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
1	Capacidad volumen de carga	10	m <sup>3</sup>
2	Capacidad de carga de balde	23	TN
3	Temperatura de trabajo	23 - 34	°C
4	Fuerza Máxima de elevación	1110	KN
5	Velocidad nominal de levante	1.5	m/s
6	Máxima fuerza de empuje	541	KN
7	Velocidad nominal de empuje	0.58	m/s
8	Máxima fuerza de propulsión	2328	KN
9	Velocidad nominal de propulsión	0.96	Km/h
10	Velocidad de plataforma de oscilación	2.6	r/min
11	Peso de trabajo	490	TN
12	Productividad teórica	1490	m <sup>3</sup> /h
13	Radio máximo de excavación	18.9	m
14	Transformador principal	1000	KVA

Fuente: Elaboración propia – Datos del manual del equipo.

Principales Sistemas que comprenden la Pala Electromecánica TZ Modelo WK-12

son:



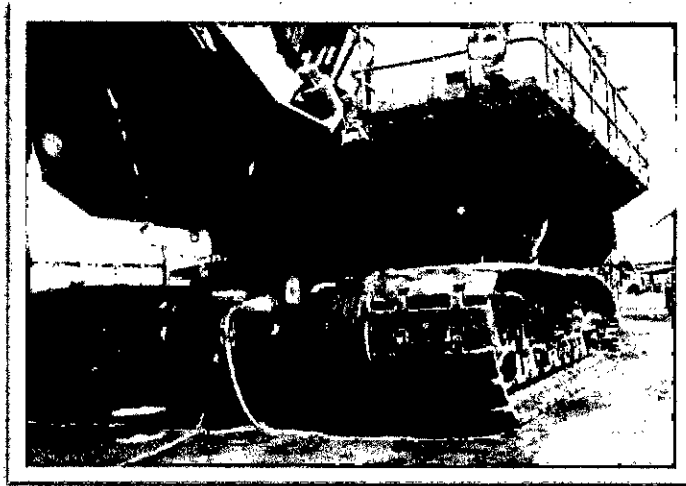
### 1.- Sistema de Marcha

Mueve la pala de una posición de excavación a otra. Dos mecanismos impulsores independientes proporcionan el avance y retroceso o giro mediante una dirección diferencial.

El movimiento de propulsión sirve para mover la máquina de un lugar de excavación a otro. Una vez frente a la zona de carga, la máquina queda estacionada y la propulsión solo es requerida para posicionar la máquina. La velocidad máxima que puede desarrollar una pala eléctrica es alrededor de 1.6 kph (1.0 mph).

FIGURA 4. 2

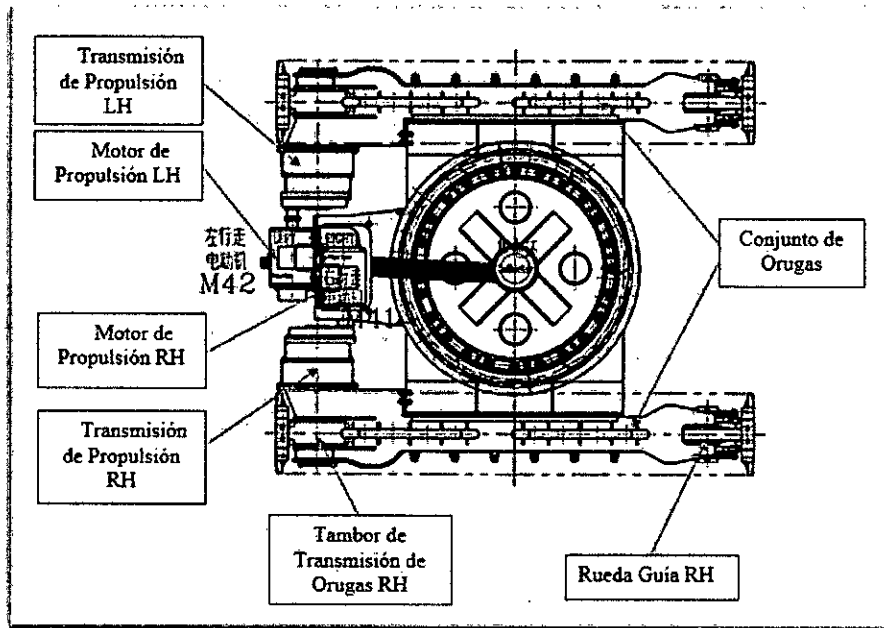
SISTEMA DE MARCHA DE PALA TZ



Fuente: Imagen propia.

FIGURA 4. 3

PLANO DE DETALLE DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN



Fuente: Manual de Pala Electromecánica TZ

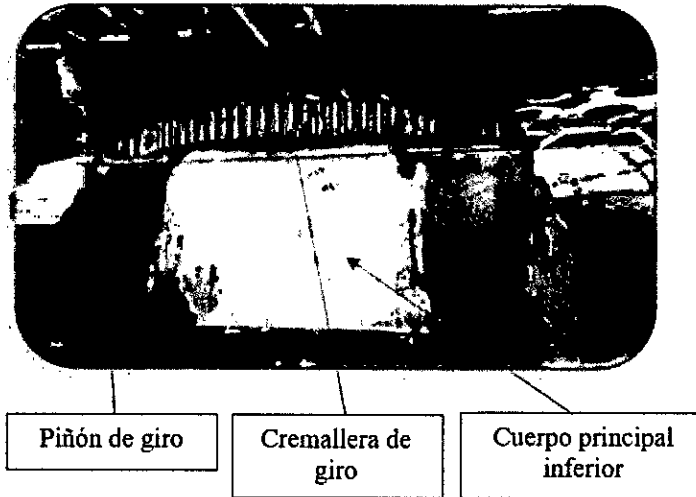
## 2.- Sistema de Rotación

Gira la pala entre las posiciones de excavación y vaciado. El sistema de giro utiliza dos transmisiones, una de 180° a la izquierda y la otra 180° a la derecha.

“En el movimiento de giro, la parte superior de la pala es giratoria respecto a la parte baja y va centrada por un pin montado en la parte baja. Motores eléctricos proporcionan el giro de la máquina, esto se logra haciendo girar los piñones de giro sobre la corona de giro. Múltiples transmisiones de giro son típicamente usadas en las palas eléctricas para girar la máquina desde el frente de carga a las unidades de acarreo”. (TECSUP, 2014, pág. 108)

FIGURA 4. 4

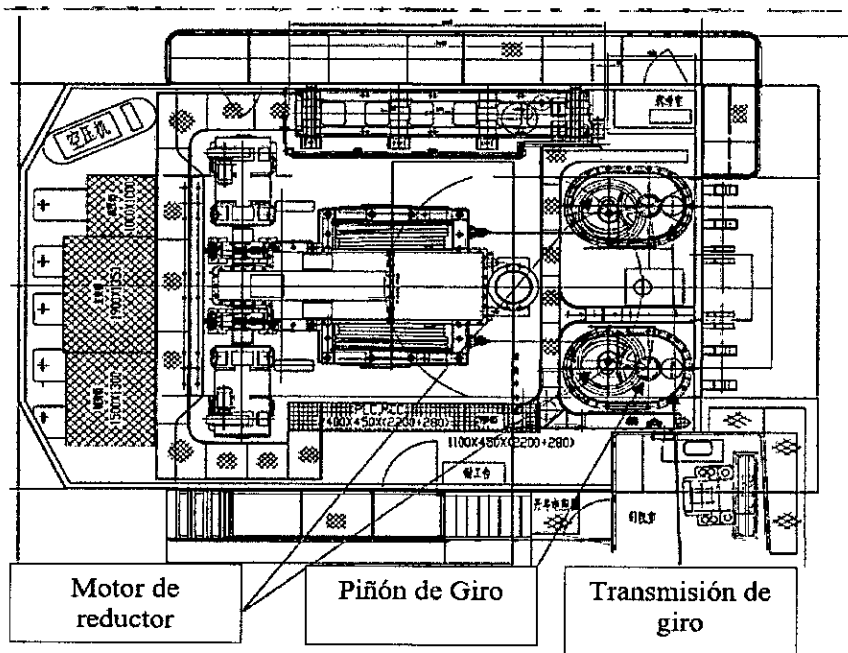
IMAGEN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE GIRO



Fuente: Imagen Propia

FIGURA 4. 5

PLANO DE DETALLE SISTEMA DE ROTACIÓN



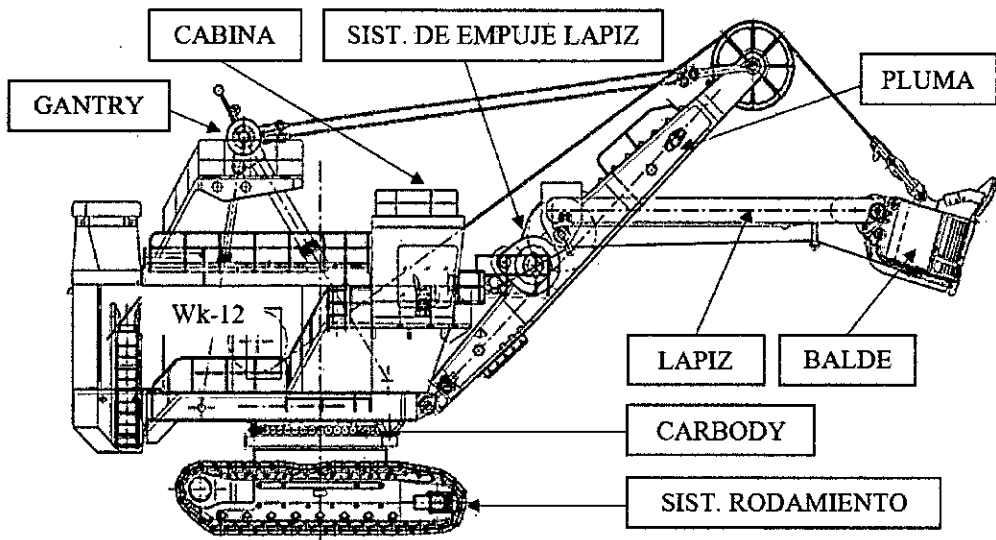
Fuente: Plano de Pala Electromecánica TZ

### 3.- Sistema de izaje.

Mueve el balde a través del banco, durante la fase de excavación y proporciona el “El movimiento de izaje en las palas eléctricas consiste en un cable envuelto en un tambor el cual es girado por los motores eléctricos del izaje. Cuando el operador mueve la palanca de control del izaje para elevar el balde, el tambor rota y el cable es envuelto en el tambor. Para bajar el balde el tambor de izaje es rotado en dirección opuesta y una cantidad controlada de cable es soltado” (TECSUP, 2014, pág. 110)

FIGURA 4. 6

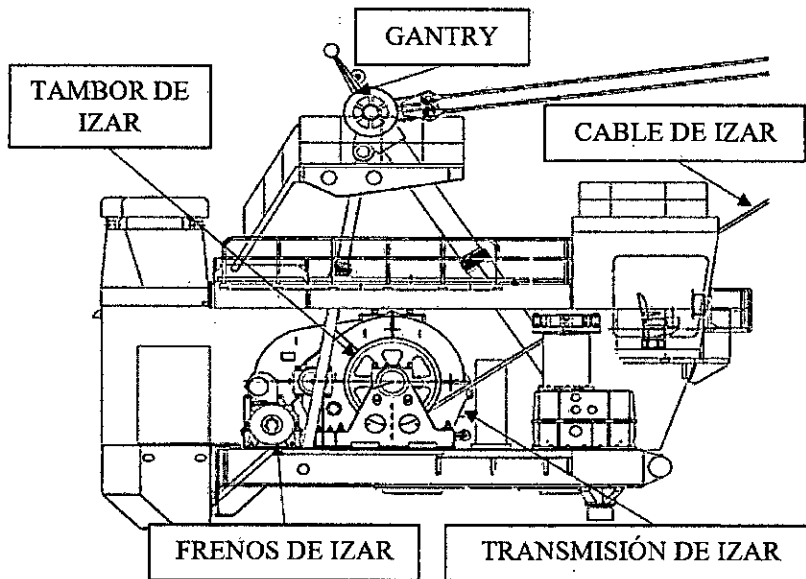
PLANO DE DETALLE DE SISTEMA DE IZAJE



Fuente: Plano de Pala Electromecánica TZ.

FIGURA 4. 7

PLANO DE DETALLE DE SISTEMA DE IZAJE



Fuente: Plano de Pala Electromeccánica TZ

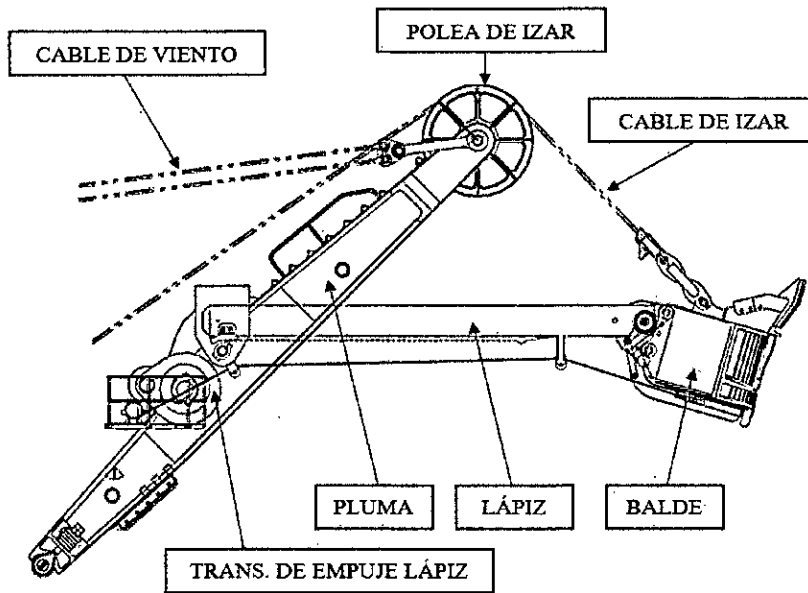
#### 4.- Sistema de Levante o Empuje

mueve el mango del balde hacia afuera o hacia dentro para controlar la profundidad de corte y posiciona el balde sobre el camión para vaciar la carga.

“El movimiento de empuje en una pala eléctrica se refiere al movimiento del balde, movimiento desde la maquina hacia el frente de carga. Dependiendo de la manufactura de la pala, este movimiento y el movimiento de retracción asociada, pueden ser realizados por un piñón que acciona el brazo del balde o un cable que controla el brazo del balde. En ambos casos, la carga se realiza cuando el balde es empujado y elevado a la vez por la zona de carga” (TECSUP, 2014, pág. 111).

FIGURA 4. 8

PLANO DETALLADO DE SISTEMA DE IZAJE



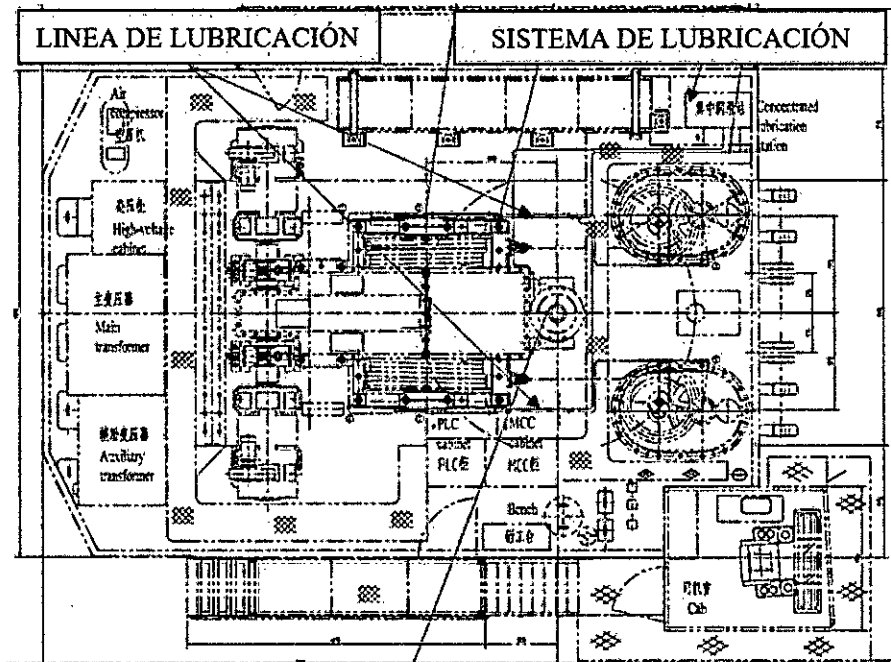
Fuente: Plano de Pala Electromecánica TZ

### 5.- Sistema de Lubricación

El sistema de lubricación es comprendido por un tanque de aceite, motores eléctricos, bombas y tuberías de distribución de aceite por los puntos principales de transmisiones y articulaciones.

FIGURA 4. 9

PLANO DE SISTEMA DE LUBRICACIÓN



Fuente: Plano de Pala Electromecánica TZ

### 6.- Sistema Eléctrico

“Esta pala minera es impulsada y controlada por electricidad. Los motores eléctricos conectados a transmisiones mecánicas impulsan todas las funciones de la pala electromecánica.” (TECSUP, 2014, pág. 106)

El sistema de distribución eléctrico de la mina suministra corriente alterna a la pala a través de un cable alimentado de la red principal de alimentación que se conecta en la parte trasera de la base inferior. Se transfiere la potencia del conector del cable de alimentación en el chasis inferior al chasis superior (giratorio) a través de un sistema de colectores de alto voltaje localizado entre los chasis superior e inferior de la pala electromecánica. El alto voltaje

#### **4.4 Escenario de estudio**

Las flotas de Palas Electromecánicas TZ actualmente trabajan en la mina 3 y 4 a tajo abierto en producción netamente de mineral de hierro, estas palas se encuentran operando a 450 metros sobre el nivel del mar en la costa peruana solo a 16 km de la orilla del mar.

#### **4.5 Población y Muestra**

##### **4.5.1 Población**

Es un conjunto grande y complejo de individuos, elementos o unidades que presentan características comunes y observables. Es el conjunto de elementos, finito o infinito, definido por una o más características de todos los elementos que lo componen. (Flores Sánchez, Curso de Tesis, 2017)

El nuestro caso la investigación se realizó considerando como población 6 palas electromecánicas TZ modelo WK-12 considerando como referencia 6 sistemas que comprende la pala: Sistema de izaje, Sistema de Rotación, Sistema de Marcha, Sistema de excavación, Sistema de lubricación y Sistema Eléctrico.

Los activos de la minera son codificados por 6 dígitos, los dígitos correspondientes a las Palas Electromecánicas TZ son 003-035, 003-036, 003-037, 003-038, 003-039 y 003-040.



#### **4.5.2 Muestra**

Es un subconjunto de las unidades de observación comprendidas en un marco, que es representativo de ésta y que se somete a la observación rigurosa, con el propósito de obtener informaciones o apreciaciones validas también para la población. (Flores Sánchez, Curso de Tesis, 2017).

Para el presente estudio tomamos como muestra no probabilística tres palas que están comprendidas en un porcentaje de 50% y es mayor que el mínimo recomendado, por ser la población no muy extensa, los 6 dígitos de la pala son 003-035, 003-036 y 003-037 como 6 dígitos asignados al equipo, tomamos en consideración estas palas por el siguiente criterio.

#### **4.6 Técnicas para recolección de datos**

En el presente trabajo de investigación se recolecto datos para luego ser procesadas con instrumentos adecuados para poder analizar y definir estrategias adecuadas de Gestión de Mantenimiento de las Palas Electromecánicas., utilizamos 4 herramientas principales para poder evaluar la Gestión actual de la Empresa con respecto a las flotas de palas electromecánicas TZ en la minera.

Se revisó informes históricos del equipo proporcionado por el área de Taller de Palas y Perforadoras, Planeamiento y Programación de Mantenimiento – Mina.

Histórico de registros de fallas y demoras de las palas de sistema de operaciones y mantenimiento de la empresa.

En la recolección de datos usamos diferentes técnicas de recolección de datos, pero los más usados e importantes fueron los siguientes.

- Información encontrada en la base de datos del área de planeamiento y programación de mantenimiento.
- Información seleccionada de operaciones y performance de la empresa.
- Información brindada por el funcionario y supervisor encargados de supervisar la ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos del taller de Palas y Perforadoras.

#### **4.6.1 Auditoria de Mantenimiento**

Las Palas de la empresa minera Shougang Hierro Perú. S.A.A. están funcionando actualmente, entonces para tener un panorama más real de la gestión actual que se viene realizando de propuso realizar una auditoría de mantenimiento con el método de encuestas a las áreas involucradas principales.

En esta investigación se realizó encuesta al personal responsable del área involucrado en los mantenimientos, utilizando como técnicas de análisis el radar de mantenimiento.

En nuestra encuesta se escogió categorías de la gestión del mantenimiento en las siguientes áreas:

- **Taller de Palas**, se consideró 6 categorías son la Organización, Planeamiento, Recursos Humanos, Abastecimiento, Ejecución, Supervisión y Control del Mantenimiento.
- **En almacén**, se consideró 6 categorías son la Organización, Planeamiento, Recursos Humanos, Abastecimiento, Ejecución, supervisión y Control del Mantenimiento.
- **En Operaciones**, se consideró 6 categorías son la Organización, Planeamiento, Recursos Humanos, Abastecimiento, Ejecución, Supervisión y Control del Mantenimiento.
- **Planeamiento y Programación de Mantto**, se consideró 6 categorías son la Organización, Planeamiento, Recursos Humanos, Abastecimiento, Ejecución, Supervisión y Control del Mantenimiento.

En la evaluación de estas categorías se obtuvo un resultado General,

Para tener un mejor panorama de la gestión se propuso encuestar a los responsables (jefes) de área y supervisores quienes son las personas que tienen un conocimiento global del estado actual de su área, conocen las fortaleza y debilidades en su área, Las Principales áreas involucradas en la gestión de mantenimiento son lo siguiente.

1.- En el Taller de Palas y Perforadoras.

- Responsable de Taller Mecánico de Palas.
- Responsable de Taller Eléctrico de Palas.
- Responsable de Taller de Soldadura de Palas.
- Responsable de Taller de Lubricación de Palas.

2.- Área de Almacén mina.

- Responsable de Almacén.

3.- En Operaciones se encuestó al siguiente personal.

- Supervisor 1 de Palas.
- Supervisor 2 de Palas.
- Supervisor 3 de Palas.

4.- Área de Planeamiento y Programación de Mantenimiento

- Planner de Mantenimiento.

Para poder realizar un análisis de la Gestión de Mantenimiento real se realizaron entrevistas a los involucrados de las áreas ya mencionadas, la encuesta consistió en planteamientos de puntos estratégicos con respecto a la Gestión de Mantenimiento en los talleres, operaciones y almacén, logrando tener una evaluación del estado actual de la gestión para poder analizar y tomar decisiones con respecto a las mejoras a plantear.

**a. Recolección de datos de la auditoria de mantenimiento.**

Las respuestas a la formulación de preguntas están basadas generalmente a 6 categorías como ya la mencionamos.

Códigos de resumen de respuestas de encuestados:

**M:** Respuesta del responsable de taller mecánico de palas

**E:** Respuesta del responsable de taller eléctrico de palas.

**S:** Respuesta del responsable de taller de soldadura de palas.

**L:** Respuesta del responsable de Taller de Lubricación.

**A:** Respuesta del responsable de Almacén.

**P:** Respuesta del planner de mantenimiento.

**O1:** Respuesta del supervisor del 1° Turno de Operaciones.

**O2:** Respuesta del supervisor 2° Turno de Operaciones.

**O3:** Respuesta del supervisor 3° Turno de Operaciones.

**b. Tabla de escueta de campo de Organización**

**TABLA 4. 3**

**DATOS EN LA CATEGORÍA DE ORGANIZACIÓN**

Recolección de datos Auditoría de Mantenimiento												
Encuestador	A.G.C.S.	Organización	Shougang Hierro Perú S.A.A.									
Auditoría	Organización - Gestión de Mantenimiento											
Aprobado:	J.G.F.S.	Fecha:	miércoles, 20 de Setiembre de 2017									
N°	Preguntas	Peso	M	E	S	L	A	P	O1	O2	O3	%
1.1	¿ El manual de Organización y funciones esta definido en su área ?	0/10	0	0	5	6	5	5	9	9	8	52%
1.2	¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización ?	0/10	0	0	5	5	5	4	9	9	9	51%
1.3	¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas ?	0/10	7	7	9	6	8	8	9	9	8	79%
1.4	¿ Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos ?	0/10	8	8	9	6	8	8	10	9	9	83%
1.5	¿ Cual es el cumplimiento y uso de equipos en su área ?	0/10	5	5	8	7	6	9	9	9	8	73%
1.6	¿ hay capacitación al personal de mantenimiento del área ?	0/10	0	5	4	5	0	3	9	7	7	44%
1.7	¿ Hay un sistema claro de designación de prioridades ?	0/10	7	9	8	8	0	8	10	9	9	76%
1.8	¿Este sistema se utiliza correctamente?	0/10	7	9	8	8	0	8	10	9	8	74%
1.9	¿ Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento ?	0/10	5	7	8	5	5	8	9	9	8	71%
1.10	¿ Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia ?	0/10	8	9	8	7	5	8	9	9	9	80%
1.11	¿ Como considera la respuesta de sus pedido de parte de la jefatura ?	0/10	7	9	8	7	0	7	10	9	8	72%
PROMEDIO			49%	62%	73%	64%	38%	69%	94%	88%	83%	69%

Fuente: Elaboración propia

**c. Tabla de escueta de campo de Planeamiento**

**TABLA 4. 4**

**DATOS EN LA CATEGORÍA DE PLANEAMIENTO**

Recolección de datos Auditoría de Mantenimiento												
Encuestador	A.G.C.S.	Planeamiento	Shougang Hierro Perú S.A.A.									
Auditoría	Planeamiento - Gestión de Mantenimiento de Palas											
Aprobado:	J.G.F.S.	Fecha:	miércoles, 20 de Setiembre de 2017									
N°	Preguntas	Peso	M	E	S	L	A	P	O1	O2	O3	%
2.1	¿ Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo ?	0/10	5	0	6	8	5	8	10	9	9	67%
2.2	¿ Cómo es el cumplimiento de los mantenimiento preventivos ?	0/10	6	7	3	4	7	6	6	9	9	63%
2.3	¿ Hay claridad en las ordenes de mantenimiento o vales de pedido ?	0/10	6	6	4	7	8	8	9	9	8	72%
2.4	¿ Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar ?	0/10	7	3	6	7	7	7	6	9	9	68%
2.5	¿ Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área ?	0/10	8	8	8	7	7	8	9	9	8	80%
2.6	¿ Como es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimier	0/10	7	8	7	7	5	6	9	8	7	71%
2.7	¿ Hay inspección periódica de fundonamiento de los equipos ?	0/10	6	6	8	7	8	8	9	9	8	77%
2.8	¿ Existe un sistema de calidad ?	0/10	0	0	6	0	4	4	5	7	6	36%
2.9	¿ Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas ?	0/10	6	8	7	4	6	8	7	8	8	69%
2.1	¿ El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante ?	0/10	5	5	3	8	7	8	9	9	7	68%
2.11	¿ se han analizado los fallos críticos en las palas ?	0/10	6	7	4	8	6	5	9	7	8	67%
2.12	¿ El plan de mantenimiento se realiza ?	0/10	7	7	7	4	6	6	9	9	8	70%
2.13	¿ Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos ?	0/10	7	3	4	8	7	8	9	7	8	68%
2.14	¿ Los equipos son entregados a tiempo para su Manto. Preventivos?	0/10	6	4	1	7	7	5	6	8	5	54%
2.15	¿ Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	0/10	4	0	3	7	0	4	5	6	6	39%
PROMEDIO			57%	48%	51%	62%	60%	66%	78%	82%	76%	65%

Fuente: Elaboración propia

d. Tabla de escueta de campo de Recursos Humanos

TABLA 4. 5

DATOS EN LA CATEGORÍA DE RECURSOS HUMANOS

Recolección de datos Auditoría de Mantenimiento												
Encuestador	A.G.C.S.	Recursos Humanos	Shougang Hierro Perú S.A.A.									
Auditoría	Recursos Humanos - Gestión de Mantenimiento											
Aprobado:	J.G.F.S.	Fecha:	miércoles, 20 de Setiembre de 2017									
N°	Preguntas	Peso	M	E	S	L	A	P	O1	O2	O3	%
3.1	¿ Existe el personal necesario para el mantenimiento ?	0/10	6	10	1	5	8	7	5	7	6	61%
3.2	¿ Cual es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento ?	0/10	6	6	9	8	8	7	9	9	8	78%
3.3	¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento ?	0/10	7	9	9	8	7	8	10	9	8	83%
3.4	¿ Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos ?	0/10	7	8	9	8	5	7	7	8	7	73%
3.5	¿ Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento ?	0/10	7	7	8	8	8	8	9	9	8	80%
3.6	¿ Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento ?	0/10	7	5	8	8	8	8	9	9	8	78%
3.7	¿ Cómo considera la política de incentivo al personal ?	0/10	7	0	5	4	0	6	8	7	8	50%
3.8	¿ Cómo es el compromiso del personal en su área ?	0/10	7	5	9	8	7	7	9	9	8	77%
3.9	¿ Cómo es el estímulo a la innovación del personal ?	0/10	7	0	7	6	7	7	9	7	7	63%
3.10	¿ Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento ?	0/10	6	7	8	4	7	8	7	6	6	66%
PROMEDIO			67%	57%	73%	67%	65%	73%	82%	80%	74%	71%

Fuente: Elaboración propia

e. Tabla de escueta de campo de Abastecimiento

TABLA 4. 6

DATOS EN LA CATEGORÍA DE ABASTECIMIENTO

Recolección de datos Auditoría de Mantenimiento												
Encuestador	A.G.C.S.	Abastecimiento	Shougang Hierro Perú S.A.A.									
Auditoría	Abastecimiento - Gestión de Mantenimiento de Taller de Palas											
Aprobado:	J.G.F.S.	Fecha:	miércoles, 20 de Setiembre de 2017									
N°	Preguntas	Peso	M	E	S	L	A	P	O1	O2	O3	%
4.1	¿ Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto ?	0/10	7	5	8	6	7	5	7	5	8	64%
4.2	¿ Cómo esta el procedimiento para el pedido de compra de repuesto ?	0/10	6	5	8	5	6	7	6	7	6	62%
4.3	¿ Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido ?	0/10	6	8	9	8	7	8	7	7	6	73%
4.4	¿ Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su p	0/10	7	5	9	8	8	7	7	7	7	72%
4.5	¿ Cómo es la base de datos de repuestos ?	0/10	6	8	7	8	7	7	6	5	7	68%
4.6	¿ Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo ?	0/10	7	2	8	8	6	6	7	5	6	61%
4.7	¿ hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos ?	0/10	8	6	3	6	6	7	7	6	6	61%
4.8	¿ hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuest	0/10	5	5	6	7	7	7	6	5	7	61%
PROMEDIO			65%	55%	73%	70%	68%	68%	66%	59%	66%	65%

Fuente: Elaboración propia.

f. Tabla de escueta de campo de Ejecución

TABLA 4. 7

DATOS EN LA CATEGORÍA DE EJECUCIÓN

Recolección de datos Auditoría de Mantenimiento														
Encuestador	A.G.C.S.	Ejecución	Shougang Hierro Perú S.A.A.											
Auditoría	Ejecucións - Gestión de Mantenimiento de Palas													
Aprobado:	J.G.F.S.	Fecha:	miércoles, 20 de Setiembre de 2017											
N°	Preguntas		Peso	M	E	S	L	A	P	O1	O2	O3	%	
5.1	¿ Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado ?		0/10	7	6	8	8	7	7	9	9	8	77%	
5.2	¿ Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado ?		0/10	7	7	3	5	6	8	7	9	8	67%	
5.3	¿ Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?		0/10	7	10	5	8	6	7	9	8	7	74%	
5.4	¿ Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos ?		0/10	7	6	5	9	7	7	10	9	8	76%	
5.5	¿ Cómo considera el control de los componentes de los equipos ?		0/10	7	4	5	9	6	7	9	8	8	70%	
5.6	¿ Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos ?		0/10	8	8	7	8	6	7	9	9	9	79%	
5.7	¿ Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento ?		0/10	7	8	7	7	5	7	10	9	9	77%	
5.8	¿ Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario ?		0/10	8	9	2	8	7	8	9	9	8	76%	
5.9	¿ Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos ?		0/10	7	6	5	8	7	8	7	8	8	71%	
5.10	¿ El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?		0/10	7	9	8	6	8	8	9	8	7	78%	
5.1	¿ Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo ?		0/10	6	8	9	8	8	7	9	8	9	80%	
PROMEDIO					71%	74%	58%	76%	66%	74%	88%	85%	81%	75%

Fuente: Elaboración propia

g. Tabla de escueta de campo de Supervisión y Control.

TABLA 4. 8

DATOS EN LA CATEGORÍA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Recolección de datos Auditoría de Mantenimiento														
Encuestador	A.G.C.S.	Superv. Y Control	Shougang Hierro Perú S.A.A.											
Auditoría	Sup. Y Control - Gestión de Mantenimiento de Palas													
Aprobado:	J.G.F.S.	Fecha:	miércoles, 20 de Setiembre de 2017											
N°	Preguntas		Peso	M	E	S	L	A	P	O1	O2	O3	%	
6.1	¿ cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento ?		0/10	7	9	8	8	7	8	10	9	9	83%	
6.2	¿ Existe un registro de incidencias en mantenimiento ?		0/10	6	9	8	8	0	5	9	8	8	68%	
6.3	¿ Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento ?		0/10	7	10	8	8	6	7	9	8	8	79%	
6.4	¿ Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados ?		0/10	6	7	9	5	7	7	9	9	9	76%	
6.5	¿ La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento ?		0/10	7	8	9	6	7	8	10	9	9	81%	
6.6	¿ Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento ?		0/10	5	9	9	8	7	8	9	0	5	67%	
6.7	¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?		0/10	7	6	9	9	8	8	9	8	7	79%	
6.8	¿ Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas ?		0/10	7	7	8	8	8	9	9	8	7	79%	
6.9	¿ La supervisión cumple con los objetivos esperados ?		0/10	7	6	9	6	7	8	10	9	8	78%	
6.10	¿ Tiene los equipos necesarios para la supervisión ?		0/10	5	8	4	5	6	4	9	9	8	64%	
6.11	¿ Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos ?		0/10	6	5	8	5	7	5	7	8	7	64%	
6.12	¿ El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada ?		0/10	7	5	8	5	7	5	6	7	5	61%	
PROMEDIO					64%	74%	81%	68%	64%	68%	88%	77%	75%	73%

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.6.2 Análisis de Disponibilidades de las Palas

##### a. Recopilación de información para indicadores de palas electromecánica

Para nuestra recolección y generar los indicadores de mantenimientos, se usó del sistema de Control de operaciones mina.

FIGURA 4. 10

ICONO DE SISTEMA DE GESTIÓN DE LA EMPRESA S.H.P.



Fuente: Sistema de Shougang Hierro Perú

Imagen 4.2.2.2.1 En esta imagen se tiene el icono de Sistemas principales.

Para nuestro caso usamos el sistema de control de operaciones y luego En la opción de eficiencia y demoras de equipos extraemos información de demoras en los equipos.



A continuación, generamos tabla de memoras mecánicas, Eléctricas, falta de repuestos y demoras por Mantenimientos Preventivos.

TABLA 4. 10

DEMORAS MECÁNICAS DE FLOTA DE PALAS TZ AÑO 2016

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUM. EQ.
003-035	46.52	125.10	88.92	4.55	11.90	16.95	73.60	42.48	23.05	73.60	39.18	73.60	619.45
003-036	26.02	27.65	34.53	28.25	-	-	-	-	-	-	25.20	-	141.65
003-037	42.62	40.72	58.88	184.18	82.12	57.57	44.48	34.28	10.68	44.48	30.85	44.48	675.35
003-038	43.55	38.60	36.08	37.38	20.87	17.48	28.60	24.77	40.57	28.60	67.13	28.60	412.23
003-039	34.63	27.00	36.00	16.40	45.80	27.60	49.78	21.43	8.28	49.78	41.98	49.78	408.48
003-040	32.83	28.68	68.20	14.80	18.80	35.77	27.03	105.42	72.72	27.03	82.22	27.03	540.53

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

TABLA 4. 11

DEMORAS ELÉCTRICAS DE FLOTA DE PALAS TZ AÑO 2016

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUM. EQ.
003-035	27.87	11.43	12.58	2.40	3.12	17.32	15.92	35.95	60.92	15.92	3.13	15.92	222.47
003-036	55.27	57.87	19.72	11.58	-	-	-	-	0.48	-	5.02	-	149.93
003-037	8.42	35.60	6.85	10.72	11.12	7.68	5.28	25.87	46.02	5.28	0.75	5.28	168.87
003-038	24.12	11.35	21.93	7.12	20.65	35.75	25.83	13.62	6.23	25.83	11.88	25.83	230.15
003-039	17.18	15.87	7.12	7.80	4.93	10.27	3.58	10.97	6.67	3.58	18.63	3.58	110.18
003-040	16.02	19.36	22.25	15.80	30.62	17.58	9.53	14.45	38.78	9.53	20.40	9.53	223.88

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

TABLA 4. 12

DEMORAS POR FALTA DE REPUESTO FLOTA DE PALAS TZ AÑO 2016

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUM. EQ.
003-035	-	-	-	-	-	-	5.42	29.48	-	5.42	-	5.42	45.73
003-036	21.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.75
003-037	-	-	-	8.12	7.12	-	-	-	-	-	-	-	15.23
003-038	-	-	-	-	185.88	-	-	-	-	-	-	-	185.88
003-039	3.40	-	-	-	-	-	11.62	10.22	-	11.62	-	11.62	48.47
003-040	-	-	-	-	-	16.00	54.03	-	-	54.03	6.25	54.03	184.35

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

TABLA 4. 13

DEMORAS POR MANTTO. PREV. DE FLOTA DE PALAS TZ AÑO 2016

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUM. EQ.
003-035	39.43	-	8.00	54.13	40.83	49.28	23.42	8.48	40.58	23.42	43.33	23.42	354.33
003-036	13.60	9.50	50.23	26.90	-	-	-	-	-	-	-	-	100.23
003-037	48.00	23.05	31.58	38.68	17.03	18.75	43.50	7.90	-	43.50	43.00	43.50	358.50
003-038	7.50	48.00	30.48	9.38	24.53	26.83	7.50	20.97	-	7.50	22.03	7.50	212.23
003-039	48.40	11.33	40.67	49.18	21.27	10.25	47.15	66.00	-	47.15	51.00	47.15	439.55
003-040	32.40	14.33	22.90	40.08	7.70	33.58	14.72	33.52	27.25	14.72	39.50	14.72	295.42

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

Luego de Generar las tablas de demoras procedemos a generar nuestra tabla de disponibilidades teniendo en cuenta que se considera 24 hrs. diarias de trabajo en los equipos, y como resultado obtenemos la tabla siguiente.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{24 \cdot (\text{N}^\circ \text{ de días al mes}) - \text{Demoras}(\text{mec, Eléc, Falta de Rep, Mantto. Prev.})}{24 \cdot (\text{N}^\circ \text{ de días al mes})} \cdot 100\%$$

TABLA 4. 14

TABLA DE DISPONIBILIDAD DE FLOTA DE PALAS TZ AÑO 2016

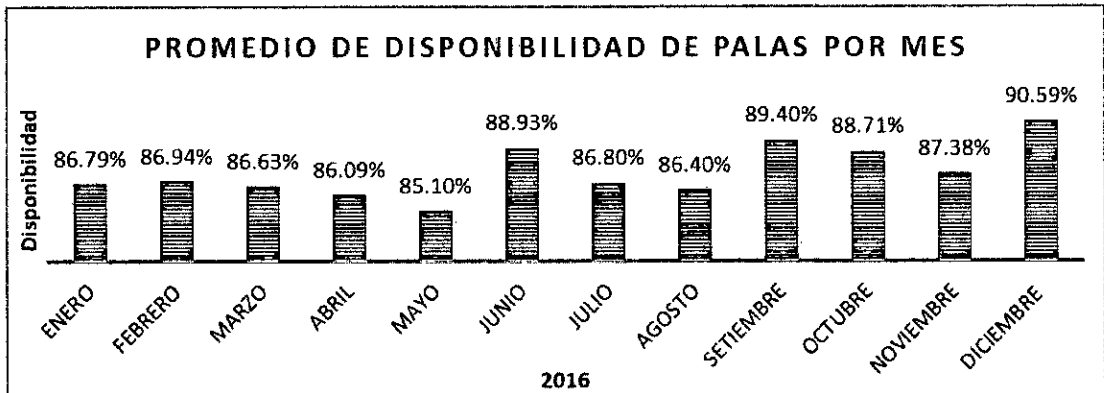
EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ACUM. EQ.
003-035	84.70%	80.38%	85.28%	91.52%	92.49%	88.40%	84.09%	84.35%	82.70%	84.82%	88.10%	84.82%	85.97%
003-036	84.32%	86.35%	85.96%	90.73%	EQUIPO EN OVERHAUL						95.80%	100.00%	90.53%
003-037	86.69%	85.72%	86.92%	66.43%	84.22%	88.33%	87.46%	90.85%	92.13%	87.46%	89.64%	87.46%	86.11%
003-038	89.90%	85.93%	88.10%	92.52%	66.14%	88.88%	91.68%	92.02%	93.50%	91.68%	85.97%	91.68%	88.16%
003-039	86.07%	92.21%	88.74%	89.81%	90.32%	93.32%	84.93%	85.40%	97.92%	86.49%	84.50%	88.49%	88.85%
003-040	89.08%	91.03%	84.76%	90.18%	92.32%	85.70%	85.84%	79.38%	80.73%	93.11%	80.26%	93.11%	87.13%

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

## Resultados de Disponibilidad en el año 2016

GRÁFICA 4.1

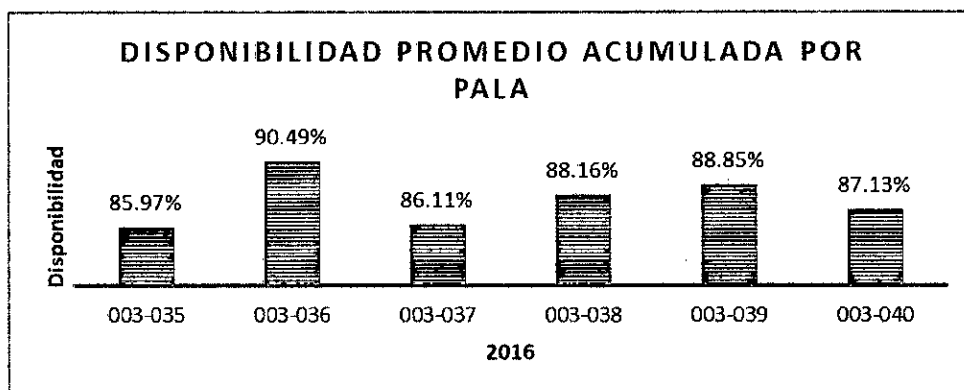
### DISPONIBILIDAD DE PALAS POR MES - AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información de performance

GRÁFICA 4.2

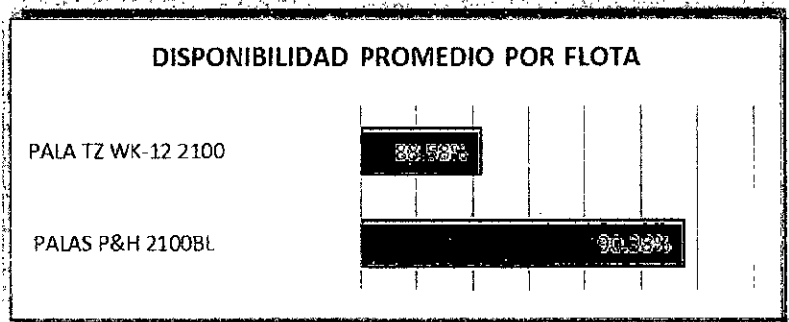
### DISPONIBILIDAD ACUMULADA DE LAS PALAS - AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información de performance

GRÁFICA 4.3

COMPARACIÓN DE DISPONIBILIDAD PROMEDIO ACUMULADO DE LAS FLOTAS - AÑO 2016.



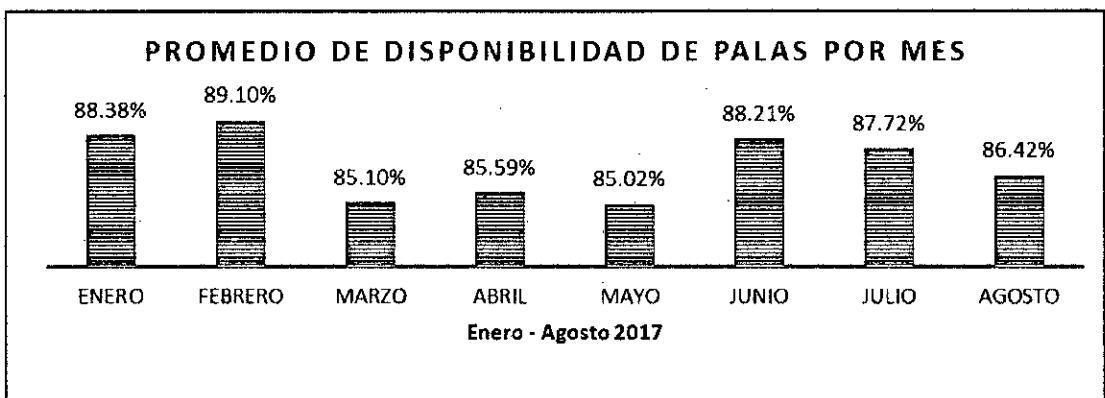
Fuente: Elaboración propia con información de performance.

En esta tabla indicamos la comparación de la disponibilidad promedio de las flotas de Palas durante el año 2016.

**b. Resultados de Disponibilidad en el año 2017**

GRÁFICA 4.4

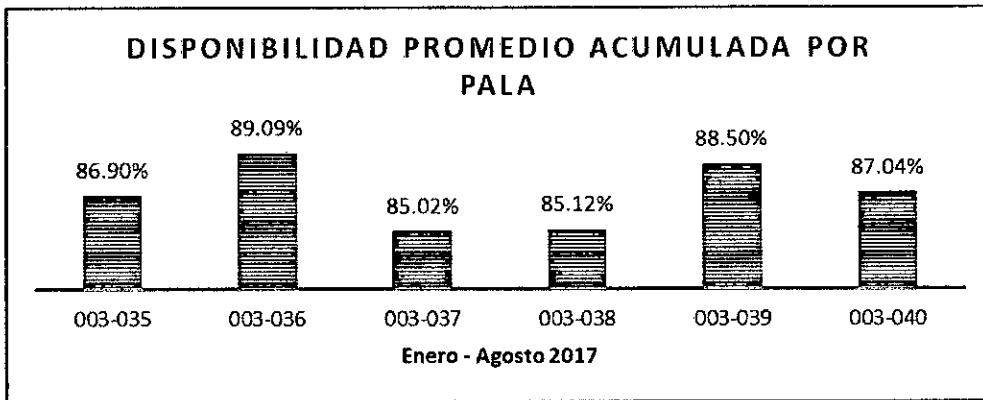
PROMEDIO DE DISPONIBILIDAD ACUMULADA HASTA AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de performance de equipo SHP.

GRÁFICA 4.5

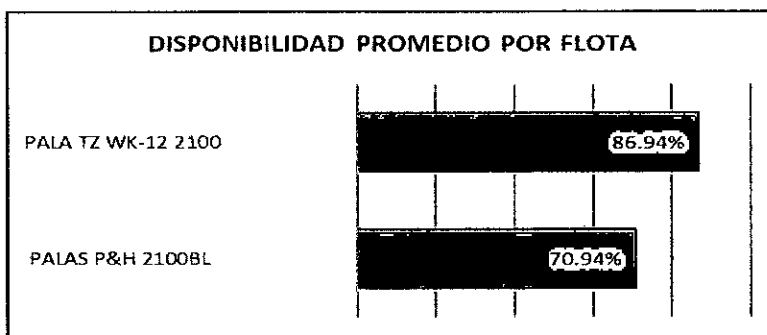
DISPONIBILIDAD POR MES DE LAS PALAS EN EL - AÑO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de performance de equipo SHP.

GRÁFICA 4.6

DISPONIBILIDAD PROMEDIO ACUMULADA POR PALAS EN EL AÑO 2017



Fuente: Elaboración propia

En esta tabla indicamos la disponibilidad comparativa promedio por flota de palas en el año 2017.

### 4.6.3 Análisis de MTTF y MTTR

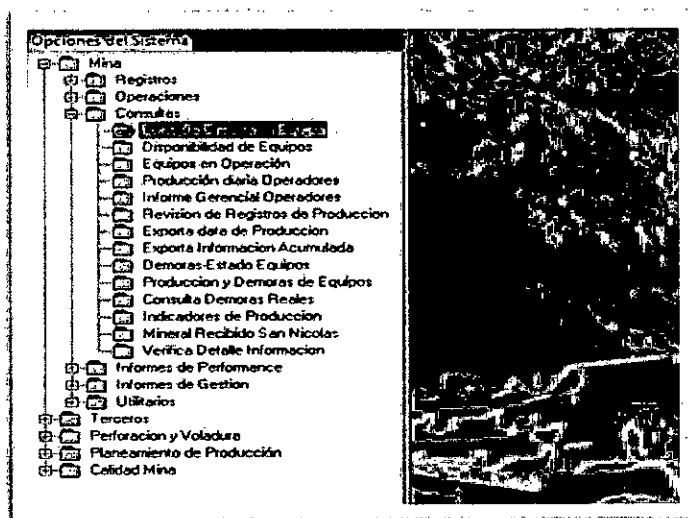
Con el análisis de la información de demoras de equipos, se logró identificar las demoras y fallas más comunes según codificación de fallas en el sistema de mantenimiento de la empresa de las palas Electromecánica TZ modelo WK-12 y también se logró generar los indicadores de mantenimiento para el análisis.

El análisis de estos indicadores lo realizaremos detalladamente con respecto a estas tres palas que designamos como nuestra población con respecto al año 2015, 2016 y 2017 que son las siguientes.

En la Pala Electromecánica 003-035, 003-036 y 003-037 con respecto al año 2017 Para analizar la información de fallas reportadas se exporta información del sistema de perforaciones mina en la opción a continuación.

FIGURA 4. 12

#### SISTEMA A CONSULTA DEMORAS POR EQUIPOS



Fuente: Sistema de control de operación - SHP.

Luego el siguiente procedimiento es escoger el rango de fecha de demoras.



FIGURA 4. 13

BASE DE DATOS DE DEMORAS DE EQUIPOS S.H.P.

Shengong Heavy Pwd S A A

Informe de Demoras

Equipo: 003036

Del: 01/01/2017 Al: 01/01/2017 Turno: %

Página: 1 / 188 Fecha: 21/10/2017 Hora: 13:23:42

Demora	Hra Inicio	Hra Final	Tiempo	Fecha	Turno	Indicencia	Operador
INSPECC PERSONAL OPERACIONES	00:15	00:25	0:10	05/05/2017	3	INSPECC PERSONAL OPERACIONES	021016
CAMBIO GUARDIA EXTENDIDO	00:00	00:15	0:15	05/05/2017	3	CAMBIO DE GUARDIA	021016
PRODUCC RESTRINIDA	13:50	14:00	1:10	06/05/2017	1		210200
INSPECC PERSONAL OPERACIONES	00:20	00:40	0:10	06/05/2017	1	INSPECC PERSONAL OPERACIONES	210200
ENTRENAM - CHARLAS SEGURIDAD	00:15	00:30	0:15	06/05/2017	1	ENTRENAM - CHARLAS SEGURIDAD	210200
TRASLADO POR OPERACION	10:00	:	0:10	06/05/2017	1	Regimen Demora Constante	000000
TRASLADO POR DISPARO	00:40	09:35	0:50	06/05/2017	1	CABLE IZAR PICADO	210200
TRACCION LIMPIA AREA TRABAJO	10:00	:	0:30	06/05/2017	1	Regimen Demora Constante	000000
ERROR DE OPERACION	09:35	13:30	3:55	06/05/2017	1	CABLE IZAR ROTO	210200
CAMBIO GUARDIA EXTENDIDO	00:00	00:15	0:15	06/05/2017	1		210200
PALA ESPERANDO CAMION	10:00	:	0:20	06/05/2017	1	Regimen Demora Constante	000000
PLPAMA ELECTRICA	13:30	13:50	0:20	06/05/2017	1	ALARMA FALLA RECTIFICACION	210200
PRODUCC RESTRINIDA	16:00	16:45	0:45	06/05/2017	2		021016
INSPECC PERSONAL OPERACIONES	10:00	:	0:10	06/05/2017	2	Regimen Demora Constante	000000
TRASLADO POR OPERACION	10:00	:	0:10	06/05/2017	2	Regimen Demora Constante	000000
TRACCION LIMPIA AREA TRABAJO	10:00	:	0:20	06/05/2017	2	Regimen Demora Constante	000000
CAMBIO GUARDIA EXTENDIDO	20:45	24:00	0:15	06/05/2017	2	CAMBIO DE GUARDIA	021016
PALA ESPERANDO CAMION	10:00	:	0:10	06/05/2017	2	Regimen Demora Constante	000000
CAMBIO COMPONENTES ELECTRICOS	10:30	10:20	0:21	06/05/2017	2	RETIENAT/MOTOR/VENTILADOR/CAZARAZQUIERO	021016
ALMUERZO EXTENDIDO	04:30	04:40	0:10	07/05/2017	3	ALMUERZO EXTENDIDO	210373
CAMBIO GUARDIA EXTENDIDO	00:00	00:15	0:15	07/05/2017	3	CAMBIO DE GUARDIA	210373

Fuente: Sistema control de operaciones - SHP

Para poder tener un análisis más adecuada a lo que se busca se exporta la información a Excel y luego obtener el número de fallas por meses de los equipos. En este caso las demoras están codificadas por tipo de demoras que son por demoras mecánicas, eléctricas o de operaciones.

Por lo tanto, lo que se tiene que hacer es identificar los códigos que ameriten demoras mecánicas eléctricas y de lubricación, para poder generar nuestro tiempo medio entre fallas de las palas.

Tablas de Códigos de demoras utilizadas en las Palas Electromecánicas para nuestro diagrama de Pareto:

A continuación, se detalla las tablas de tipos de demoras.

**Demoras mecánicas:**

TABLA 4. 15

TABLA DE CODIGOS DE DEMORAS MECÁNICAS

COD	DESCRIPCION	COD	DESCRIPCION
117	FALLA DISEÑO DEL EQUIPO	521	CREMALLERA
125	RETIRO TEMPORAL	522	LAPIZ
162	MANTTO. Y/O REP. APROVE. PARADA EQ.	525	CAMBIO PARTES DESGASTADAS
168	FALTA PERSONAL TALLERES	528	REFRIGERACION
170	FALTA ACCESORIOS AUX. MENORES	529	REPARACION SISTEMA DE FRENOS
213	PARADA ACCID. OPER. HASTA REP.	533	CAJA
242	PARADA SERV/REPARACION MENOR DE PALAS	535	TRANSMISION
500	REPARACION MECANICA	538	ARRANCADOR PEGADO
503	REPARAC. MEC. ACCID. O DISPARO	541	REPARACION SISTEMA DE TENSION
504	FALTA DE MECANICO	542	GRILLETE DE CADENA
505	ESPERANDO MECANICO	545	PINEÑ DE ORUGA
507	ESPERA COPONENT. MEC. EN REPARACION	546	CAMBIANDO CABLES DE METAL
508	REPARA. ESPERA EQUIPO AUXILIAR	556	REP. SIST. DE ALIMENTACION
509	REPARACION DE MOTOR	557	REPARACION DE TUBERIAS
512	FUGA DE ACEITE	562	FAJA DE VENTILADOR
513	ERROR MECANICO	564	MEC. NO PROG. DOMN. / FERIADO
517	BLOWER	565	BALDE
518	TORNAMESA	570	SISTEMA DE GATAS
519	SISTEMA DE CADENAS	580	FUGA DE HIDROLINA
520	DESCARRILAMIENTO	585	FALTA MOV. PERS. MEC. DE CAMPO.

Fuente: Elaboración propia con información de códigos de la empresa S.H.P.

## Demoras Eléctricas

TABLA 4. 16

TABLA DE DEMORAS ELÉCTRICAS

COD	DESCRIPCION
532	CAMBIO COMPONENTE ELECTRICO
700	REPARACION ELECTRICA
701	INSPECCION ELECTRICA TALLER
702	SISTEMA DE LUCES
703	REPAR. ELECT. ACCID. O DISPARO
704	FALTA ELECTRICISTA
705	ESPERA DE ELECTRICISTA
706	REPARACION CABLE
707	ESPERA COMPONEN. ELECT. REPARAC.
711	FALTA FOCOS PARA OPERAR
712	FALTA CABLES ELÉCTRICOS
713	ERROR ELECTRICO
717	ALTERNADOR GENERADOR
718	REPARACION DE MOTOR
728	REFRIGERACION (AIRE ACONDICIONADO)
729	FRENO ELECTRICO
738	FAJA DE ALTERNADOR
739	FAJA DE EXITADOR
741	NEUTRALIZADO
789	FALTA MOV. PERS. ELECTR. CAMPO
887	PEDIDO REPTOS. REQ. / NEW STOCK
894	AIRE ACONDICIONADO

Fuente: Elaboración propia con información de la empresa S.H.P.

### Demoras por soldadura

TABLA 4. 17

TABLA CÓDIGOS DE DEMORAS POR SOLDADURA

COD	DESCRIPCION
506	ESPERANDO SOLDADOR
510	SOLDANDO
586	FALTA MOV. PERS. SOLD. CAMPO

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

### Demoras de Mantenimiento y Overhaul

TABLA 4. 18

TABLA DE DEMORAS POR MANTENIMIENTO Y OVERHAUL

COD	DESCRIPCION
164	MANTTO. PROG. FERIADO
171	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
176	REPARACION GENERAL

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

### Demoras Por Logística:

TABLA 4. 19

TABLA DE DEMORAS DE LOGÍSTICA

COD	DESCRIPCION
128	ESPERA REPUESTO EN STOCK
129	FALTA REPUESTOS ALMACEN
130	FALTA REPUESTO S.N. TALLER
190	FALTA DE ACCESOR. PERFORACION

Fuente: Elaboración propia con información de S.H.P.

Ahora con nuestra base de datos realizamos nuestro análisis de Pareto:

### MTTF Y MTTR DE PALA 003-035

De la información descargada del sistema y con ayuda de Excel podemos realizar una extracción de las demoras por códigos de fallas.

TABLA 4. 20

TABLA DE NUMERO DE FALLAS POR MES - 2016

EQ.	003-035	RESPONSABLE	2016											
			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
500	REPARACION MECANICA	Mecánico	11	8	11	24	2	15	12	10	2	4	6	4
700	REPARACION ELECTRICA	Eléctrico	9	15	3	11	9	7	6	7	16	11	1	3
510	SOLDANDO	Soldadura	10	4	13	13	6	5	8	8	2	8	8	13
565	BALDE	Mecánico	1	1	5	3	2	0	4	3	0	3	4	4
545	PIYES DE ORUGA	Mecánico	0	0	2	2	6	5	2	1	1	2	0	2
546	CAMBIANDO CABLES DE METAL	Mecánico	1	0	0	3	0	1	0	1	0	0	2	2
522	LAPIZ	Mecánico	0	2	4	0	1	0	1	0	0	0	0	0
529	REPARACION SISTEMA DE FRENOS	Mecánico	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	1	0
213	PARADA ACCID. OPER. HASTA REP.	Mecánico	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
542	GRILLETE DE CADENA	Mecánico	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
586	FALTA MOV. PERS. SOLD. CAMPO	Soldadura	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
129	FALTA REPUESTOS ALMACEN	Logística	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0
512	FUGA DE ACEITE	Mecánico	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
505	ESPERANDO MECANICO	Mecánico	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
702	SISTEMA DE LUCES	Eléctrico	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
506	ESPERANDO SOLDADOR	Soldadura	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
789	FALTA MOV. PERS. ELECTR. CAMPO	Eléctrico	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
504	FALTA DE MECANICO	Mecánico	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
585	FALTA MOV. PERS. MEC. DE CAMPO.	Mecánico	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
728	REFRIGERACION (AIRE ADICIONADO)	Eléctrico	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
705	ESPERA DE ELECTRICISTA	Eléctrico	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
162	MANTTO. Y/O REP. APROVE. PARADA EQ.	Mecánico	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
711	FALTA FOCOS PARA OPERAR	Eléctrico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
525	CAMBIO PARTES DESGASTADAS	Mecánico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
704	FALTA ELECTRICISTA	Eléctrico	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con información de demoras de equipos SHP.

Luego se realiza un resumen de número y tipo de fallas mensuales.

Como resultado obtenemos el siguiente resultado con respecto al año.

TABLA 4. 21

NÚMERO DE DEMORAS DE PALA 003-035

Número de demoras de la Pala 003-035												
Demoras	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mecánico	13	16	24	36	12	23	25	17	4	9	15	13
Soldadura	10	5	13	16	6	5	8	9	2	8	8	15
Eléctrico	10	18	3	13	10	7	6	9	16	11	2	3
TOTAL	33	39	40	65	28	35	39	35	22	28	25	31

\* Numero de demoras según códigos

Fuente: Elaboración propia con información de demoras de equipos – SHP.

TABLA 4. 22

TABLA DE DEMORAS DE TIEMPO PRODUCTIVO 003-035

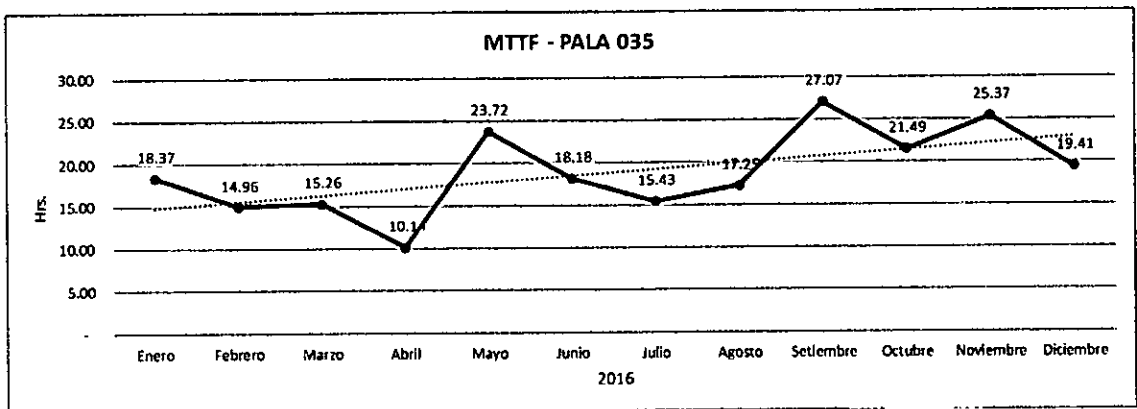
Tiempo Productivo (.Hrs) de la Pala 003-035												
Demoras	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mec + Sold	625.48	594.90	631.08	715.45	708.10	703.05	646.40	677.52	696.95	646.40	680.82	646.40
Eléctrico	644.13	708.57	707.42	717.60	716.88	702.68	704.08	684.05	659.08	704.08	716.87	704.08
TOTAL	606.18	583.47	610.50	658.92	664.15	636.45	601.65	603.60	595.45	601.65	634.35	601.65

Fuente: Elaboración propia con información de performance SHP.

Por lo tanto, generando nuestra grafica de MTTF es la siguiente.

GRÁFICA 4. 7

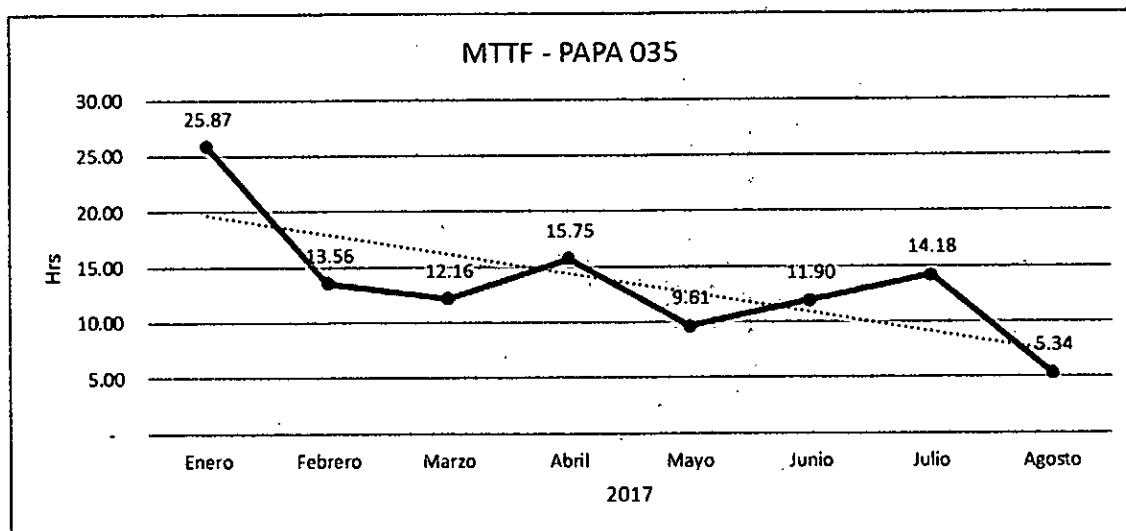
GRÁFICA DE MTTF DE LA PALA 003-035 – AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

GRÁFICA 4. 8

GRÁFICA DE MTTF DE PALA 003-035 ENERO-AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de performance.

TABLA 4. 23

TABLA TIEMPO DE INACTIVIDAD DE LA PALA 003-035 AÑO 2016

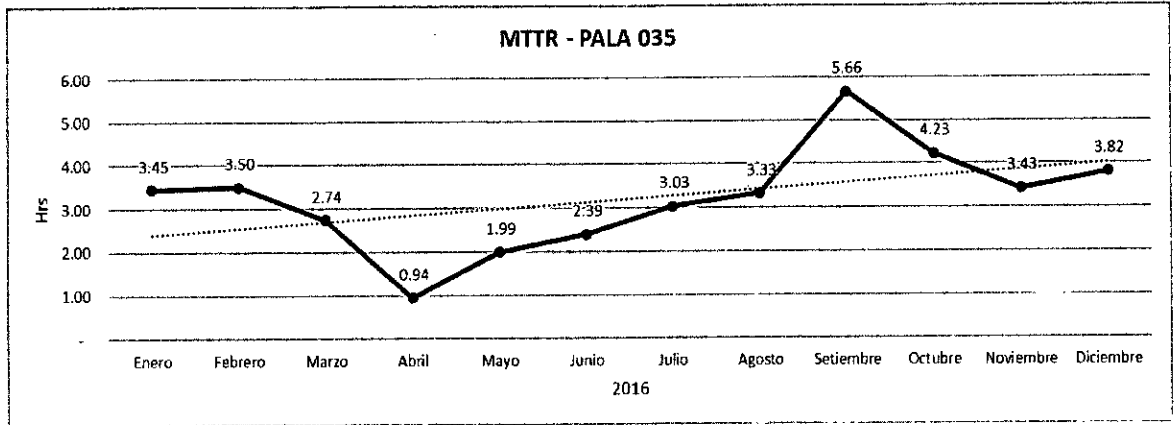
Tiempo de inactividad de la Pala 003-035												
Demoras	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mec + Sold	46.52	125.10	88.92	4.55	11.90	16.95	73.60	42.48	23.05	73.60	39.18	73.60
Eléctrico	27.87	11.43	12.58	2.40	3.12	17.32	15.92	35.95	60.92	15.92	3.13	15.92
Logística	-	-	-	-	-	-	5.42	29.48	-	5.42	-	5.42
M.P.	39.43	-	8.00	54.13	40.83	49.28	23.42	8.48	40.58	23.42	43.33	23.42
TOTAL	113.82	136.53	109.50	61.08	55.85	83.55	118.35	116.40	124.55	118.35	85.65	118.35

Fuente: Elaboración propia con información de performance.

Generamos la Gráfica de MTTR de la Pala.

### GRÁFICA 4.9

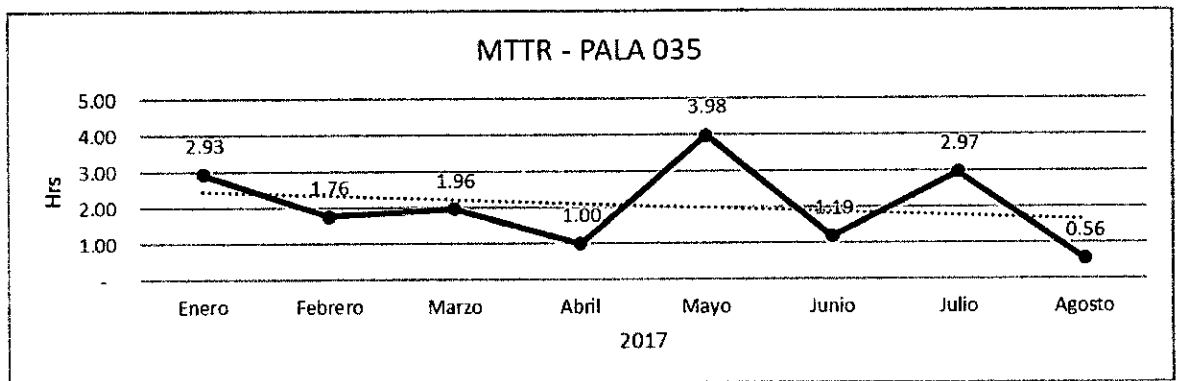
#### GRÁFICA DE MTTR DE PALA 003-035 AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia.

### GRÁFICA 4.10

#### MTTR DE PALA 003-035 ENERO-AGOSTO 2017



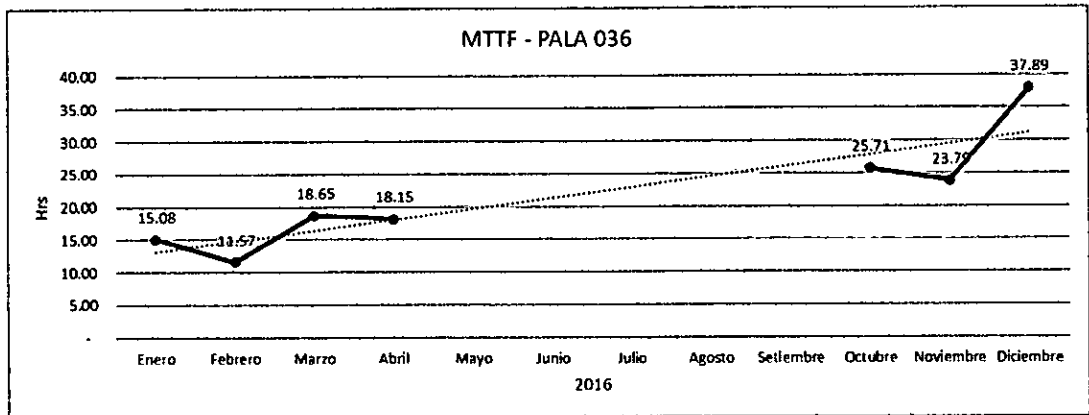
Fuente: Elaboración propia con información de SHP.



**MTTF Y MTTR DE PALA 003-036**

**GRÁFICA 4. 11**

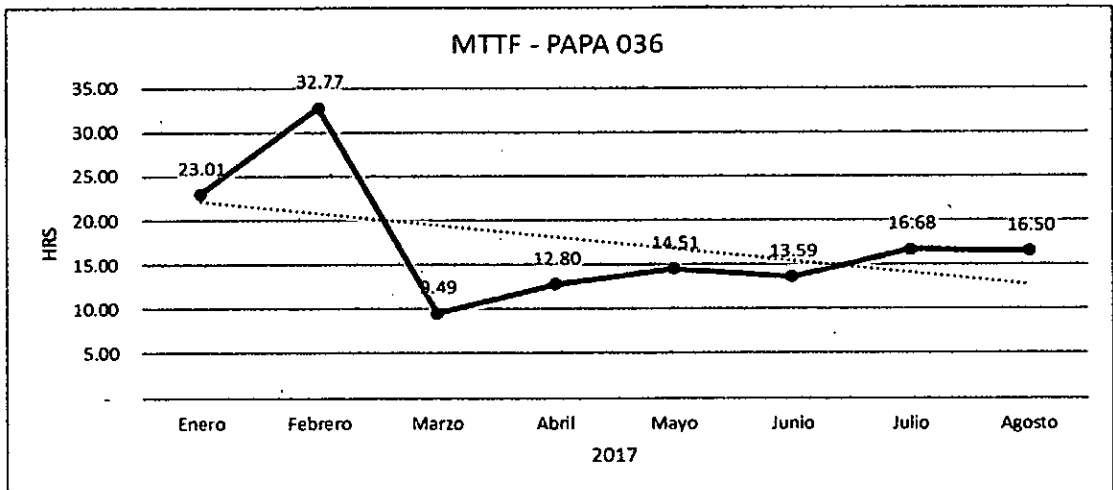
**GRÁFICA DE MTTF DE PALA 003-036 AÑO 2016**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICA 4. 12**

**MTTF DE PALA 003-036 ENERO-AGOSTO 2017**

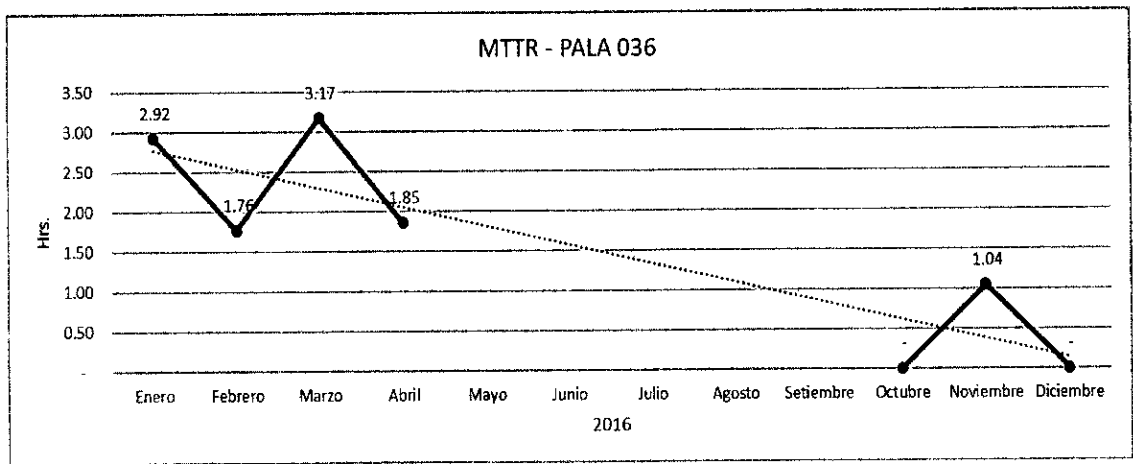


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

En la pala 036 observamos que el tiempo medio entre fallas está aumentando, es decir que la falla en el equipo está aumentando.

GRÁFICA 4. 13

MTTR DE PALA 003-036 AÑO 2016

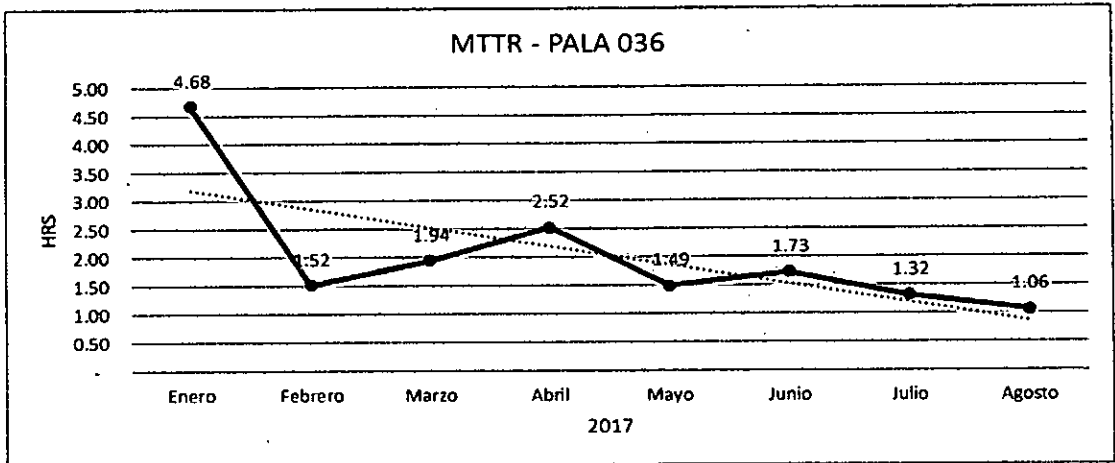


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

En esta grafica observamos que la mantenibilidad del equipo está disminuyendo, es decir a mejorado el tiempo medio de reparación del equipo, considerando que desde mayo a setiembre equipo entro a overhaul.

### GRÁFICA 4. 14

#### MTTR PALA 003-036 ENERO – AGOSTO 2017

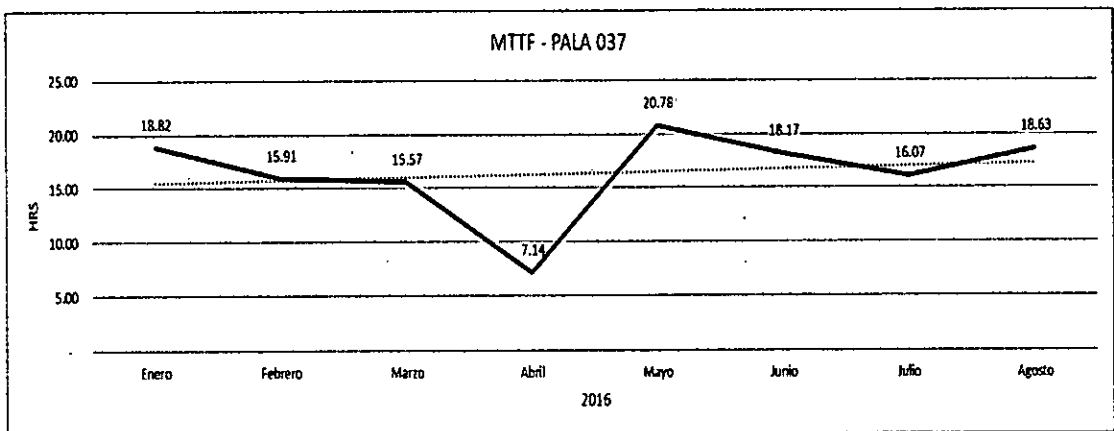


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

#### MTTF Y MTTR DE PALA 003-037

### GRÁFICA 4. 15

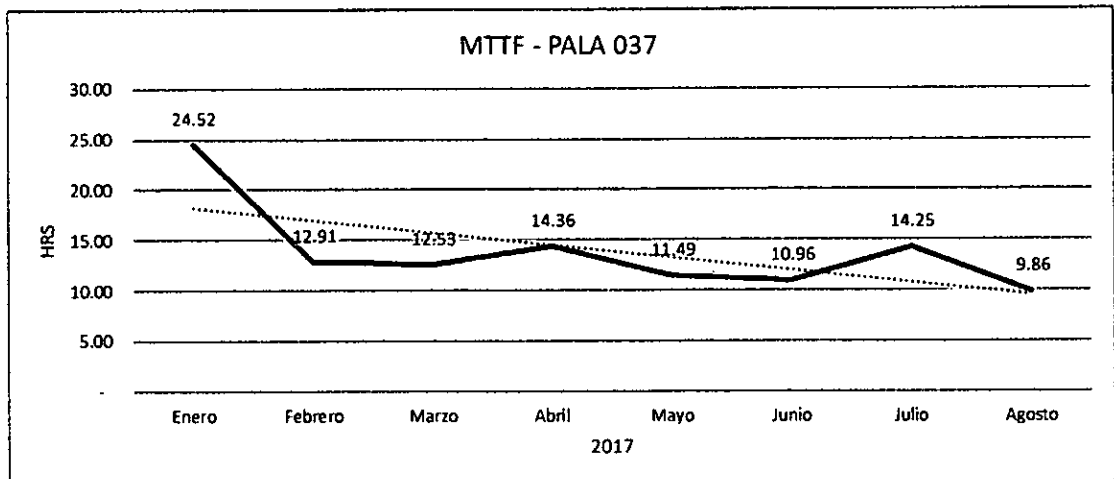
#### MTTR DE PALA 003-037. AÑO 2016



Fuente: elaboración propia con información de SHP.

GRÁFICA 4. 16

MTTF DE PALA 003-037 ENERO – AGOSTO 2017

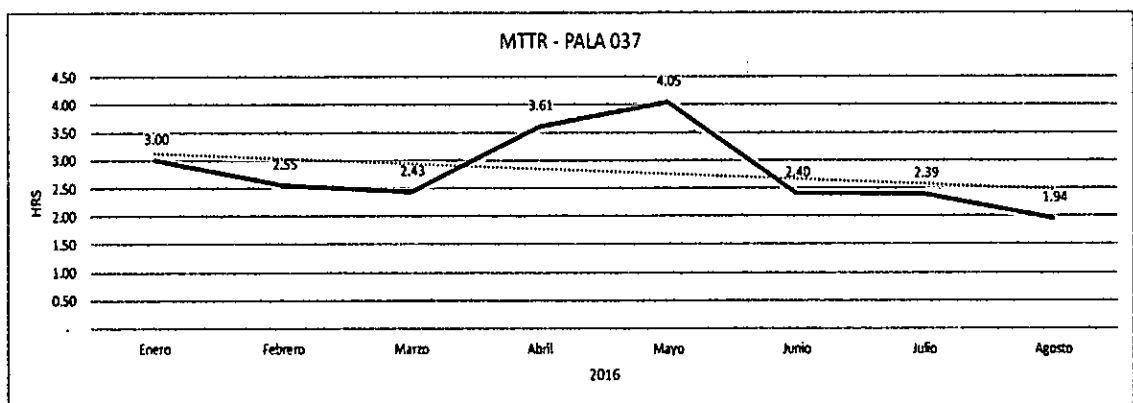


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

Como podemos observar en la gráfica el tiempo medio entre fallas tiene una proyección a disminuir por lo tanto quiere decir que la Pala está aumentando sus fallas.

GRÁFICA 4. 17

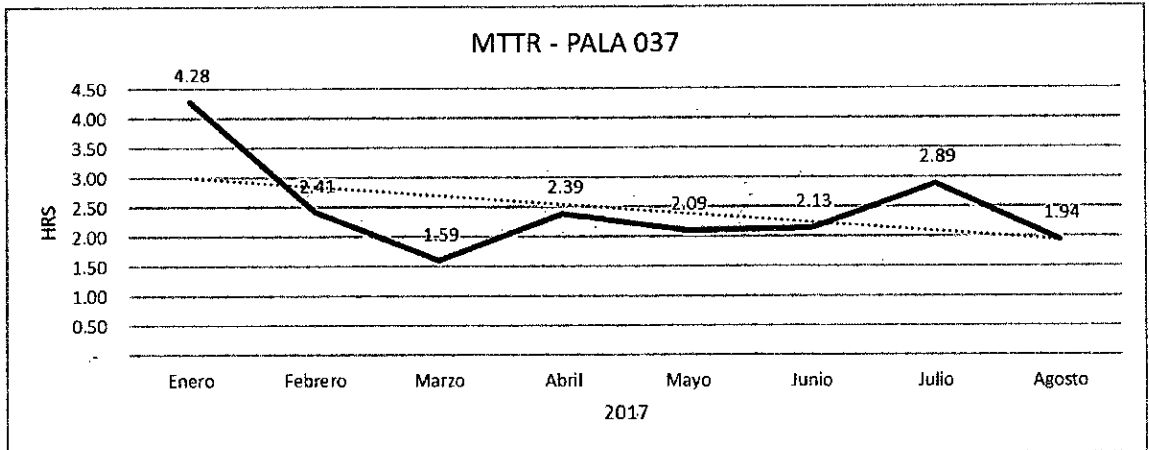
MTTR PALA 003-037 AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia.

## GRÁFICA 4. 18

MTTR PALA 003-037 ENERO – AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia

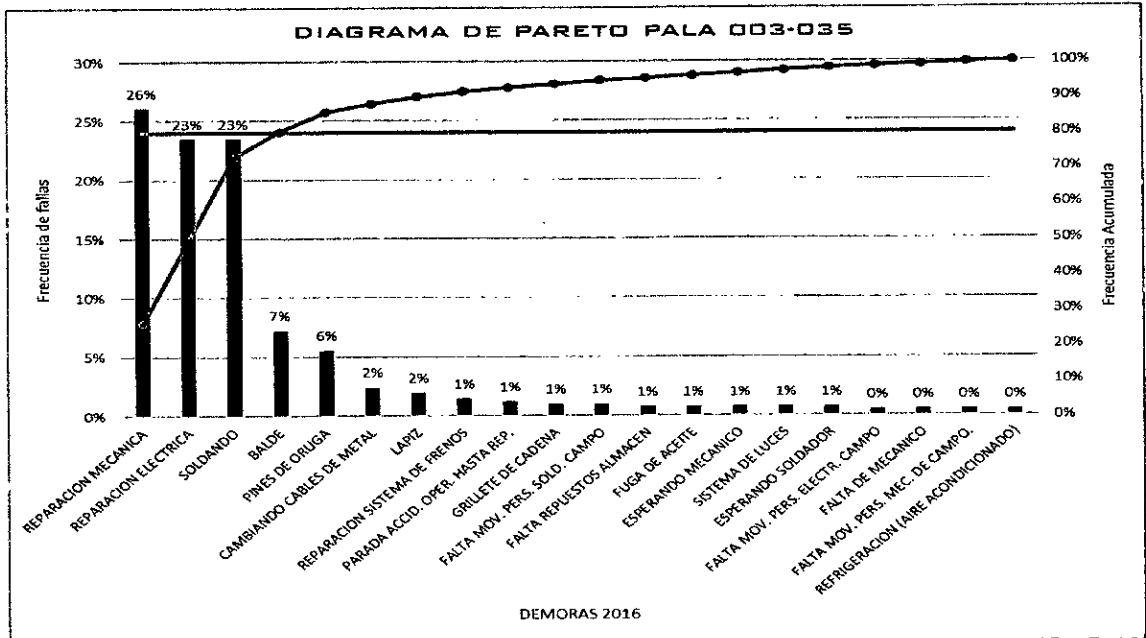
En esta imagen observamos que la mantenibilidad de este equipo de lo que va del año es bajo.

### 4.6.4 Análisis de demoras y fallas con el Diagrama de Pareto.

Para el generar el diagrama de Pareto nos basamos en los códigos de fallas más recurrentes.

GRÁFICA 4. 19

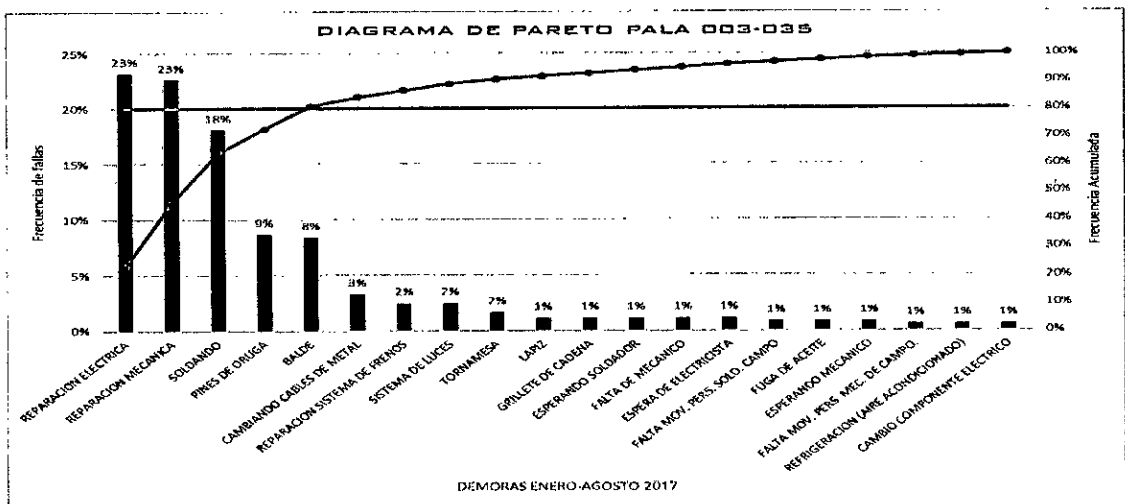
DIAGRAMA DE PARETO LA PALA 003-035



Fuente: Elaboración propia con información de demoras de SHP.

GRÁFICA 4. 20

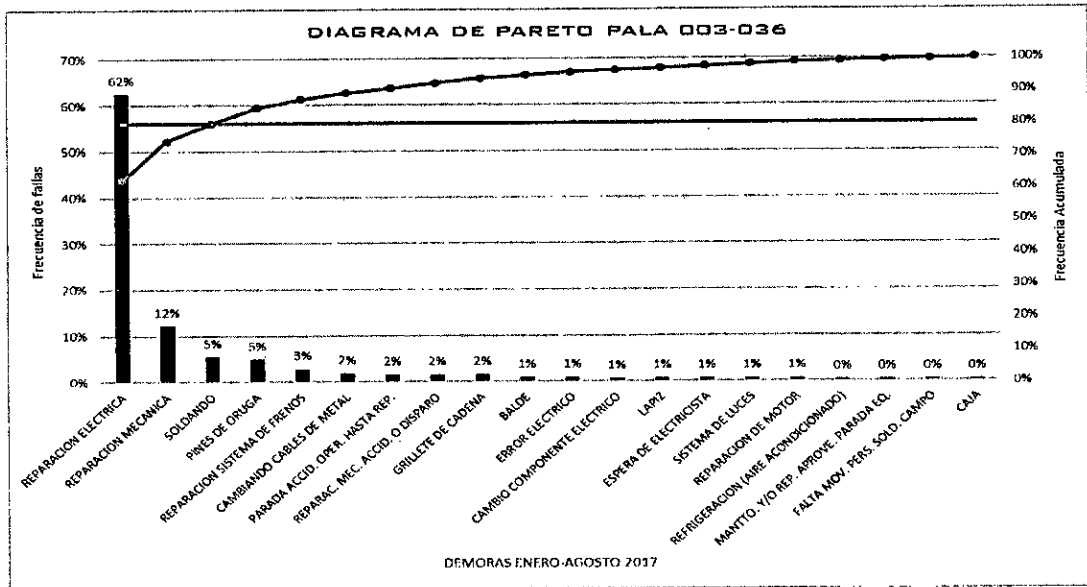
DIAGRAMA DE PARETO DE PALA 003-035 ENERO -AGOSTO 2017



Fuente Elaboración propia con información de demoras de SHP.

GRÁFICA 4. 21

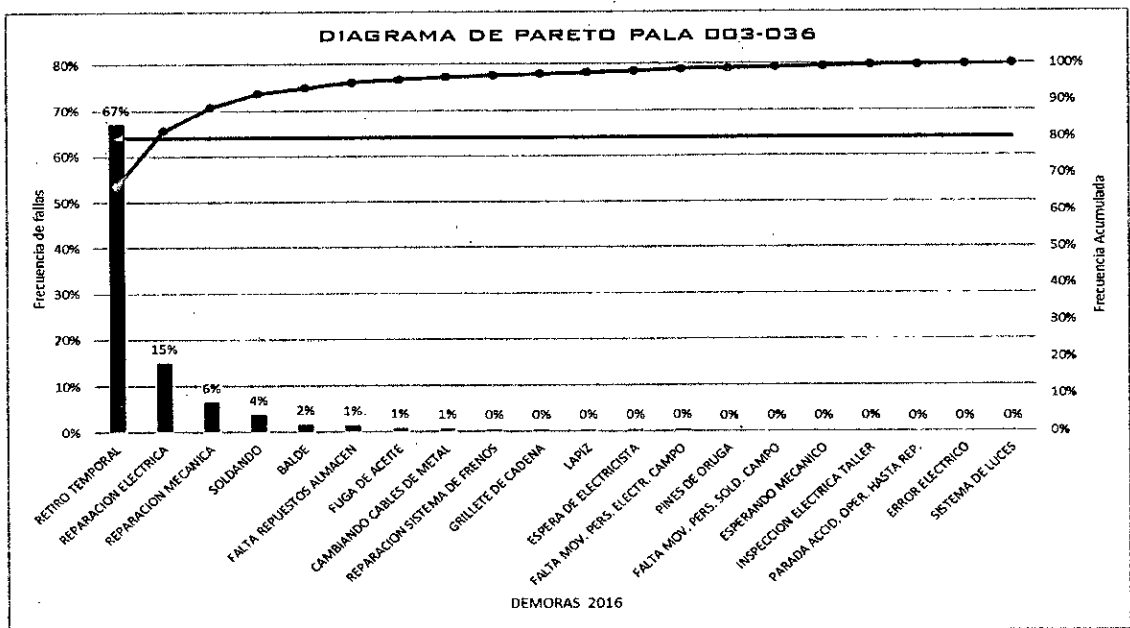
DIAGRAMA DE PARETO PALA 003-036 ENERO – AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de demoras de SHP

GRÁFICA 4. 22

DIAGRAMA DE PARETO PARA LA PALA 003-036 EN 2016

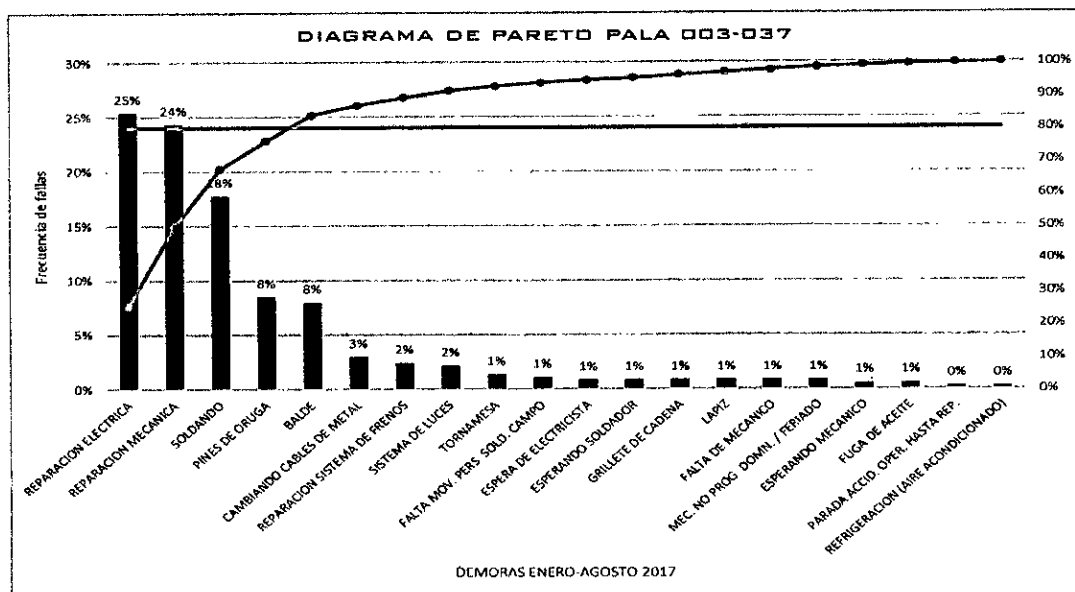


Fuente: Elaboración propia con información de demoras de SHP.

## Diagrama de Pareto para la Pala 003-037

GRÁFICA 4. 23

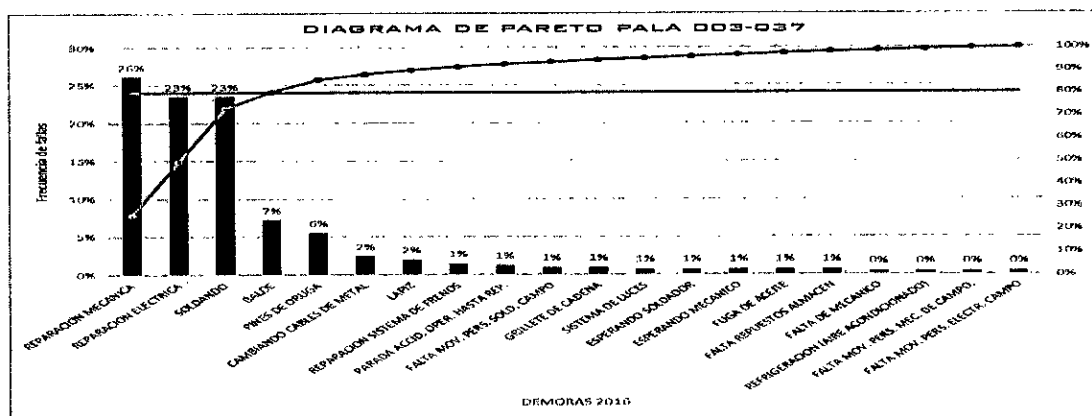
PARETO DE FALLAS REPORTADAS EN LA PALA 003-037 EN 2017



Fuente: Elaboración propia con información de demoras de SHP.

GRÁFICA 4. 24

PARETO DE FALLAS REPORTADAS DE PALA 003-037 AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información de demora de SHP.



#### 4.6.5 Análisis de Cumplimiento de Mantenimientos preventivos

El indicador de cumplimiento de mantenimientos es muy importante para controlar y saber en qué medida se están cumpliendo las programaciones de mantenimiento y evaluar sus proyecciones, a continuación, se presenta diagrama de cumplimiento de mantenimientos programadas.

TABLA 4. 24

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE MANTTO. PREVENTIVO AÑO 2016

EQUIPOS	TIPO DE MANTENIMIENTO	% Cumplimiento												PROMEDIO
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
PALAS	MECANICO	50%	67%	67%	50%	44%	38%	43%	44%	100%	44%	71%	43%	55%
	ELECTRICO	46%	56%	86%	60%	55%	40%	46%	50%	100%	50%	75%	38%	58%
	LUBRICACIÓN	36%	83%	38%	40%	50%	83%	75%	57%	33%	33%	29%	50%	51%
	2016	44%	69%	63%	50%	50%	54%	55%	51%	78%	43%	58%	43%	55%

Fuente: Elaboración propia con información de Plan. y Prog. de Mantto. – mina

TABLA 4. 25

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE MANTTO. PREV AÑO 2017

EQUIPOS	TIPO DE MANTENIMIENTO	% Cumplimiento								PROMEDIO
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	
PALAS	MECANICO	36%	38%	83%	33%	50%	50%	71%	50%	52%
	ELECTRICO	100%	33%	54%	50%	57%	40%	44%	63%	55%
	LUBRICACIÓN	67%	40%	67%	48%	38%	33%	0%	29%	40%
	2017	68%	37%	68%	44%	48%	41%	39%	47%	49%

Fuente: Elaboración propia con información de Plan. y Prog. de Mantto. – mina

#### 4.6.6 Análisis de Contos en consumo de repuestos con el Diagrama de Pareto

Para lograr tener esta información de consumo de componentes de los equipos tenemos que recurrir al sistema de logística.

Correspondiente al año 2015

TABLA 4. 26

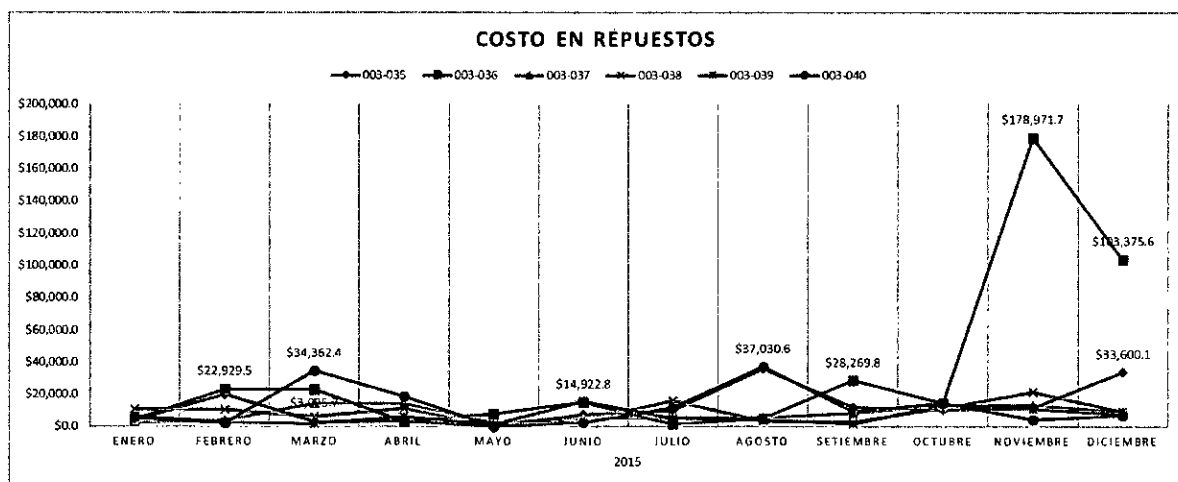
TABLA DE COSTOS DE REPUESTOS DE PALAS – AÑO 2015

2015												
Pala	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
003-035	\$3,633.9	\$19,754.5	\$3,025.7	\$3,470.3	\$106.7	\$7,174.8	\$9,723.3	\$35,851.9	\$11,438.6	\$10,494.7	\$11,238.2	\$33,600.1
003-036	\$4,452.6	\$22,929.5	\$22,774.3	\$3,078.2	\$7,715.3	\$14,922.8	\$1,826.6	\$5,163.4	\$28,269.8	\$14,075.7	\$178,971.7	\$103,375.6
003-037	\$2,608.2	\$3,881.7	\$14,101.5	\$14,029.3	\$2,155.5	\$5,434.7	\$5,496.0	\$5,633.6	\$8,106.3	\$12,824.7	\$12,935.8	\$8,899.7
003-038	\$10,615.3	\$10,111.3	\$5,914.1	\$11,248.7	\$190.0	\$3,991.3	\$16,026.6	\$3,245.8	\$3,025.8	\$11,031.5	\$21,012.0	\$9,091.9
003-039	\$6,395.9	\$2,541.9	\$1,711.6	\$6,106.5	\$1,400.1	\$15,544.1	\$5,060.5	\$4,393.6	\$1,476.6	\$12,884.5	\$10,706.1	\$7,133.4
003-040	\$5,395.2	\$1,913.9	\$34,362.4	\$18,423.3	\$51.7	\$2,503.9	\$11,683.3	\$37,030.6	\$9,054.8	\$14,302.0	\$4,251.2	\$6,670.4

Fuente: Elaboración propia con información de Sistema logístico de SHP.

GRÁFICA 4. 25

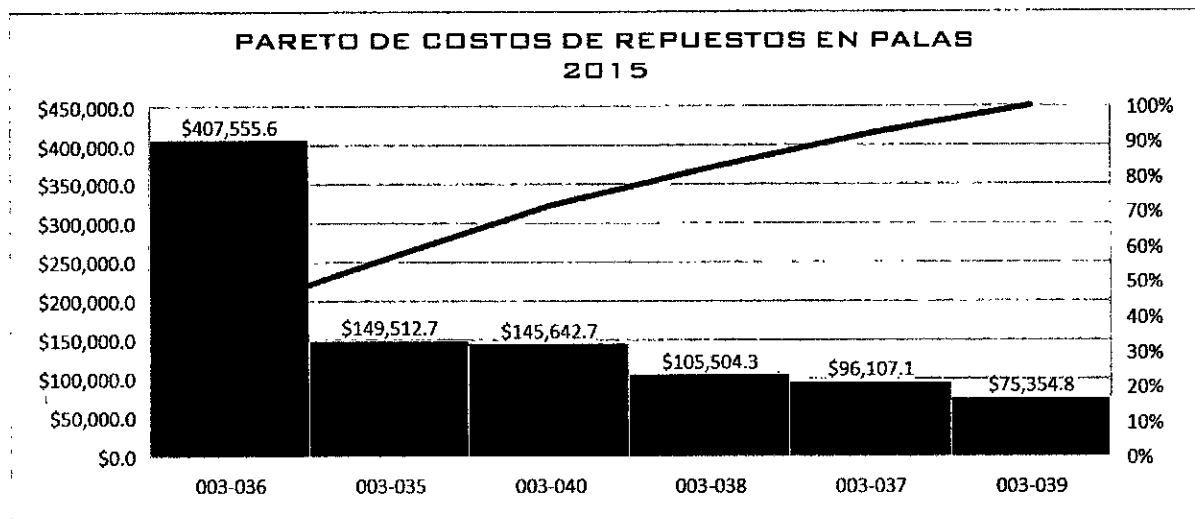
GRÁFICA DE COSTOS DE REPUESTOS DE PALAS AÑO 2015



Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

GRÁFICA 4. 26

PARETO DE COSTOS DE REPUESTOS DE PALAS AÑO 2015



Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

Correspondiente al año 2016

TABLA 4. 27

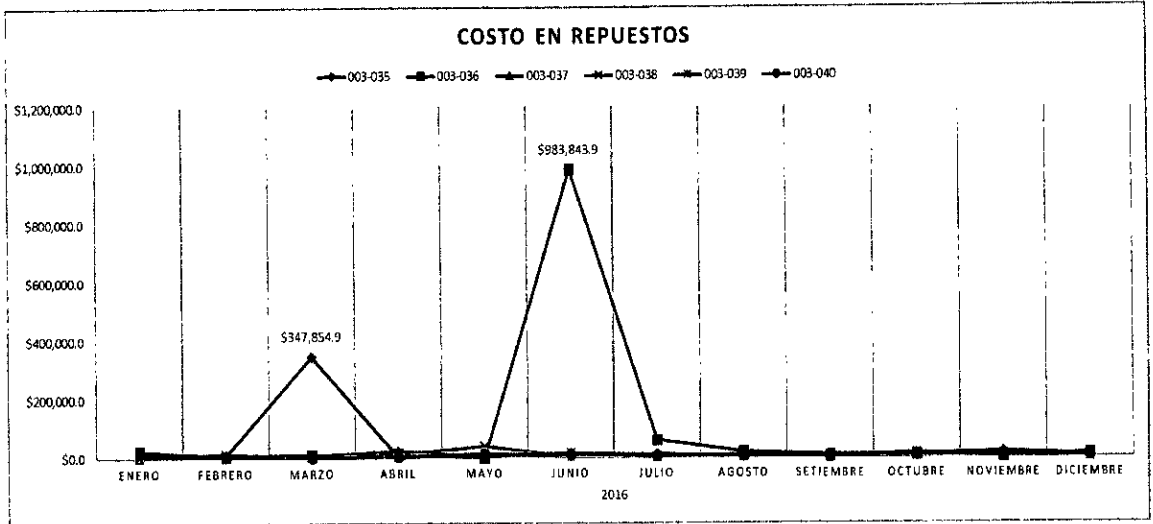
TABLA DE COSTO DE REPUESTOS DE PALAS AÑO 2016

Pala	2016											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
003-035	\$18,429.0	\$6,391.4	\$347,854.9	\$979.6	\$9,240.3	\$4,906.9	\$10,432.4	\$5,107.6	\$10,343.2	\$8,858.0	\$16,644.5	\$7,084.1
003-036	\$23,585.2	\$5,789.6	\$9,453.2	\$12,848.5	\$303.5	\$983,843.9	\$59,035.7	\$18,435.1	\$6,624.8	\$10,609.3	\$1,544.7	\$12,717.5
003-037	\$3,372.2	\$4,095.7	\$7,485.2	\$22,171.2	\$4,790.5	\$13,894.5	\$8,764.2	\$4,388.6	\$284.5	\$7,090.9	\$6,819.5	\$10,271.5
003-038	\$10,084.3	\$6,225.3	\$9,521.6	\$9,615.9	\$38,512.3	\$2,131.5	\$1,824.3	\$1,222.1	\$2,824.9	\$3,125.5	\$10,941.1	\$847.7
003-039	\$5,217.3	\$11,428.9	\$2,066.2	\$5,652.7	\$4,850.4	\$14,674.4	\$2,800.2	\$8,750.7	\$2,781.0	\$14,421.4	\$3,605.8	\$581.7
003-040	\$15,756.4	\$5,400.3	\$3,081.5	\$4,428.4	\$13,482.6	\$8,788.6	\$3,933.7	\$4,787.2	\$5,009.2	\$7,614.1	\$8,296.7	\$4,101.3

Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

GRÁFICA 4. 27

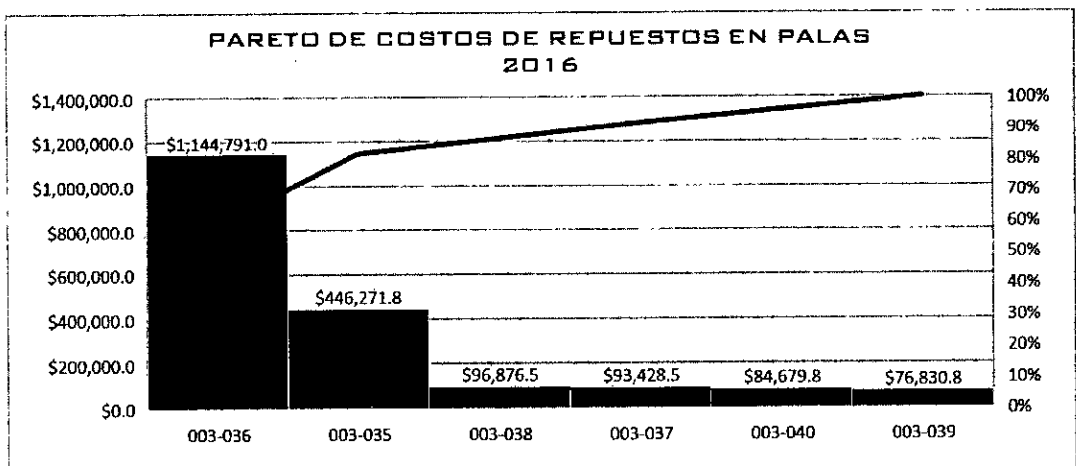
GRÁFICA DE COSTOS DE REPUESTO DE PALAS AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

GRÁFICA 4. 28

PARETO DE COSTOS DE REPUESTOS DE PALAS AÑO 2016



Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

Correspondiente al año 2017

TABLA 4. 28

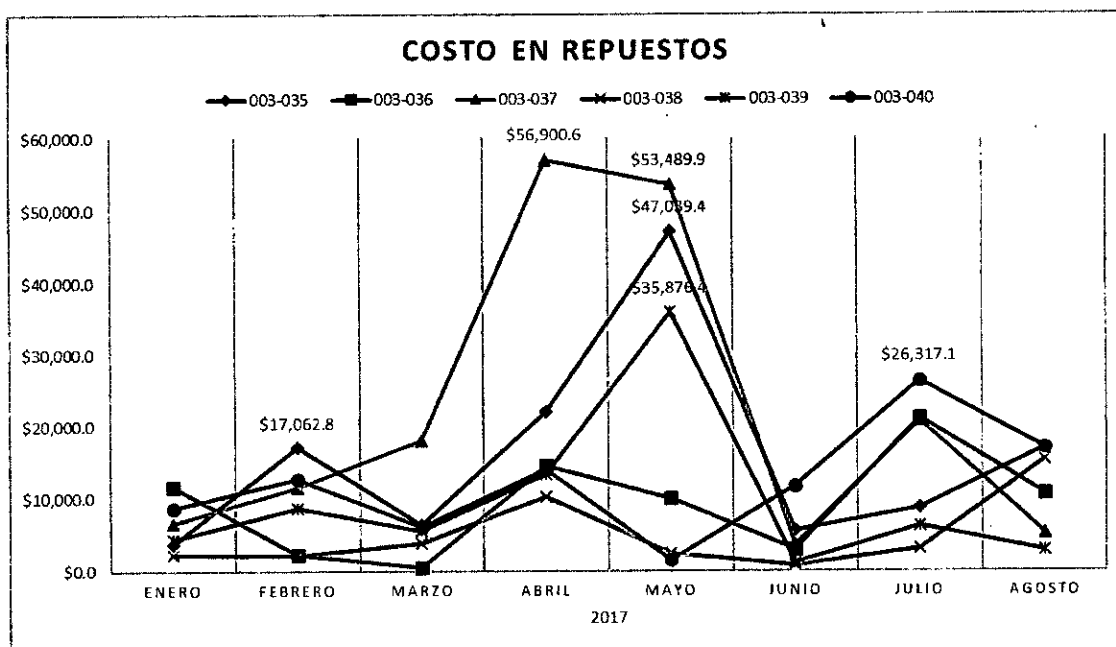
TABLA DE COSTO DE REPUESTOS DE PALAS ENERO - AGOSTO 2017

2017								
Pala	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
003-035	\$3,788.4	\$17,062.8	\$6,332.0	\$22,067.6	\$47,039.4	\$5,599.2	\$8,622.7	\$16,980.3
003-036	\$11,701.7	\$2,350.0	\$440.5	\$14,543.5	\$9,913.8	\$2,907.1	\$21,147.3	\$10,575.4
003-037	\$6,601.3	\$11,525.7	\$18,025.3	\$56,900.6	\$53,489.9	\$3,581.5	\$20,729.7	\$5,198.8
003-038	\$2,275.8	\$2,160.2	\$3,818.8	\$10,238.7	\$2,491.7	\$729.2	\$3,154.1	\$15,312.9
003-039	\$4,420.6	\$8,631.0	\$5,561.0	\$13,307.2	\$35,876.4	\$1,164.7	\$6,173.4	\$2,801.0
003-040	\$8,665.1	\$12,721.2	\$6,077.1	\$13,922.1	\$1,490.4	\$11,609.9	\$26,317.1	\$16,938.2

Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

GRÁFICA 4. 29

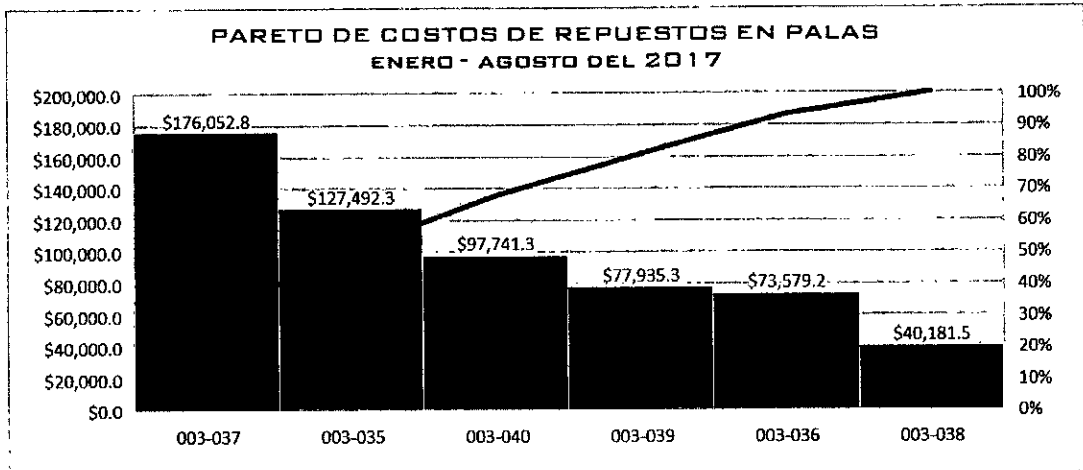
GRÁFICAS DE COSTO DE REPUESTO ENERO – AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

GRÁFICA 4. 30

PARETO DE COSTOS DE REPUESTOS DE PALA ENERO – AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de Sistema Logístico de SHP.

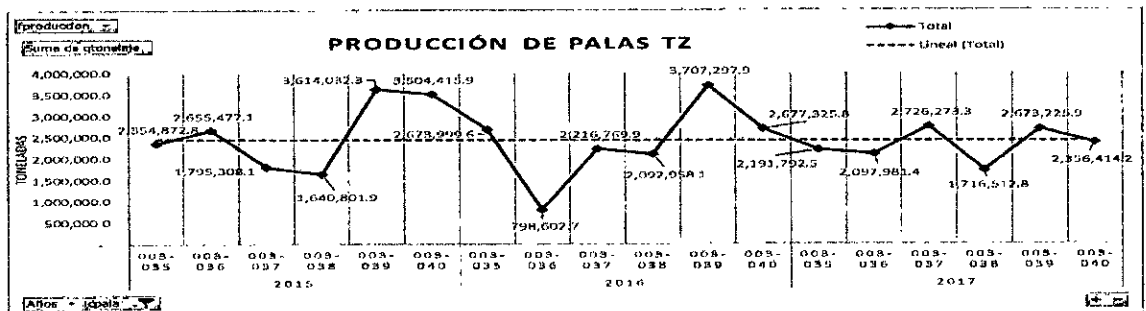
4.6.7 Análisis de Producción de Palas

Con la ayuda de del sistema de operaciones extraemos la información de producción de las Palas Electromecánicas TZ.

A continuación, se presentamos la producción con respecto a las Palas Electromecánicas TZ desde el 2015 hasta agosto del 2017.

GRÁFICA 4. 31

ANALISIS DE PRODUCCIÓN DE PALAS TZ DE ENERO 2015 – AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información de control de operaciones SHP.

#### **4.6.8 Entrevista directa al personal del área**

Con la entrevista directa al personal, supervisores y funcionarios del área, que están involucrados directamente día a día en los equipos ya mencionados, se pudo recolectar información valiosa para considerar a mejorar en nuestra de mejora de gestión de mantenimiento que tenemos como objetivo mejorar y asegurar la disponibilidad de los equipos.

Se pudo verificar los motivos de postergación de mantenimiento de parte del área así también como del área de operaciones.

Programa de Computación como apoyo.

Con el apoyo de programa de computación se logró recolectar información de forma más ordenada y rápida de los talleres utilizando Microsoft Word, Microsoft Power Point, Microsoft Excel, MS Project y AutoCAD.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

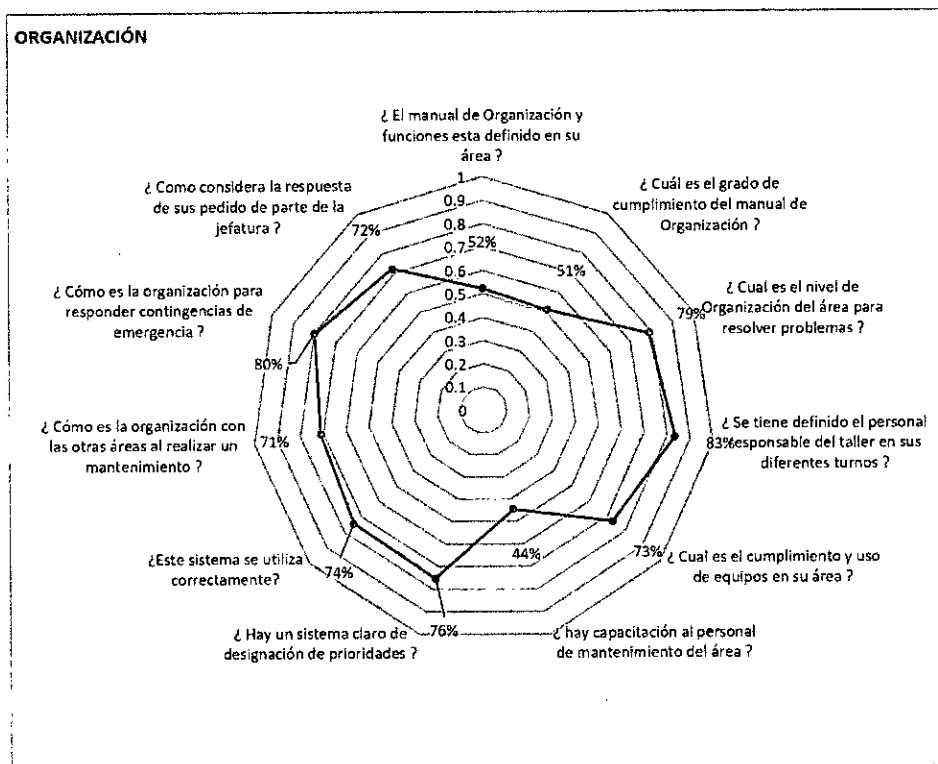
#### 5.1 Resultados de Auditoria de Mantenimiento

El resultado de la auditoria de mantenimiento se presenta a continuación.

##### 5.1.1 Resultado de Auditoria del campo de Organización

FIGURA 5. 1

RADAR DE RESULTADOS DE ORGANIZACIÓN



Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

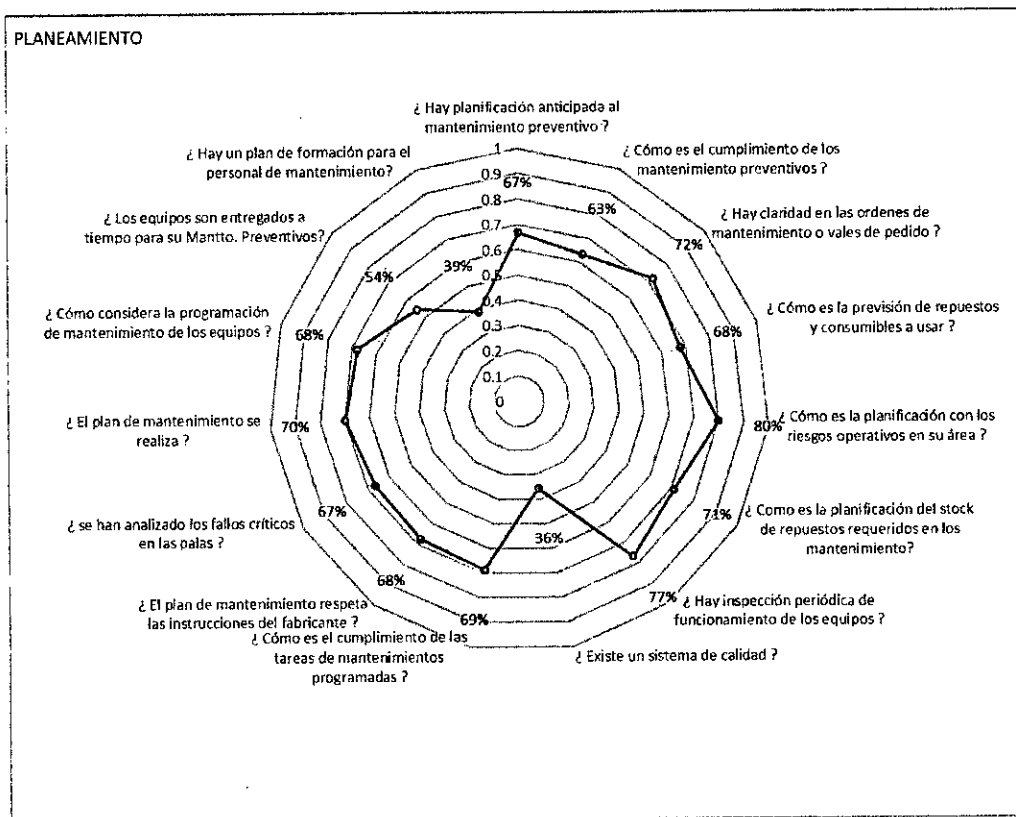


De los resultados de las calificaciones en esta categoría se observa que no se tiene bien o no está bien definido este manual de organizaciones y funciones por lo que se tiene problemas con el cumplimiento del mismo, también se aprecia que la capacitación al personal de mantenimiento de muy deficiente.

### 5.1.2 Resultado de Auditoria del campo de Planeamiento

FIGURA 5. 2

RADAR DE RESULTADOS DE PLANEAMIENTO



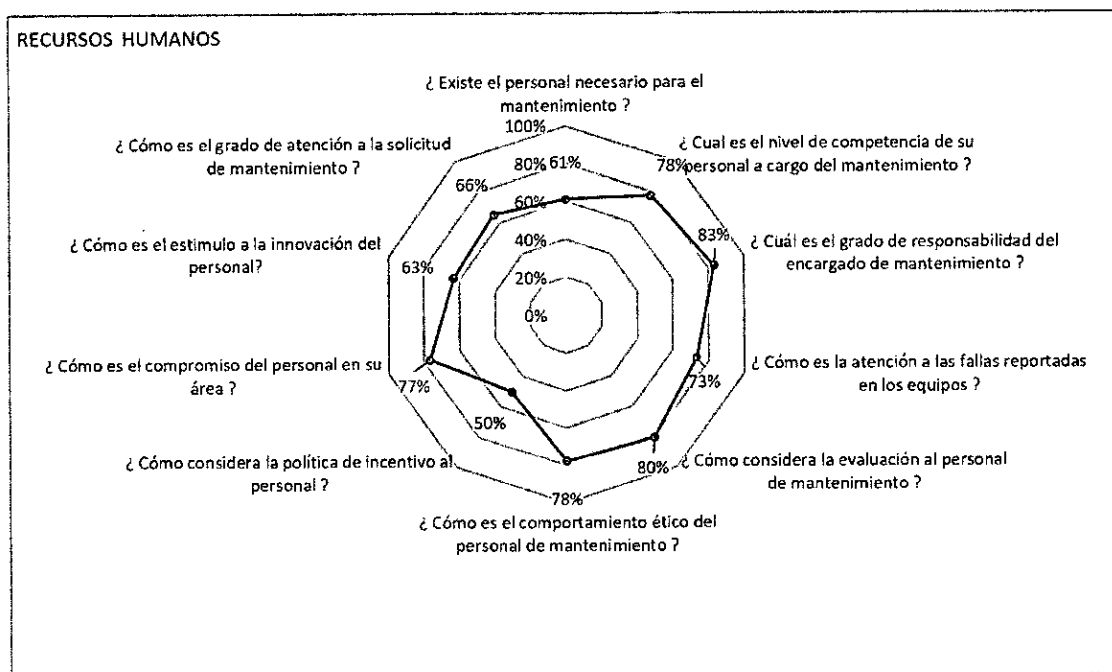
Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

De los resultados de la calificación obtenida observamos que tenemos poca calificación en cuanto a la falta de un sistema de calidad en los trabajos, también tenemos problemas por la falta de capacitación al personal de mantenimiento y por último los equipos no son entregados a tiempo para su mantenimiento.

### 5.1.3 Resultado de Auditoria del campo de Recursos Humanos

FIGURA 5. 3

RADAR DE RESULTADOS DE RECURSOS HUMANOS



Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

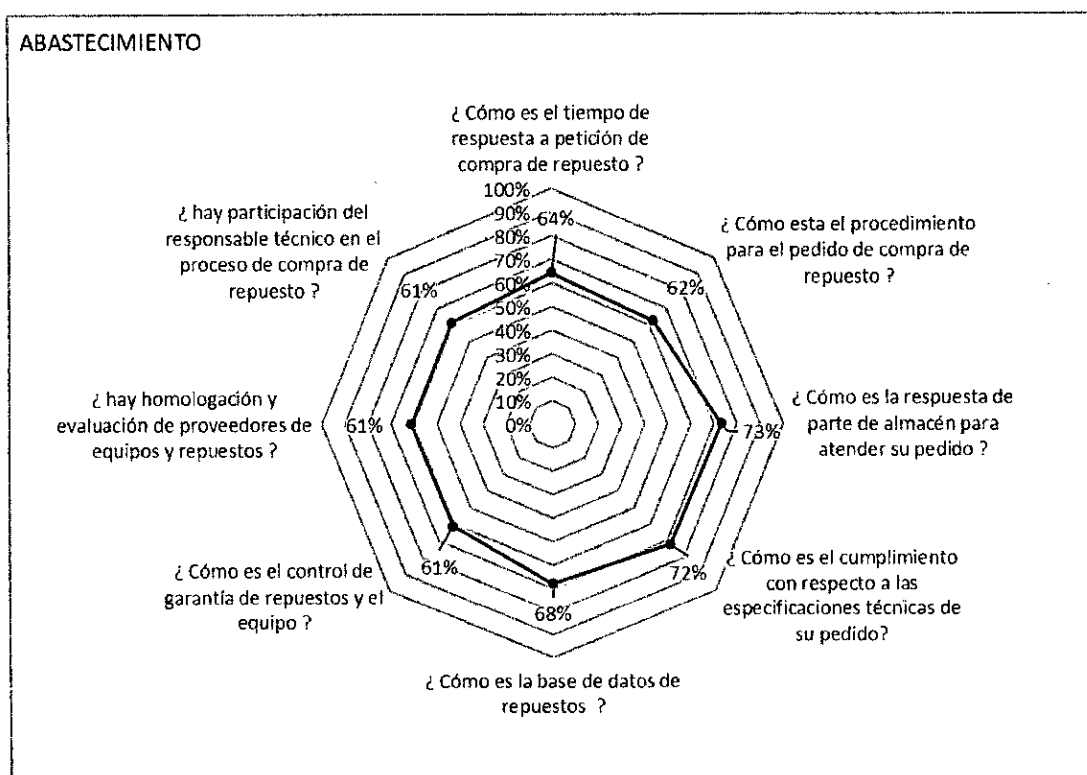
En los resultados de esta categoría observamos baja calificación con respecto a la política de incentivo al personal por lo tanto se refleja con el bajo estímulo a la

innovación del personal y por último la falta de personal para realizar el mantenimiento de manera correcta.

### 5.1.4 Resultado de Auditoria del campo de Abastecimiento

FIGURA 5. 4

RADAR DE RESULTADOS DE ABASTECIMIENTO



Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

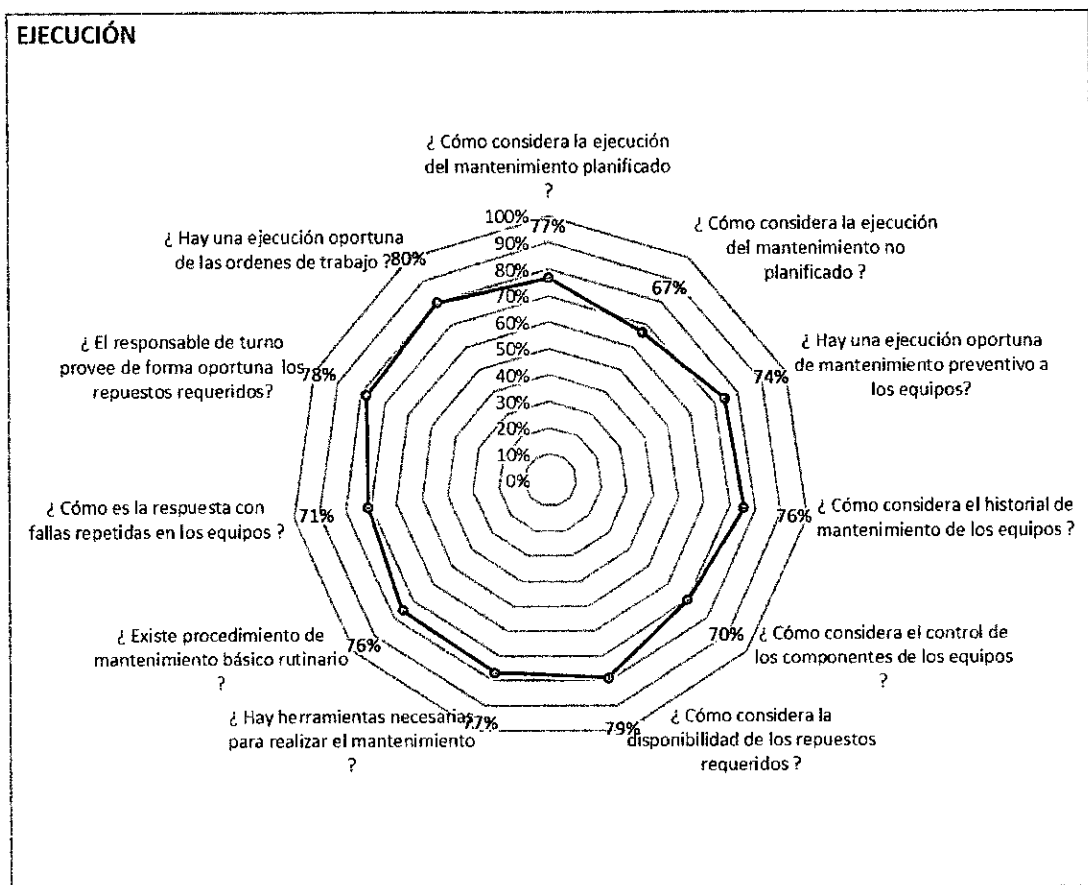
En los resultados obtenidos en esta categoría se observa bajas calificaciones en la participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto y

también en la homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos, por último, no se tiene un buen control con respecto a las garantías de repuestos.

### 5.1.5 Resultado de Auditoria del campo de Ejecución

FIGURA 5. 5

RESULTADO DE AUDITORIA DEL CAMPO DE EJECUCIÓN



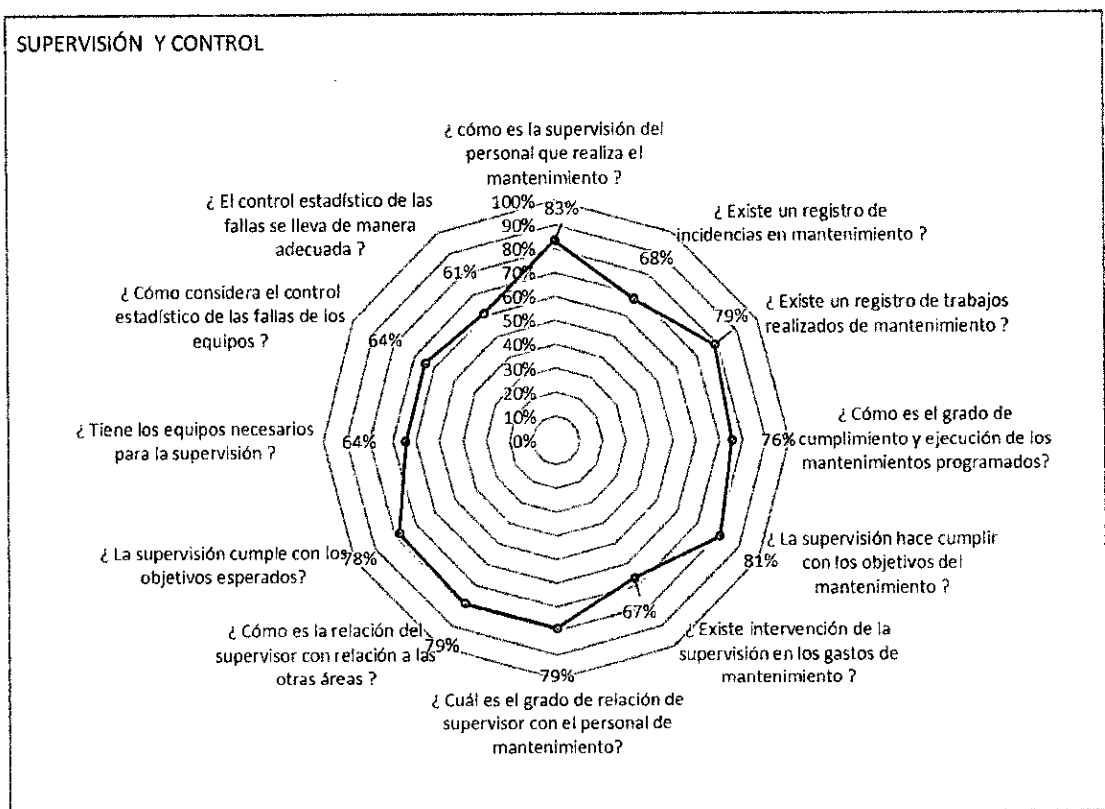
Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

Podemos observar que se tiene baja calificación con la ejecución del mantenimiento no programado, seguido de un deficiente control de componentes y también no se tiene una respuesta rápida con respecto a las fallas repetidas que presenta el equipo.

### 5.1.6 Resultado de Auditoria del campo de Supervisión y Control

FIGURA 5. 6 .

#### RESULTADO DE AUDITORIA DEL CAMPO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL



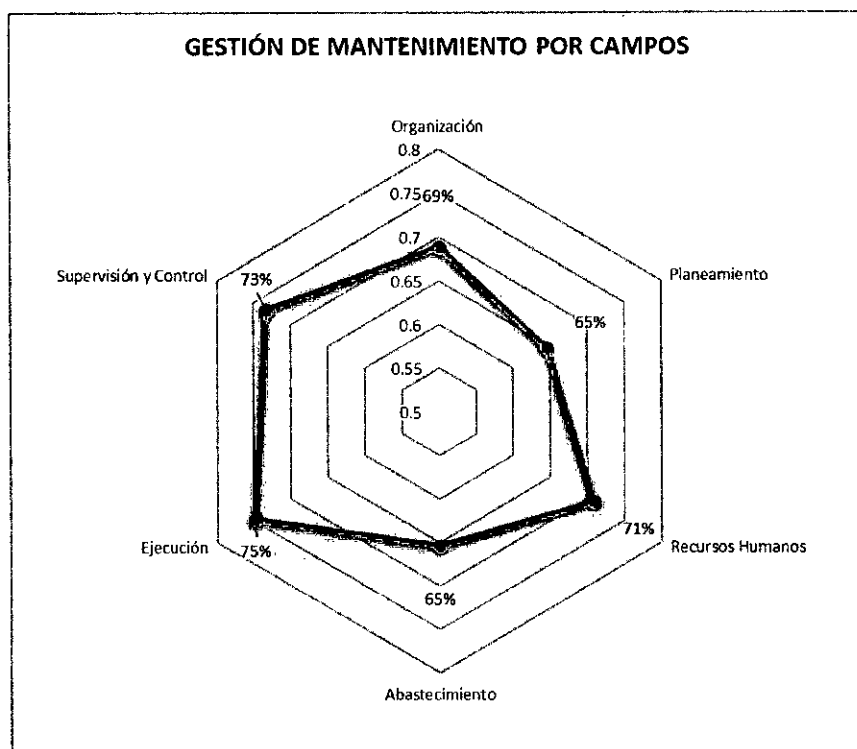
Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

En esta categoría se observa bajas calificaciones en el control estadístico de fallas, no se tiene los equipos necesarios para para la supervisión, no se tiene un buen control de registro de incidencias de mantenimientos.

### 5.1.6 Resultado General de la Gestión de Mantenimiento.

FIGURA 5. 7

#### GESTIÓN DE MANTENIMIENTO GENERAL POR CAMPOS

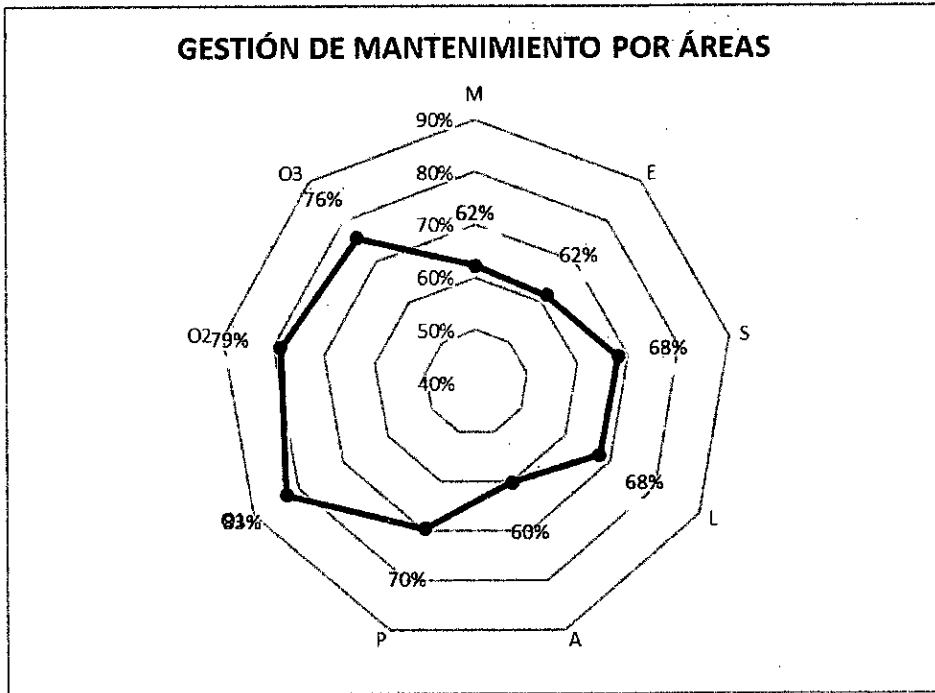


Fuente: Elaboración propia con datos de auditoría.

En esta grafica observamos como resumen general que los campos que presentaron mayor problema son abastecimiento, Planeamiento y Organización, por lo tanto, se tiene que tomar acción inmediata para solucionar los problemas ya mencionados en la figura 5.4, 5.2 y 5.1.

FIGURA 5. 8

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO GENERAL POR AREAS



Fuente: Elaboración propia con datos de auditoria.

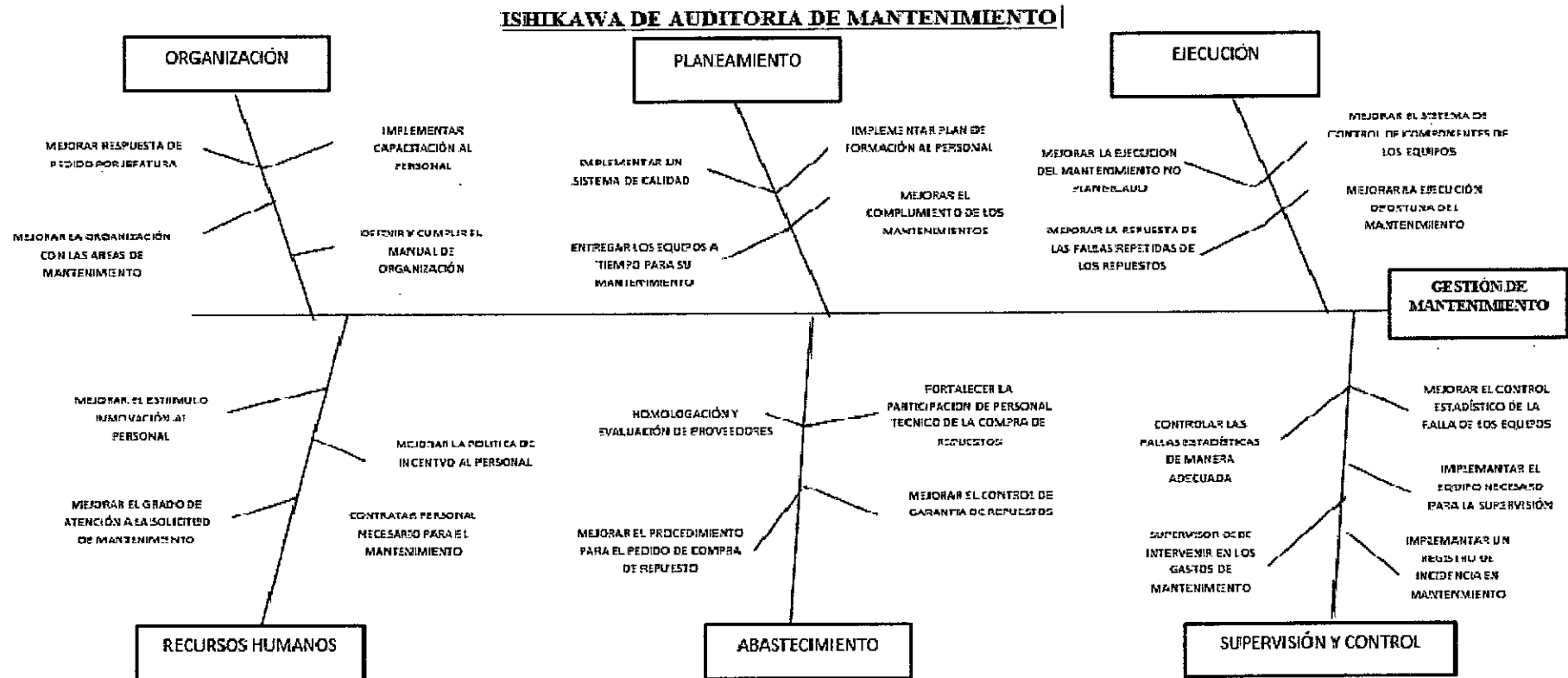
Como resumen general observamos que la gestión de mantenimiento esta muy baja en Almacén, taller mecánico y taller eléctrico, por lo tanto, se recomienda tomar acción inmediata con las observaciones ya mencionadas anteriormente.

**5.1.7 Método de Ishikawa para solucionar los problemas de gestión.**

En este caso aplicaremos el método de espina de pescado para dar solución a las áreas ya encuestadas tomando en cuenta sus puntos bajos según las calificaciones.

GRÁFICA 5. 1

DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA SOLUCIONES EN LOS TALLERES



Fuente: Elaboración propia

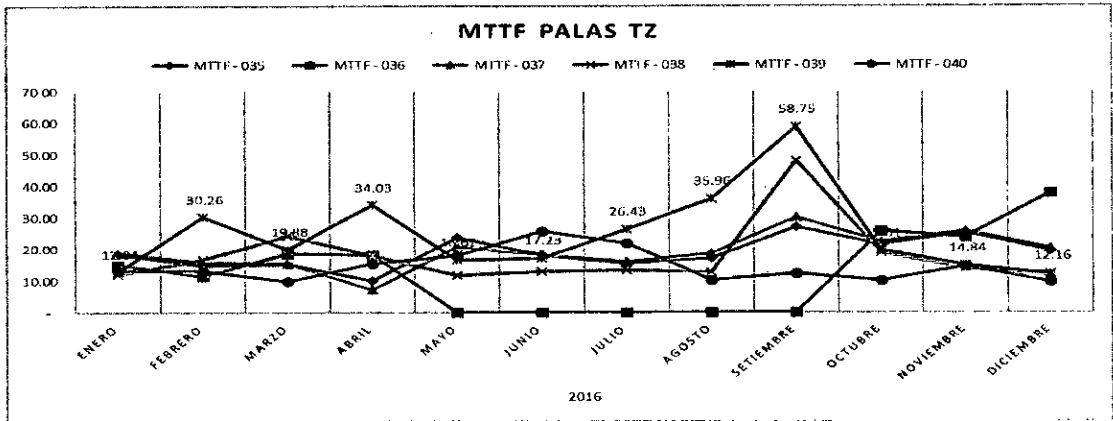


## 5.2 Resultados de MTTF y MTTR

### 5.2.1 Resumen de MTTF año 2016-2017

GRÁFICA 5. 2

MTTF DE PALAS AÑO 2016

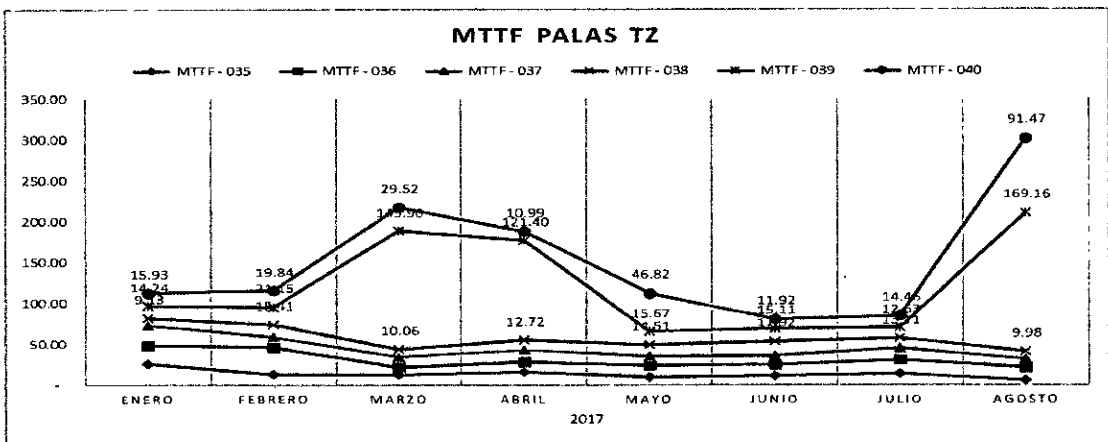


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

En esta gráfica observamos que la pala 39 tiene un buen MTTF mientras que la pala 036 tuvo un bajo MTTF por encontrarse en overhaul.

GRÁFICA 5. 3

MTTF DE PALAS ENERO AGOSTO 2017

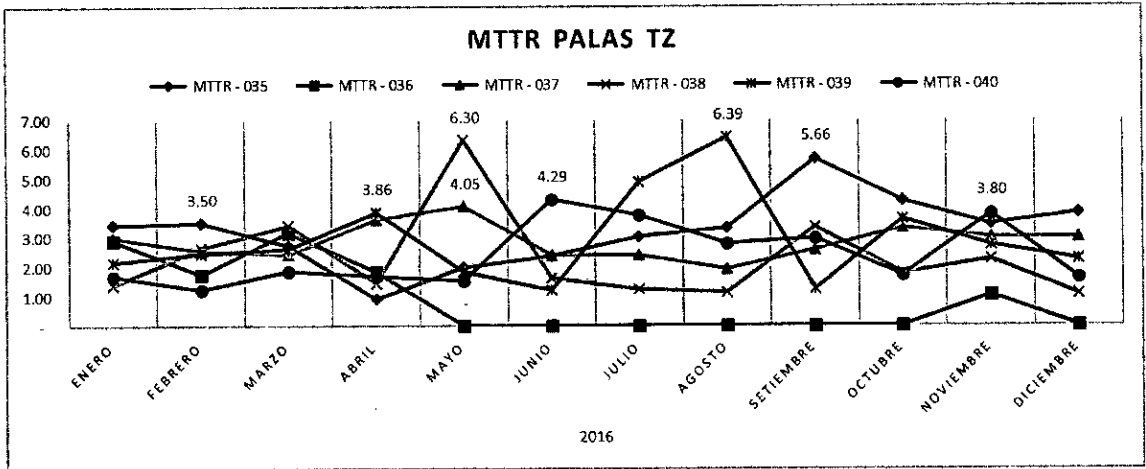


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

Según lo observado tenemos que la pala 39 y 40 tienen un buen MTTF mientras que la pala 035 y 36 tienen un bajo MTTF y esto se refleja en la disponibilidad del equipo.

**5.2.2 Resumen de MTTR año 2016-2017**

**GRÁFICA 5. 4**  
**MTTR DE PALAS AÑO 2016**

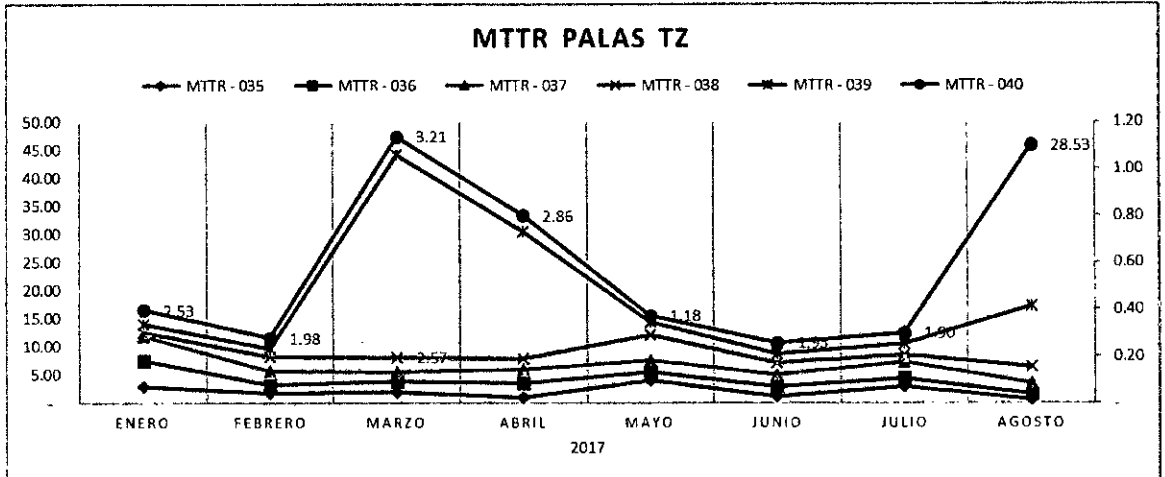


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

En este periodo observamos claramente que la pala 36 tuvo una baja MTTF y después de su overhaul fue aún menor, es decir presentó demasiadas fallas después de su overhaul, en conclusión, el overhaul de este equipo no se realizó de manera adecuada o los componentes no fueron reparados de la manera correcta.

GRÁFICA 5. 5

MTTR DE PALA TZ DE ENERO – AGOSTO 2017



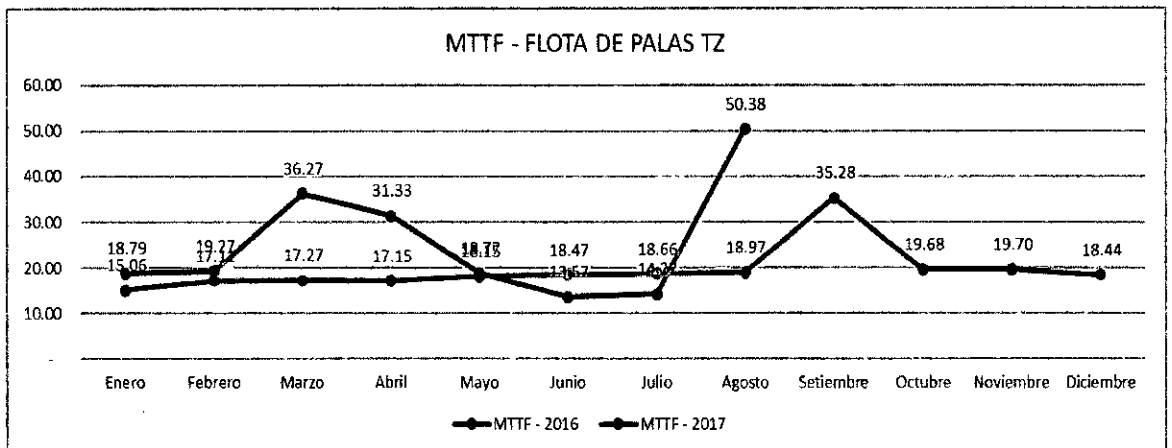
Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

En este periodo observamos que la pala 35 y 36 sigue un bajo MTTF, es decir que estos equipos no son confiables,

### 5.2.3 Promedio MTTF y MTTR de flota de Palas TZ.

GRÁFICA 5. 6

GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE MTTR POR AÑO



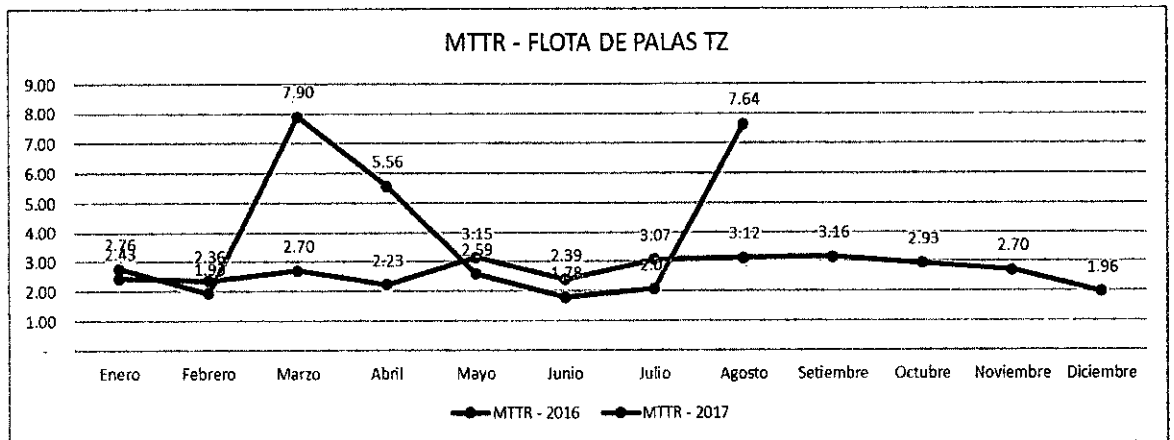
Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

En la gráfica observamos que el MTTF de año 2017 en promedio es 25.33 mejor que en el periodo 2016 en promedio 19.50, sin embargo, el MTTF no fue estable a comparación del 2016.

#### 5.2.4 Resumen General presentamos los MTTF y MTTR correspondiente al año 2016 y 2017.

GRÁFICA 5. 7

GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE MTTR POR AÑO



Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

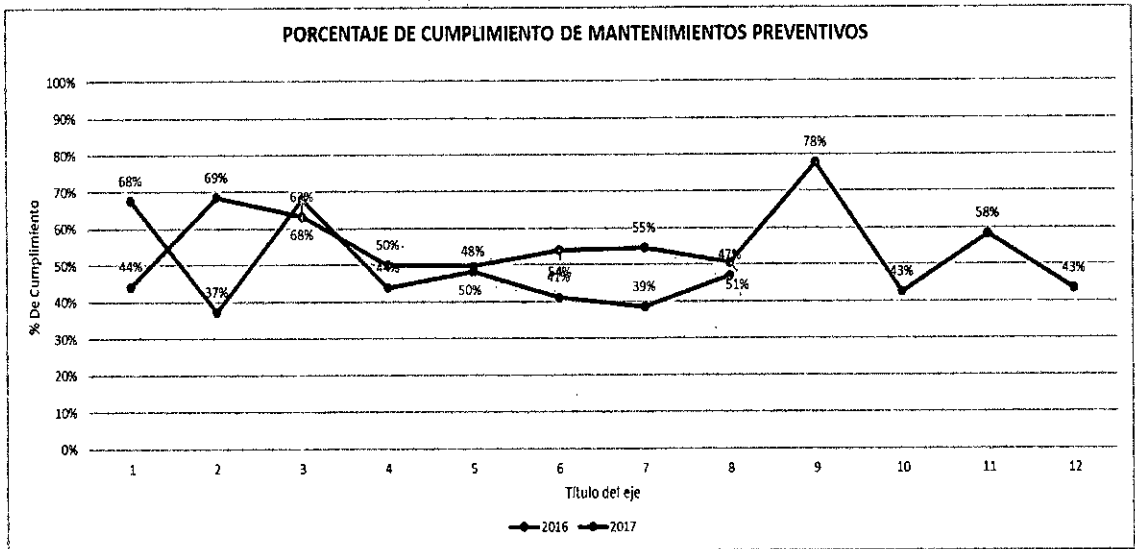
En la gráfica observamos que el MTTR de año 2017 en promedio es bajo 4.03 que en el periodo 2016 que fue de 2.68, sin embargo, el MTTR no fue estable a comparación del 2016.

### 5.3 Resultados Cumplimiento de Mantenimiento

Como resultado obtenemos la siguiente gráfica.

GRÁFICA 5. 8

GRÁFICA DE CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

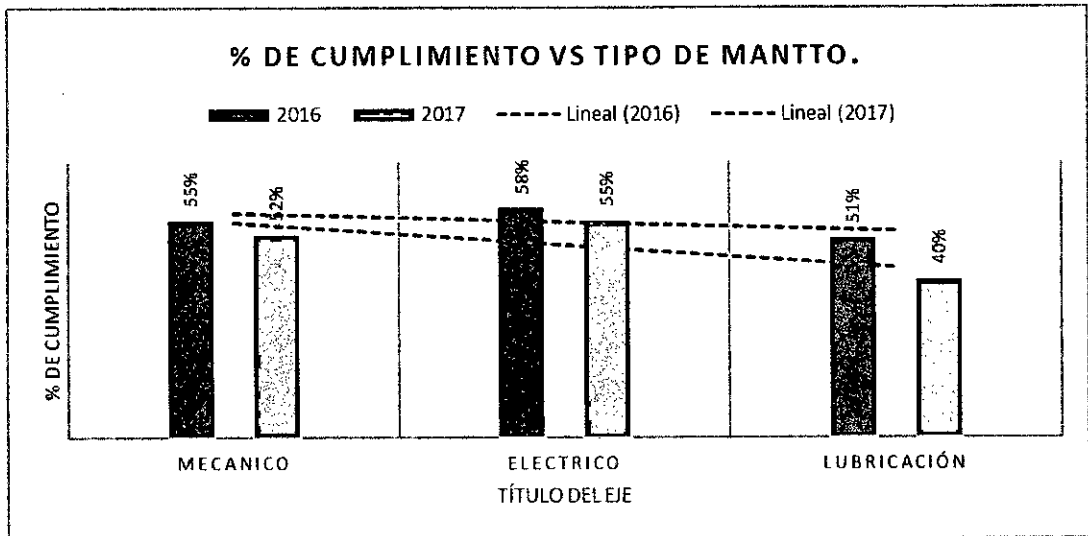


Fuente: Elaboración propia con información de planeamiento y Programación de Mantto. – Mina

Como observamos el cumplimiento del mantenimiento de las palas son bajas teniendo el año 2016 un promedio de 55% y lo que va del año 2017 estamos con un promedio de 47 %.

GRÁFICA 5.9

GRÁFICA DE CUMPLIMIENTO POR TIPO DE MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración propia con información de planeamiento y Programación de Mantto. – Mina

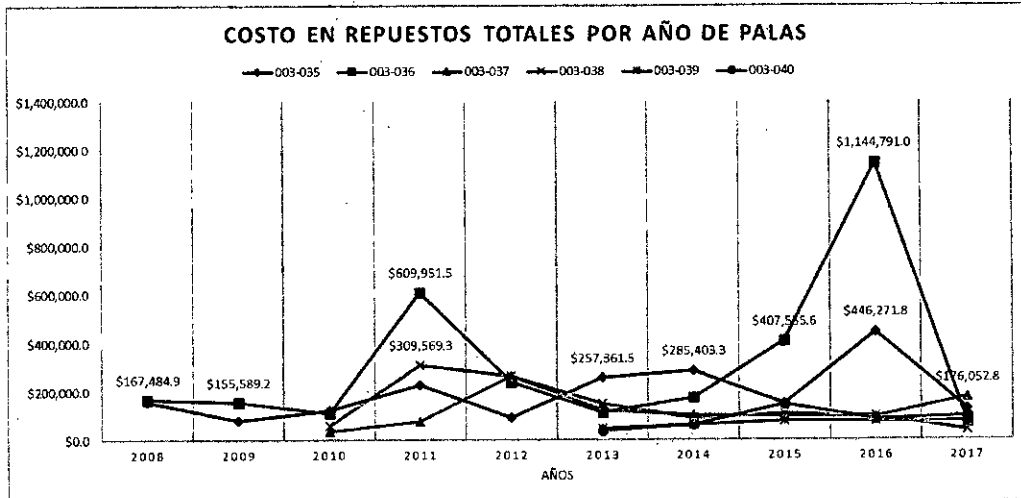
De lo observado se concluye que el taller de lubricación está en situación crítica con el cumplimiento de mantenimientos y tiende a disminuir aún más en el año 2017.

### 5.5 Resultados de Costos de Repuestos

Resumen General Con respecto a los gastos de repuestos desde inicio de operación. A continuación, se muestra el Diagrama donde comparamos los costó por repuestos con el costo del activo vs los años de servicios hasta agosto 2017

GRÁFICA 5. 10

GRÁFICA DE COSTO DE REPUESTO POR AÑO DE PALAS

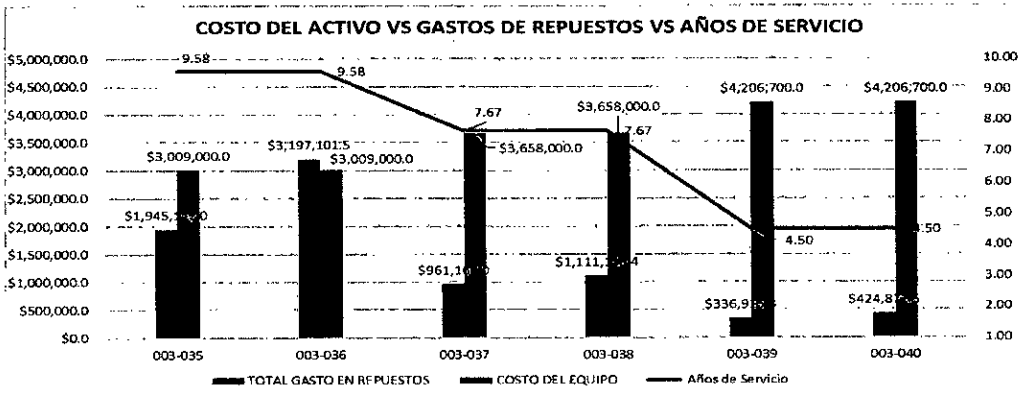


Fuente: Elaboración propia con información de SHP.

Podemos observar que la palas 036 desde inicio de operación ha venido presentando una serie de averías por lo que esto demanda mayor uso de repuestos, el pico del 2016 de la 36 es el costo del overhaul de la pala, sin quedarse atrás la pala 35 que también presenta fallas considerables desde inicio de operaciones.

GRÁFICA 5. 11

COMPARACIÓN DEL COSTO DEL ACTIVO VS GASTO EN REPUESTO VS AÑOS DE SERVICIO DE SERVICIO.

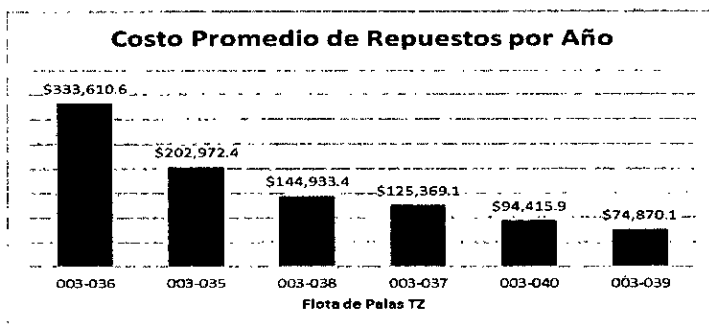


Fuente: Elaboración propia con información del sistema de operaciones de SHP.

Como se observa la pala 035 y 036 tienen un inicio contemporáneo de operación, pero sin embargo se observa claramente que la pala 36 ya tiene un costo mayor al precio de costo del equipo, solo considerando repuestos usados sin mano de obra, de igual manera la pala 35 también tiene un sobrecosto considerable en repuestos.

GRÁFICA 5. 12

COSTO PROMEDIO DE REPUESTO POR AÑO DE CADA PALA



Fuente: Elaboración propia con información del Sistema de Operaciones SHP.

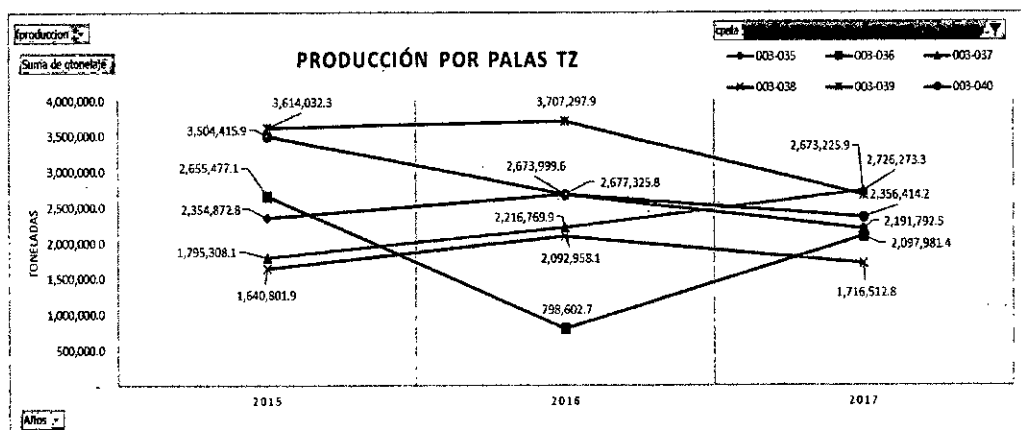


Como comentario podemos decir que la pala que tiene el mayor promedio en consumo de repuesto por año es la pala 36 con \$ 333,610.6, sin embargo, la pala 39 solo tiene un consumo promedio en repuestos de \$ 74,870.1, y como conclusión final observamos que las palas están mejorando en eficiencia y en menos costo de mantención.

### 5.6 Resumen de Producción de Palas TZ

GRÁFICA 5. 13

PRODUCCIÓN DE PALAS TZ ENERO 2015- AGOSTO 2017



Fuente: Elaboración propia con información del sistema de operaciones de SHP.

Como observamos en la gráfica la pala 35 es la pala con menor producción desde el 2015 y esto se refleja claramente con un bajo MTTF, un alto MTTR, alto costo en repuestos y por último una baja eficiencia.

La pala 38 también se observa que tiene una baja producción, pero sin embargo tiene una alto MTTF y un bajo MTTR, es decir esta pala no fue usada en su capacidad total.

Las Palas en promedio tienen una producción real de 2,416,336 Toneladas por año.

### **5.7 Estado de Gestión de componentes de Palas TZ.**

Para tener una buena gestión de componentes se tiene que tener identificados y marcados cada componente principal para llevar su historial de movimiento y costos realizados en sus mantenimientos, sin embargo, esto no se viene realizando de manera adecuada.

Se reviso el estado de componentes principales marcados actualmente, y se tiene el siguiente estado.

TABLA 5. 1

TABLA DE COMPONENTES MARCADOS DE FLOTA DE PALAS TZ

DESCRIPCION	COD. COMP.	PALAS CHINAS TZ											
		003											
		WK-12		WK-12		WK-12		WK-12		WK-12C		WK-12C	
		035	Estado	036	Estado	037	Estado	038	Estado	039	Estado	040	Estado
		Clase 16											
MOTOR DE EMPUJE	01	1601 001	PI	1601 011	PI	1601 003	FP	1601 004	PI	1601 009	PI	1601 010	PI
MOTOR VENTILADOR DE EMPUJE	21	1621 001	FP	1621 005	FP	1621 003	FP	1621 004	FP	1621 009	FP	1621 010	FP
MOTOR DE GIRO	IZQUIERDO	1602 001	PI	1602 003	PI	1602 005	FP	1602 007	PI	1602 011	PI	1602 014	FP
		1602 002	PI	1602 004	PI	1602 006	FP	1602 008	FP	1602 012	PI	1602 013	FP
MOTOR VENTILADOR DE GIRO	IZQUIERDO	1620 001	FP	1620 003	FP	1620 005	PI	1620 007	PI	1620 011	FP	1620 013	PI
		1620 002	FP	1620 004	FP	1620 006	PI	1620 008	PI	1620 012	FP	1620 014	PI
TRASMISION DE MARCHA	IZQUIERDO	1603 001	FP	1603 009	PI	1603 005	PI	1603 007	FP	1603 011	FP	1603 013	FP
		1603 002	FP	1603 004	PI	1603 006	PI	1603 008	FP	1603 012	FP	1603 014	FP
MOTOR DE MARCHA	IZQUIERDO	1604 001	FP	1604 007	PI	1604 005	FP	1604 007	FP	1604 012	FP	1604 014	FP
		1604 002	FP	1604 009	PI	1604 006	FP	1604 008	FP	1604 011	FP	1604 013	FP
MOTOR DE IZAR	IZQUIERDO	1605 015	PI	1605 004	PI	1605 005	FP	1605 007	PI	1605 011	FP	1605 013	FP
		1605 016	PI	1605 003	PI	1605 006	FP	1605 008	FP	1605 012	FP	1605 014	FP
MOTOR DE VENTILADOR DE IZAR	IZQUIERDO	1619 001	PI	1619 003	FP	1619 005	FP	1619 007	PI	1619 012	FP	1619 013	FP
		1619 002	PI	1619 003	FP	1619 006	FP	1619 008	PI	1619 011	FP	1619 014	FP
TRANSMISION DE EMPUJE	07	1607 001	FP	1607 002	FP	1607 003	FP	1607 004	FP	1607 006	FP	1607 008	FP
BALDE	09	1609 006	FP	1609 005	FP	1609 004	FP	1609 003	FP	1609 009	FP	1609 010	FP
LAPIZ	10	1610 001	PI	1610 002	FP	1610 004	PI	1610 005	FP	1610 007	PI	1610 008	PI
TRANSMISION DE GIRO	IZQUIERDO	1611 001	FP	1611 014	PI	1611 005	FP	1611 007	FP	1611 010	FP	1611 012	FP
		1611 002	FP	1611 015	PI	1611 006	FP	1611 008	FP	1611 011	FP	1611 013	FP
PLUMA	12	1612 001	FP	1612 002	FP	1612 003	PI	1612 004	PI	1612 008	FP	1612 009	FP
TRANSMISION DE IZAR	13	1613 001	PI	1613 002	FP	1613 003	FP	1613 004	FP	1613 008	FP	1613 009	PI
MOTOR DE VENTILADOR DE SALA DE MAQUINAS	1 Derecho	1615 001	FP	1615 004	FP	1615 007	FP	1615 010	FP	1615 014	FP	1615 017	FP
	2 Central	1615 002	PI	1615 005	FP	1615 008	FP	1615 011	FP	1615 015	FP	1615 018	FP
	3 Izquierdo	1615 003	FP	1615 006	FP	1615 009	FP	1615 012	FP	1615 016	FP	1615 019	FP
COMPRESORA	18	1618 001	FP	1618 002	FP	1618 003	FP	1618 004	FP	1618 010	FP	1618 011	FP
MOTOR DE COMPRESORA	22	1622 001	FP	1622 002	FP	1622 003	FP	1622 004	FP	1622 007	FP	1622 008	FP
MOTOR DE ABRIR COMPUERTA DE BALDE	23	1623 001	FP	1623 002	FP	1623 003	FP	1623 004	FP	1623 007	FP	1623 008	FP
POLEA DE PLUMA	24	1624 001	PI	1624 009	PI	1624 003	FP	1624 004	FP	1624 007	PI	1624 008	PI

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5.1 observamos el estado actual de las marcaciones de componentes principales y también se presenta como formato a realizar el seguimiento de los componentes marcados.

TABLA 5. 2

TABLA DE RESUMEN DE COMPONENTES PRINCIPALES MARCADOS

DESCRIPCION DE ESTADO DE COMPONENTES		RESUMEN DE ESTADO DE COMPONENTES POR EQUIPO											
		003-035		003-036		003-037		003-038		003-039		003-040	
PI	PLACA INSTALADA	39%	11	43%	12	21%	6	29%	8	18%	5	21%	6
PM	PLACA MARCADA SIN INSTALAR	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
CP	CAMBIAR PLACA INSTALADA	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
FP	FALTA PLACA E INSTALAR	61%	17	57%	16	79%	22	71%	20	82%	23	79%	22
TOTAL DE COMPONENTES PRINCIPALES			28		28		28		28		28		28

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar solo se tienen marcados en su mayoría los componentes de la pala 003-036 con un 43% de componentes marcados y las demás palas solo tienen un promedio de marcación de un 20%.

### 5.8 Propuesta de Gestión de Mantenimiento

En base al análisis actual de la empresa se propone mejorar la gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

### **5.8.1 Planteamiento del Plan de Mantenimiento para mejorar la Gestión de Mantenimiento.**

El plan de Gestión de mantenimiento tiene como estrategia implementar lo siguiente:

- Trabajar en equipo en coordinación con las demás áreas de talleres de mantenimiento, almacén, planeamiento y operaciones.
- Enfoque a la planificación y programación proactiva con el compromiso de los trabajadores para lograr los objetivos.
- Basándonos en el mejoramiento continuo obtendremos resultados de los indicadores y estableciendo planes de mejora para implementarlos, siguiendo el ciclo de manera continua.
- Tener una gestión disciplinada de materiales: Mediante capacitaciones de gestión de inventario para tener la cantidad de repuestos e insumos de repuestos para la programación de mantenimientos preventivos.
- Implementar las tarjetas de mantenimiento para mejorar el control de mantenimientos preventivos.
- Elaborar diagrama de flujo actualizados de Mantto. Correctivo, Preventivo, Predictivo y de Ordenes de Trabajo, con la finalidad de mejorar los procedimientos actuales.
- Proponer la Implementar del mantenimiento predictivo, en análisis de aceite.
- Elaborar un plan de mantenimiento real de repuestos y componentes (Planner debe considerar el balance de recurso).

- Integración de sistemas de la empresa: Integrar los sistemas de mantenimiento con el sistema logística e implementar, integrar la elaboración y control de mantenimientos preventivos en el sistema de Mantenimiento de la empresa, así como los indicadores de mantenimiento presentados.
- Contratar el personal necesario de Taller de lubricación según análisis realizado.
- Superintendencia General Minería: mantener la disponibilidad adecuada a lo programado para cumplir con la producción planeada.

TABLA 5. 1

ACCIONES DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

ACCIÓN	COSTO ANUAL
Capacitación al personal para asegurar el cumplimiento del mantenimiento en calidad y aspectos técnicos	\$ 12000
Implementación del mantenimiento predictivo.	\$ 500
Contratar un supervisor orientado al trabajo de calidad para segura que la tarea de mantenimiento siga estándares de calidad internacional.	\$ 27000
Gestión de control de componentes (actualizar marcación de componentes).	\$ 1000 (personal de la empresa)
Elaborar un plan de mantenimiento real en stock de repuestos (Planner de Mantenimiento del área).	\$ 27000
Capacitar al personal de mantenimiento, para asegurar un adecuado control de repuesto y materiales (2veces al año)	\$ 2000
Contratación de Personal Taller de Lubricación.	\$ 171000
<b>Inversión Total</b>	<b>\$ 240500</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.8.2 Capacitaciones al personal para la Gestión de Mantenimiento

Tomando en cuenta las estrategias planteadas y considerando los indicadores para demostrar la eficiencia de la gestión se plantea las siguientes acciones para el plan de mejora.

### 5.8.3 Programa de capacitación

Este programa esta dirigida al personal técnico de mantenimiento.

El área de recursos humanos terceriza la capacitación mantenimiento de seguridad y salud ocupacional sin embargo para el tema de mantenimiento no hay una programación de capacitación al personal involucrado en el mantenimiento.

A continuación, se presenta la programación de capacitación técnica de mantenimiento para el personal involucrada en el mantenimiento.

TABLA 5. 2

#### TEMAS DE CAPACITACIÓN TÉCNICA

MES	TEMA DE CAPACITACIÓN
<b>Enero</b>	Introducción al mantenimiento óptimo. Mantenimiento seguro y eficiente. Gestión de mantenimiento en activos.
<b>Febrero</b>	Gestión de mantenimiento en palas electromecánicas. Gestión de confiabilidad humana Gestión de calidad del mantenimiento. Gerencia de mantenimiento.
<b>Marzo</b>	Mantenimiento correctivo y tiempo medio para reparar.
<b>Abril</b>	Mantenimiento preventivo y tiempo medio entre fallas. Overhaul de equipos Optimización del mantenimiento.

<b>Mayo</b>	Mantenimiento predictivo, análisis vibracional, análisis de lubricantes. Teoría y práctica del mantenimiento predictivo. Diagnóstico de fallas.
<b>Junio</b>	Mantenimiento proactivo y trabajo en equipo. Tecnología de medición en mantenimiento. Administración y sistema de mantenimiento
<b>Julio</b>	Mantenimiento rutinario y supervisión eficiente. Taller de consolidación de equipos exitosos. Gestión de calidad en el mantenimiento técnico.
<b>Agosto</b>	Mantenimiento autónomo y sistema de funcionamiento de palas electromecánicas.
<b>Setiembre</b>	Mantenimiento productivo total (TPM). Control de inventarios.
<b>Octubre</b>	Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).
<b>Noviembre</b>	Análisis de falla de equipos y toma de decisiones. Solución de correctivos de emergencia
<b>Diciembre</b>	Importancia del plan de mantenimiento Auditoria de mantenimiento. Confiabilidad operacional técnica.

Fuente: Elaboración propia

El programa de capacitación es de acuerdo a datos proporcionados por recursos humanos en coordinación con proveedores de servicio de capacitación, tendría un costo de 12000 dólares.

#### **5.8.4 Implementar una tarjeta de mantenimiento preventivo y un sistema de registro y diagnóstico de fallas.**

##### **Tarjeta de Mantenimiento Preventivo:**


Con la implementación de la tarjeta de mantenimiento actualizada se lograr mejorar el cumplimiento de actividades de mantenimiento, de esa manera mejoraremos el porcentaje de cumplimiento de actividades programadas con respecto a los mantenimientos preventivos y mejoraremos el control de actividades realizadas.



A continuación, presentamos las tarjetas de mantenimiento mecánico, eléctrico y de lubricación a implementar.

FIGURA 5. 9


TARJETA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - MECÁNICO

TARJETA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - MECANICO		UN	FECHA	NUMERARIO	NUMEROS
DESCRIPCION DE EQUIPO		U	FECHA	NUMERARIO	NUMEROS
003 -					
TZ - WK 12					
					
BUEÑO	<input type="checkbox"/>				
REPARADO	<input type="checkbox"/>				
CAMBIO	<input type="checkbox"/>				
PENDIENTE	<input type="checkbox"/>				
MANTENIMIENTO CADA 250 HORAS					
SISTEMA DE MARCHA					
1	ZAPATAS				
2	PINES Y SEGUROS				
3	RODILLOS SUPERIORES				
4	RODILLOS INFERIORES				
5	SPROCKET				
6	RUEDA TENSORA				
7	TENSION DE ORUGAS				
8	PROTECTORES DE LAS LINEAS DE LUBRICACION Y ENGRASE				
9	TRANSMISION DE MARCHA R.H.				
10	TRANSMISION DE MARCHA L.H.				
11	FRENO DE MARCHA R.H.				
12	FRENO DE MARCHA L.H.				
13	LINEAS Y VALVULAS DE LUBRICACION Y ENGRASE				
BALDE					
1	DIENTES				
2	ADAPTERS				
3	PINES Y SEGUROS				
4	CLAVO DE COMPUERTA				
5	TALON DEL BALDE				
6	BRAZO DE ABRIR COMPUERTA				
7	ASA DEL BALDE				
8	COMPUERTA				
9	PISO Y CARAS LATERALES DEL BALDE				
10	PROTECTORES DE BALDE				
11	CABLE Y SEGUROS DE ABRIR COMPUERTA				
CARGO					
1	ESTRUCTURA				
2	RODILLOS DE GIRO				
3	ENGRANAJES DE GIRO				
4	EJE CENTRAL				
5	TORNAMESA				
6	BARANDAS EXTERIORES DE LA SALA DE MAQUINAS				
7	ESCALERA DE ACCESO A LA PALA				
SALA DE MAQUINAS					
1	TAMBOR DE IZAR CABLE				
2	CABLE DE IZAR				
3	TRANSMISION DE IZAR				
4	FRENO DE IZAR R.H.				
5	FRENO DE IZAR L.H.				
SISTEMA DE GIRO					
1	TRANSMISION DE GIRO R.H.				
2	TRANSMISION DE GIRO L.H.				
3	FRENO DE GIRO R.H.				
4	FRENO DE GIRO L.H.				
GANTRY					
1	ESTRUCTURA				
2	CABLE				
3	LINEAS DE LUBRICACION Y ENGRASE				
4	PINES Y SEGUROS				
5	GRAPAS				
PLUMA					
1	ESTRUCTURA				
2	POLEA				
3	PINES Y SEGUROS				
4	GRAPAS				
5	LINEAS DE LUBRICACION Y ENGRASE				
LAPIZ					
1	ESTRUCTURA				
2	CREMALLERA				
3	MONTURAS				
4	SOPORTE DEL LAPIZ				
CABINA DEL OPERADOR					
1	VIDRIO DELANTERO				
2	VIDRIOS LATERALES				
3	PUERTA				
4	VENTANAS				
5	ASIENTO Y TAPIZADO				
6	BARANDA EXTERIORES DE LA CABINA DEL OPERADOR				
SISTEMA DE EMPUJE					
1	TRANSMISION DE EMPUJE				
2	PIÑON DE EMPUJE R.H.				
3	PIÑON DE EMPUJE L.H.				
4	LINEAS DE LUBRICACION Y ENGRASE				

Fu Fuente: Elaboración propia basada en el plan de mantenimiento de S.H.P.

FIGURA 5. 10


TARJETA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - LUBRICACIÓN

TARJETA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - LUBRICACION									
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO		02	01	FECHA	HOROMETRO	SUPERVISOR			
<b>EQUIPO</b>	003 -	01							
<b>MARCA MODELO</b>	TZ - WK 12	02							
<b>DESCRIPCIÓN DE CÓDIGO</b>		03							
<b>BUENO</b>		04							
<b>REPARADO</b>		05							
<b>CAMBIO</b>		06							
<b>PENDIENTE</b>		07							
<b>MANTENIMIENTO CADA 250 HORAS</b>									
<b>COMPRESORA</b>									
1	CAMBIAR ACEITE DE LA COMPRESORA								
<b>SISTEMA DE LUBRICACIÓN</b>									
2	LIMPIAR TANQUE MAGNETICO Y FILTRO								
3	LIMPIAR TANQUE PRINCIPAL Y SISTEMA LUBRICACION								
4	REVISAR PRESION DE ACEITE DE TANQUE PRINCIPAL								
5	REVISAR LOS VISORES DE SISTEMA LUBRICACION DE LAS CAJA DE GIRO R.H								
6	REVISAR LOS VISORES DE SISTEMA LUBRICACION DE LAS CAJA DE GIRO L.H								
<b>SISTEMA DE ENGRASE</b>									
7	RELLENAR DEPOSITOS DE GRASA								
8	LIMPIAR Y REVISAR LINEAS DE GRASA								
9	LIMPIAR Y REGULAR LAS VALVULAS DEL SISTEMA DE ENGRASE								
10	REVISAR REVERSING VALVE								
<b>SISTEMA DE IZAR</b>									
11	REVISAR VALVULAS DEL SISTEMA DE LUBRICACION DEL RODAJE DEL TAMBOR DE IZAR								
12	REVISAR VALVULAS DEL SISTEMA DE LUBRICACION DEL SELLO DEL TAMBOR DE IZAR								
13	REVISAR LOS VISORES DEL SISTEMA LUBRICACION TAMBOR IZAR								
<b>SISTEMA DE EMPUJE</b>									
14	REVISAR VALVULAS DEL SISTEMA LUBRICACION PLUMA								
15	REVISAR VALVULAS SISTEMA DE LUBRICACION Y ENGRASE MONTURA R.H								
16	REVISAR VALVULAS SISTEMA DE LUBRICACION Y ENGRASE MONTURA L.H								
17	LIMPIAR E INSPECCIONAR COMPARTIMIENTO DE VALVULAS DEL BASTIDOR								
18	ENGRASAR COUPLING DE MARCHA								
<b>SISTEMA DE MARCHA</b>									
19	REVISAR VALVULAS DEL SISTEMA DE LUBRICACION MANDOS FINALES								
20	REVISAR VALVULAS DEL SISTEMA DE LUBRICACION DE RODILLOS DE ORUGA								
21	REVISAR VALVULAS DEL SISTEMA DE ENGRASE BOCINA DE RUEDAS TENSORAS								
<b>TORNAMESA</b>									
22	REVISAR VALVULAS DE SISTEMA DE LUBRICACION EJE VERTICAL								
23	ENGRASAR RODILLO DE TORNAMESA								
<b>MANTENIMIENTO CADA 1500 HORAS</b>									
<b>TANQUE PRINCIPAL</b>									
1	CAMBIAR ACEITE DEL TANQUE PRINCIPAL								
<b>SISTEMA DE MARCHA</b>									
2	CAMBIAR ACEITE TRANSMISION DE MARCHA R.H								
3	CAMBIAR ACEITE TRANSMISION DE MARCHA L.H								
<b>SISTEMA DE EMPUJE</b>									
4	CAMBIAR ACEITE TRANSMISION DE EMPUJE								

Fuente: Elaboración propia basada en el plan de mantenimiento de S.H.P.

FIGURA 5. 11

TARJETA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO

TARJETA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - ELECTRICO														
DESCRIPCIÓN DE EQUIPO					N°	O.T.	FECHA	HOROMETRO	SUPERVISOR					
EQUIPO	003 -				1									
MARCA MODELO	TZ - WK 12				2									
DESCRIPCIÓN DE CÓDIGO 					3									
					4									
					5									
					6									
					7									
					8									
					9									
					10									
					BUENO	B								
					REPARADO	R								
CAMBIO	C													
PENDIENTE	P													
MANTENIMIENTO CADA 250 HORAS					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>PRUEBAS PREVIAS AL MANTENIMIENTO.</b>														
1	Arranque del rectificador													
2	Parada de emergencia													
3	Reset													
4	Apertura/cierre de frenos izaje													
5	Apertura/cierre de frenos de camino													
6	Apertura/cierre de frenos giro													
7	Apertura/cierre de frenos empuje													
8	Funcionamiento del Joystick													
9	Funcionamiento de claxon													
10	Funcionamiento del dipper													
11	Control de Lubricación manual de grasa													
12	Paro del rectificador													
13	Switch de escalera													
<b>LIMPIEZA GENERAL CON AIRE Y SOLVENTE.</b>														
1	Transformador principal 4160/690V-1MVA													
2	Transformador auxiliar 4160/460V - 160KVA													
3	Transformador de alumbrado 460/200V - 30KVA													
4	Celda de Vacuum AT.													
5	Celda de control de motores													
6	Celda de control de PLC													
7	Celda de caja de cambio													
8	Celdas de rectificador/inversores													
9	Anillos de Alta tensión													
10	Cuarto de Lubricación													
11	Motores de izar													
12	Motor de empuje													
13	Motores de marcha													
14	Motores de giro													
15	Motor de dipper													
<b>INSPECCION Y AJUSTES</b>														
1	Revisión del coupling de entrada de 4.160 kV.													
<b>TRANSFORMADOR PRINCIPAL 4160/690V-1MVA</b>														
1	Ajuste de conexiones en bornes de entrada.													
<b>TRANSFORMADOR AUXILIAR 4160/460V - 160KVA</b>														
1	Ajuste de conexiones en bornes de entrada.													
<b>TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO 460/200V - 30KVA</b>														
1	Ajuste de conexiones en bornes de entrada.													
<b>TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO 460/200V-30KVA (AJUSTES DE CONEXIONES)</b>														
1	Breakers, contactores.													
2	Bornes y medidores.													
3	Limpieza de aisladores.													



**Sistema de Registro y Diagnostico de fallas:**

Actualmente no se puede llegar a una estadística clara de control de fallas debido a que solo se lleva el control de demoras de respecto a las paradas que solo están en grupos de demos mecánicas, eléctricas, operaciones y de operaciones.

Se propone como sistema mejorara el control de fallas para tener un mejor diagnóstico de las fallas presentadas en el equipo por sistema y sub sistemas en el campo mecánico, eléctrico, lubricación y soldadura, considerando lo siguiente.

**Fallas:** Mecánico, Eléctrico, Lubricación, Soldadura

**Sistemas Afectados:** Sistema de Marcha, Sistema de Rotación, Sistema de Empuje, Sistema de Izaje, Sistema Eléctrico

TABLA 5. 3

TABLAS DE COMPONENTES POR SISTEMAS

Sistema de Marcha	Sistema de Rotación	Sistema de Empuje	Sistema de Izaje	Sistema Eléctrico
Motor de Marcha	Motor de Giro	Motor de Empuje	Motor de Izar	Motor ventilador de sala de maquinas
Transmisión de marcha	Motor de Ventilador de Giro	Motor de Ventilador de empuje	Motor de ventilador de izar	Compresora
	Transmisión de giro	Lapiz	Transmisión de izar	Motor de Compresora
		Piñon botella	Balde	Luces
			Motor de compuerta de balde	
			Pluma	
			Polea de pluma	
			Frenos de izar	

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los siguientes componentes para el registro de fallas tenemos como pantalla principal al sistema de ingreso de fallas presentadas en los equipos.

TABLA 5. 4

TABLA DE INGRESO DE REGISTRO DE FALLAS

NUEVO		GUARDAR		HISTORIAL		INDICADORES	
<b>REGISTRO DE FALLAS - PALAS ELECTROMECAÑICAS TZ</b>							
EQUIPO 003-037		TIPO DE FALLA Mecánico		SISTEMA AFECTADO Sistema de Izaje		H. INICIO 8/08/2017 10:20	
martes, 8 de Agosto de 2017				COMPONENTE Transmisión de izar		H. FINAL 8/08/2017 12:21	
COMENTARIOS DE FALLAS O REPUESTOS USADOS		CO		<ul style="list-style-type: none"> <li>Motor de izar</li> <li>Motor de ventilador de izar</li> <li>Transmisión de izar</li> <li>Balde</li> <li>Motor de compuerta de balde</li> <li>Pluma</li> <li>Polea de pluma</li> <li>Frenos de izar</li> </ul>			

Fuente: Elaboración propia.

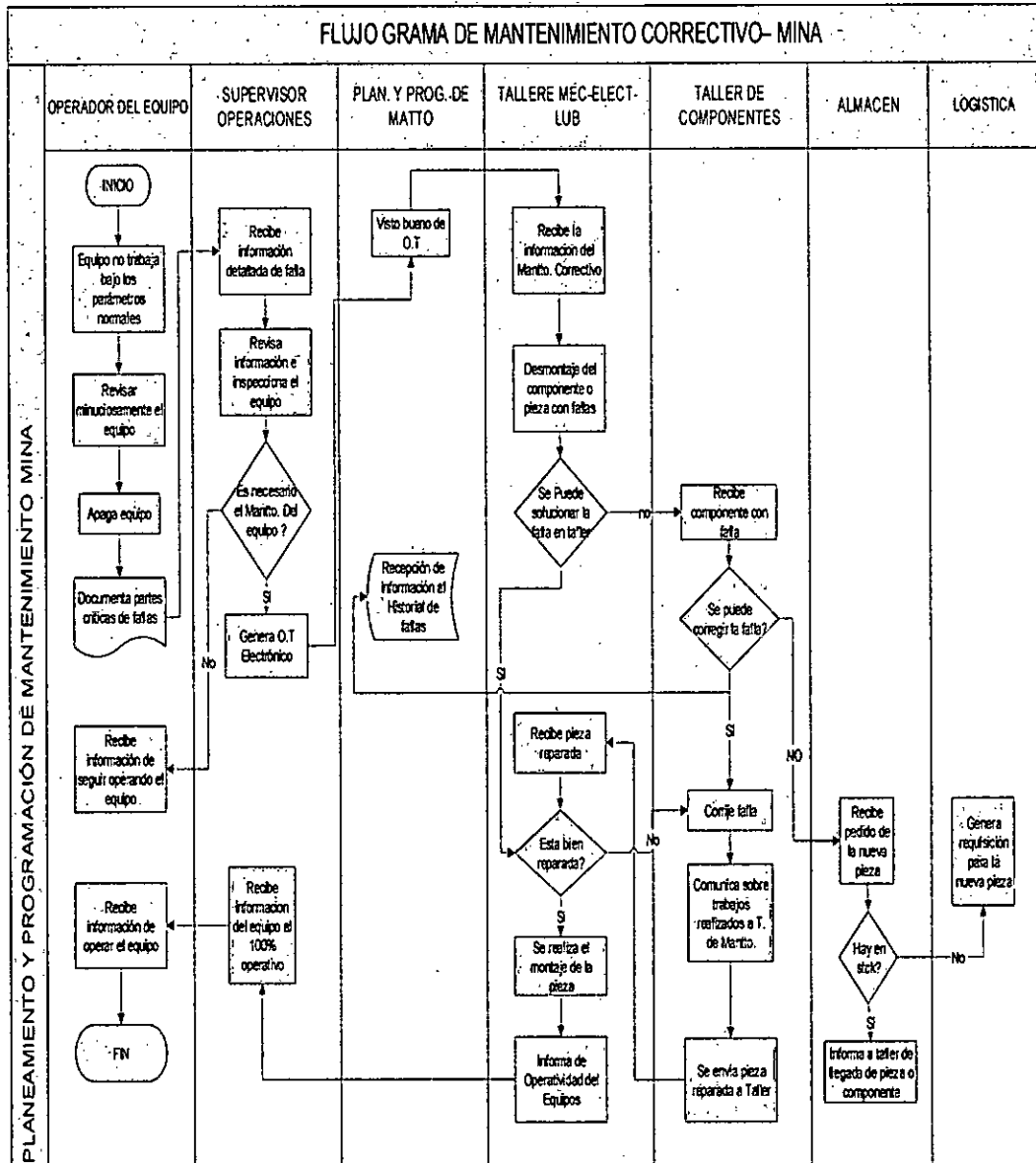
Con este sistema de registro de fallas se podrá tener un historial de falla para tener un mejor control estadístico de las fallas presentadas por el equipo para un mejor análisis de fallas, tener indicadores de mantenimiento para una mejor toma de decisiones.

**5.8.5 Diagrama de flujos de mantenimiento.**

Se elaboro el diagrama de flujo para mejorar los procesos con respecto a los mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos y gestión de órdenes de trabajo.

GRÁFICA 5. 14

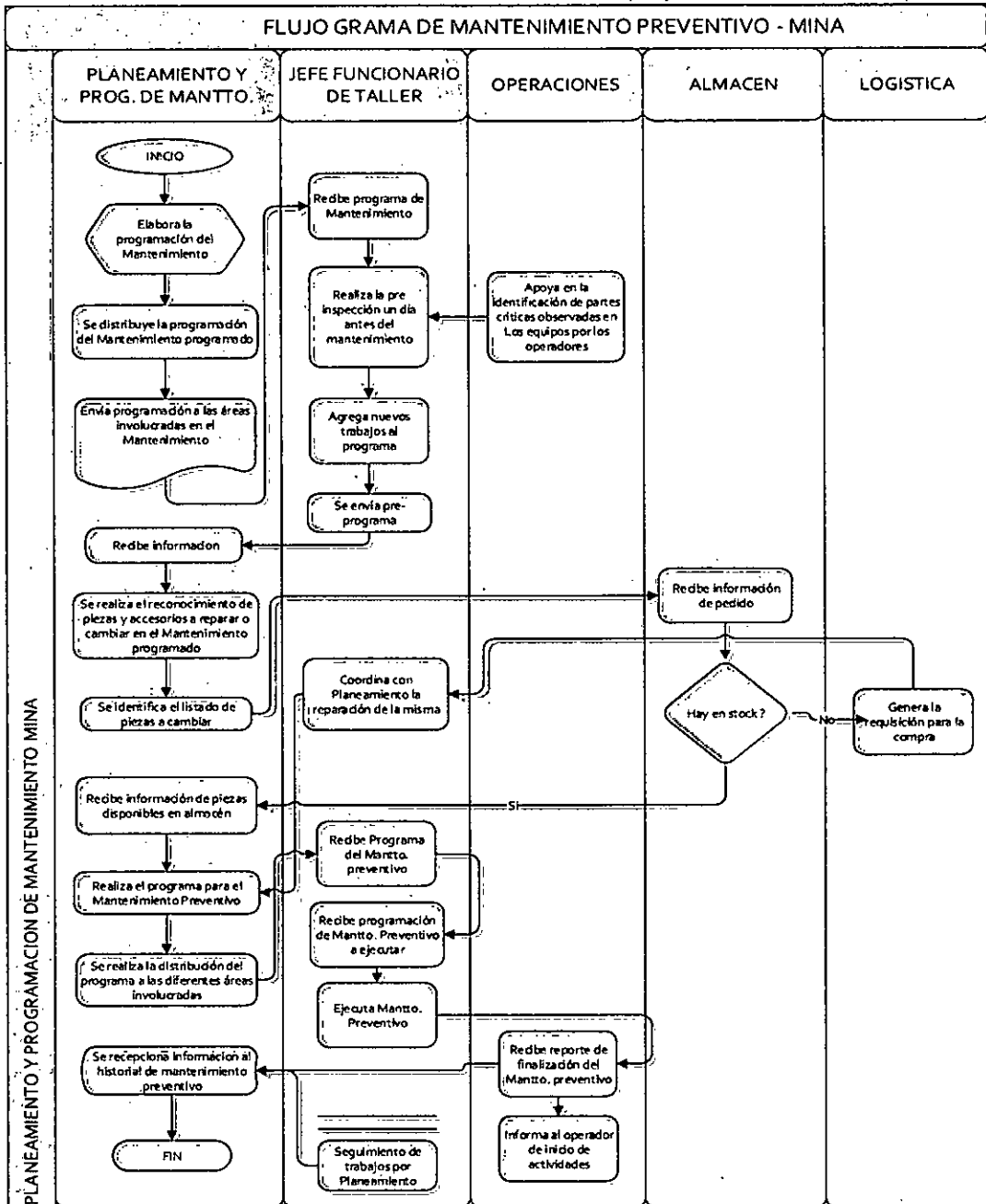
FLUJOGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO



Fuente: elaboración propia

GRÁFICA 5.15

FLUJOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

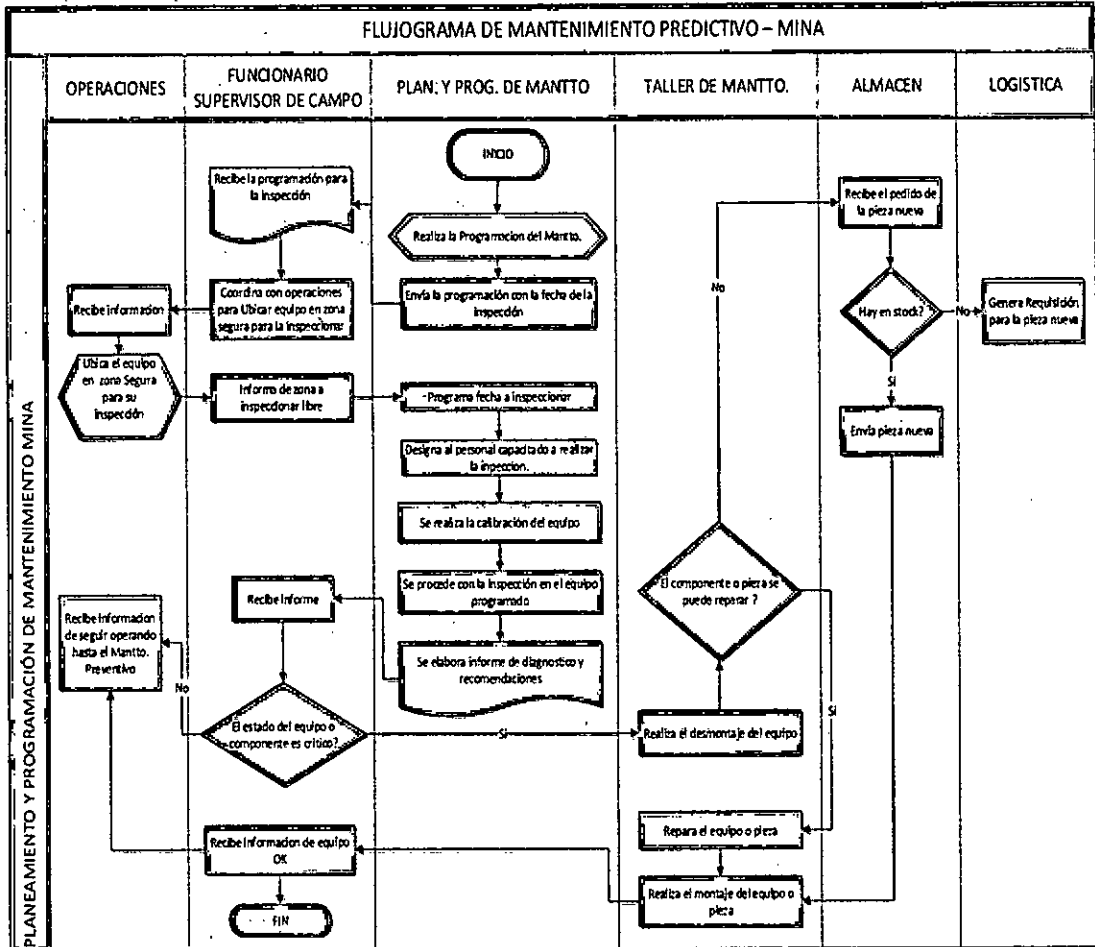


Fuente: elaboración propia



GRÁFICA 5. 16

FLUJOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

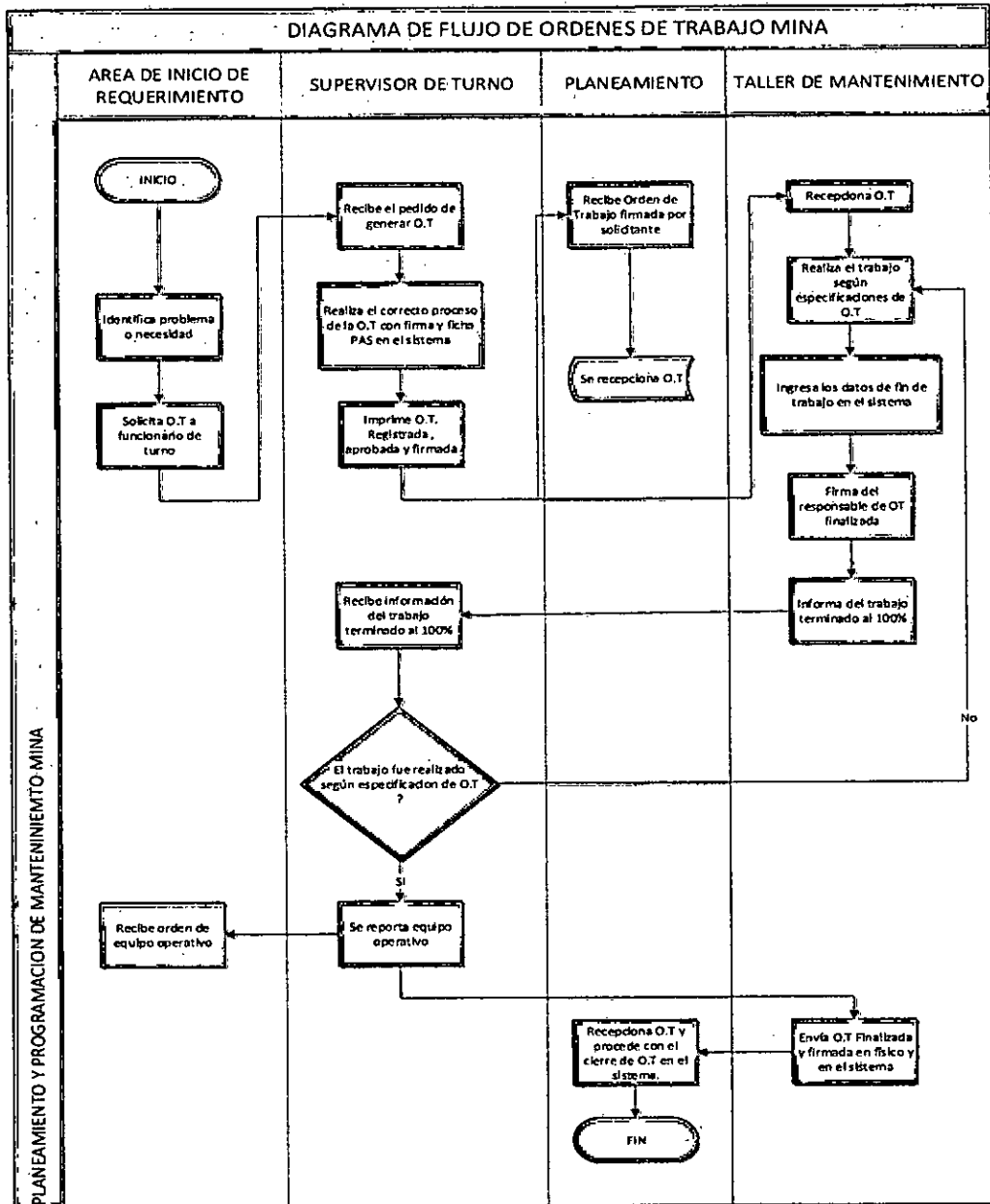


Fuente: Elaboración propia

Con el flujograma presente se podrá tener un mejor panorama de la secuencia para el análisis de aceite u otros mantenimientos predictivos que se implementen al equipo.

GRÁFICA 5. 17

DIAGRAMA DE FLUJO DE ORDENES DE TRABAJO



Fuente: elaboración propia

El flujograma actualizado ajustada al nuevo proceso de sistema de ordenes de trabajo implementada actualmente.

### **5.8.6 Implementar el mantenimiento predictivo.**

Implementar el mantenimiento predictivo en las palas electromecánicas con referencia a los siguientes análisis y monitoreo principales.

**Análisis de aceite:** El análisis de aceite será realizada de manera periódica por la empresa que abastece actualmente de insumos de aceites que no generará ningún costo extra a la empresa, sin embargo, se presenta la programación para la toma de muestras y enviar al laboratorio.

El área de Planeamiento y Programación de Mantenimiento serán los responsables del cumplimiento y análisis en base a resultados obtenidos del análisis de aceite.

Se recomienda implementar el monitoreo de condición por vibración en línea tomando en cuenta lo siguiente.

**Monitoreo de condición por vibraciones:** Implementar un sistema de monitoreo continuo y en línea de las vibraciones y corrientes de motor de las palas electromecánicas para aumentar la disponibilidad y seguridad de éstas. Con el fin de lograr el objetivo principal, se deben cumplir los siguientes objetivos específicos:

**a) Implementar un Sistema de Monitoreo en Línea que:**

- ✓ Aumente la confiabilidad de las palas electromecánicas.
- ✓ Aumente la producción de la compañía.

- ✓ Disminuya a cero las horas de monitoreo programado.
- ✓ Disminuya las fallas imprevistas.
- ✓ Disminuya a cero el riesgo para los trabajadores que monitorean en terreno.
- b. Implementar un sistema basado en el análisis de las vibraciones de las transmisiones de:**
  - Levante
  - Empuje
  - Giro
- c. Implementar un sistema basado en el análisis de las corrientes de los motores de:**
  - Levante.
  - Empuje.
  - Giro.

#### **5.8.7 Contratar un supervisor de Calidad para asegurar que las tareas de mantenimiento sigan estándares de calidad**

Considerando que una estrategia es el aseguramiento de los estándares de calidad en el trabajo de mantenimiento, se ha planteado contratar un Supervisor de Calidad que asegure la gestión de mantenimiento cumpliendo las exigencias y estándares internacionales.

Requisitos:

Profesional en Ingeniería Mecánica o Mecánico eléctrico

Colegiado y habilitado en CIP

Experiencia de más de 5 años en empresas mineras, dentro de área de mantenimiento.

Especialización en Mejora Continua y Sistema de Calidad

Proactivo, trabajo en equipo y orientado a resultados.

Para este puesto se plantea, considerando las escalas contempladas en el MOF de recursos humanos de la empresa, un sueldo \$1500 con 18 sueldos al año.

#### **5.8.8 Elaborar un plan de mantenimiento real (Planner debe considerar el balance de recurso).**

Contando con un supervisor de calidad, junto con el Equipo de planeamiento se va iniciar un proceso de verificación del programa de mantenimiento.

Se plantea el proceso a seguir por el planner y reducir los 2 % de error entre lo planificado y real:

Revisar los stocks de repuestos, herramientas y equipos de mantenimiento.

Analizar los datos históricos de la gestión de mantenimiento real vs programado.

evaluar el % de error de los planes de mantenimiento de años anteriores

Presentar plan de mantenimiento a superintendente de mantenimiento y producción.

Aprobación por superintendente general de mantenimiento del plan de mantenimiento.

Esta propuesta está orientada a mejorar el proceso de planificación y evaluado de lo histórico con lo real.

Contratar personal para mantenimiento, para que se pueda asegurar un adecuado control de repuestos y materiales (gestión de stocks) en los mantenimientos.

Considerando que una estrategia es mejorar la gestión de inventarios, se ha planteado contratar un Asistente para Almacén para que coordine y actualice los stock requeridos y necesarios por talleres en Mina, que asegure la gestión de entrega de repuesto programado de acuerdo a los requerimientos y mantener el stock adecuado de acuerdo a los programas de mantenimiento planificados.

Requisitos:

Bachiller o Profesional en Ingeniería Industrial, Ingeniero Mecánico.

Con conocimiento en inventarios, almacén y compras.

Proactivo, trabajo en equipo y orientado a resultados.

Para este puesto se plantea considerando las escalas contempladas en el MOF de recursos humanos de la empresa, un sueldo de \$1200 con 18 sueldos al año.

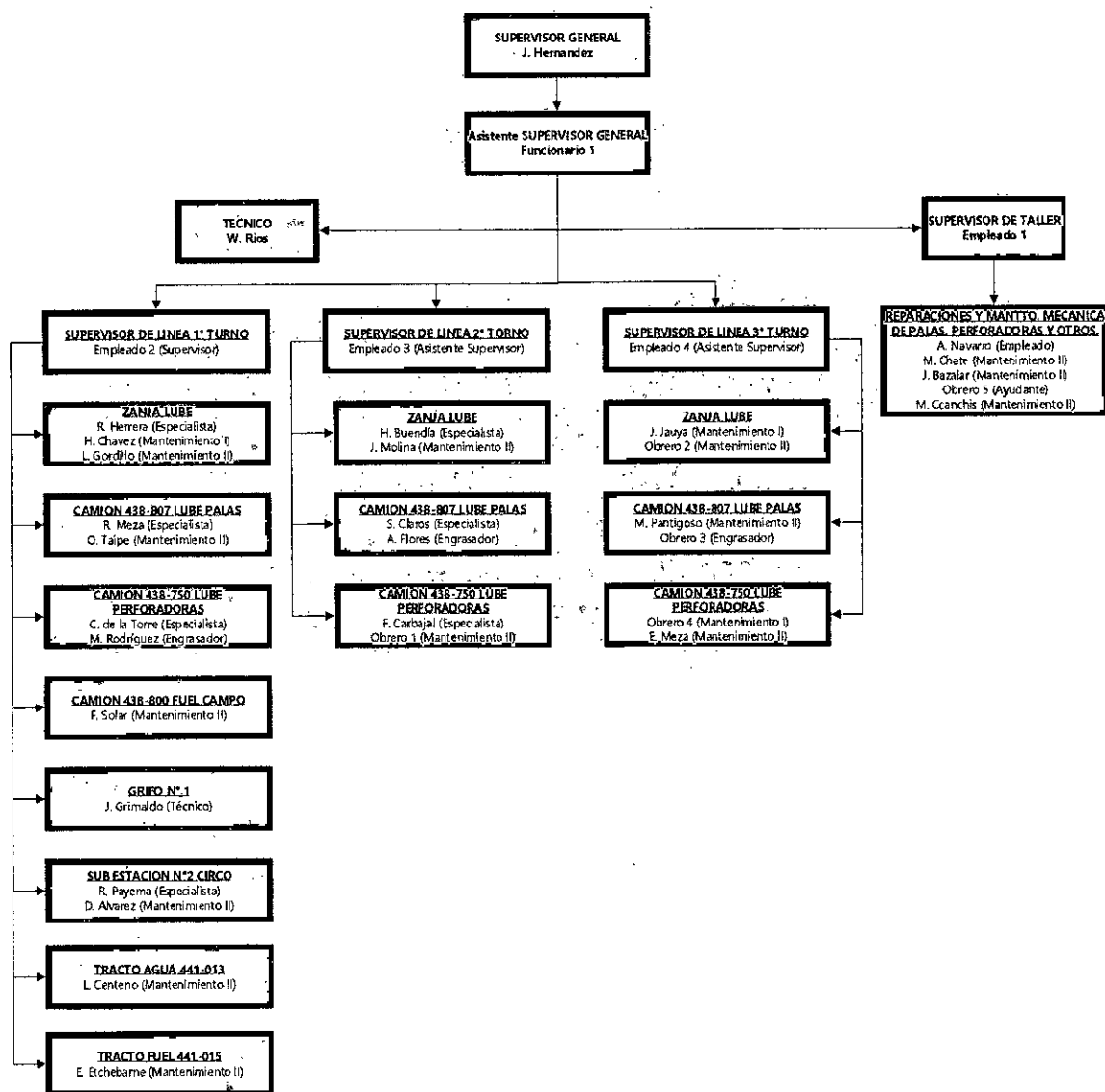
#### **5.8.9 Análisis estructura de personal del taller de lubricación.**

Como observamos en nuestra gráfica de cumplimiento de mantenimiento, análisis de la auditoría y considerando la importancia de lubricación de los equipos decidimos analizar motivo por el cual no se está cumpliendo las programaciones de mantenimiento.

Se identifico los procesos críticos del taller de lubricación mediante un organigrama y la propuesta contratación de personal para poder realizar el servicio de mantenimiento correcto.

FIGURA 5. 12

ORGANIGRAMA ACTUAL DEL TALLER DE LUBRICACIÓN



Fuente: Elaboración propia con información de taller de lubricación S.H.P.

Analizando el estado actual del área se recomienda contratar el siguiente personal para cubrir las deficiencias en los mantenimientos preventivos y correctivos en campo.

TABLA 5. 5

TABLA RESUMEN PERSONAL TALLER DE LUBRICACIÓN

IT	Descripción de Personal	Turno	Personal Actual	Personal Faltante
1	Funcionario	1	1	1
2	Supervisor (Empleado)	1	0	2
		2	0	1
		3	0	1
3	Obrero	1	18	1
		2	5	1
		3	2	3
<b>Total</b>			<b>26</b>	<b>10</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como resumen se solicita la contratación de 1 funcionario, 4 empleados y 5 obreros.

Para más detalles revisar el organigrama del Taller de Lubricación.

TABLA 5. 6

TABLA DE INVERSIÓN DE PERSONAL A CONTRATAR

Descripción	Nº de Personal	Sueldo (18)	Inversión Anual
Funcionario	1	\$ 1500	\$ 27000
Empleado	4	\$ 1000	\$ 72000
Obrero	5	\$ 800	\$ 72000
<b>Total</b>	<b>10</b>		<b>\$ 171000</b>

Fuente: Elaboración propia.

La inversión anual está basada en 18 sueldos anuales del personal a contratar.



### 5.8.10 Establecimiento de metas

Por cada indicador analizado para demostrar la eficiencia de la Gestión de mantenimiento, se propone las metas a alcanzar.

TABLA 5. 7

TABLA DE INDICADORES REALES VS ESPERADOS

INDICADOR	ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
Disponibilidad	87.5%	89%
Confiabilidad MTTF	25	30
Mantenimiento MTTR	4	3
Cumplimiento de Mantto. Preventivo	53%	70%
Promedio de costo de repuesto anual de Palas.	\$ 171000	\$ 160000

Fuente: Elaboración propia

### 5.8.11 Retorno de inversión.

Logrando cumplir con los indicadores proyectados y cumpliendo con el plan de mantenimiento presentado para mejorar la gestión del mantenimiento, lograremos aumentar la disponibilidad en 1.5% esto quiere decir que cada pala trabajar 10.8 hrs más por mes, por lo tanto, al año cada pala trabajara 129.6 hrs anuales más.

Considerando los siguientes parámetros.

TABLA 5. 8

TABLA DE PARAMETROS

Variación de disponibilidad	Flota de Palas	Producción por Pala TN/Hr	Disp. Op.	Fac. Proceso	Ganancia promedio por venta \$/TN
1.5%	6	1200	80%	55%	25

Fuente: Elaboración propia con información de performance y producción.

A continuación, presentamos tabla resumen de producción y ganancias obtenidas al aumentar la disponibilidad de los equipos en 1.5 %.

TABLA 5. 9

TABLA RESUMEN DE RETORNO DE INVERSIÓN

Incremento de Producción flota TZ	Mensual	Anual
Horas trabajadas (Hrs)	51.8	622.1
Producción en (TN)	62,208.0	746,496.0
Mineral procesado	34,214.4	410,572.8
Ganancia Promedio De Venta	\$855,360.0	\$10,264,320.0
Inversión del proyecto	\$20,041.7	\$240,500.0
Ganancia Real Adicional	\$835,318.3	\$10,023,820.0

Fuente: Elaboración Propia.

Como resumen, mejorando la disponibilidad en 1.5% la empresa tendrá una ganancia de 10 millones de dólares anuales.

Por lo tanto, podemos decir que la propuesta es totalmente factible.

## **CAPITULO VI**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados y propuesta de mejora.**

En base a la auditoria que se realizó para poder conocer el estado de la gestión que se realiza en la actualidad, se realizó el análisis y estudio adecuado para las soluciones de los mismos, con la ayuda del radar aplicado y el diagrama de Ishikawa se tiene una propuesta de solución más clara.

Con el análisis de los MTTF y MTTR se identificó que equipos se encuentran por debajo del promedio, sin embargo, se identificó también el tipo de demoras más frecuentes aplicando el diagrama de Pareto para dar prioridades de soluciones teniendo como principal prioridad de solucionar las fallas eléctricas, pero mejorando el cumplimiento de mantenimientos preventivos.

Analizando los costos y comparándolas con la producción de los equipos nos vimos con la sorpresa que la pala 003-036 ya accedió el costo de su valor solo tomando en cuenta los costos usados por repuestos y teniendo como costo de repuestos usados por año 333610 dólares, sin embargo, la pala 003-035 también presenta demasiados defectos y fallas teniendo un costo promedio anual de 202972 dólares de costo en repuesto y presentando baja producción.

Como observamos el cumplimiento de mantenimiento es demasiado baja, por ello se refleja en la cantidad de fallas presentadas en los equipos y en el elevado costo

del mismo por lo tanto es uno de los factores principales para lograr ser una empresa minera de clase mundial, se implementó tarjetas de mantenimiento para su mejor cumplimiento a su vez se elaboró diagrama de flujos según el tipo de mantenimiento y proceso de ordenes de trabajo, para tener una mejor gestión con respecto a los mantenimiento.

Mejorando todos estos puntos analizados, se recomienda implementar el mantenimiento Productivo total y realizar un monitoreo de condición a los equipos tomando en cuenta los costos usados a la fecha.

## **6.2 Contratación de los resultados con otros estudios similares**

Comparando con otros estudios nuestros indicadores no llegan a la categoría de una minera de clase mundial teniendo una disponibilidad de 87.5% en promedio mientras unas empresas mineras de clase mundial presentan disponibilidades de 89% a 90%.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

- a. Se estableció como indicadores de mantenimiento para las palas:
  - ❖ Mantenibilidad a través del MTTR, Confiabilidad a través del (MTTF).
  - ❖ Disponibilidad Mecánica, analiza la disponibilidad de las palas con respecto a las horas de operación y las horas totales de producción.
  - ❖ Costo promedio de repuesto de la flota.
  
- b. Se analizaron los indicadores establecidos para el presente estudio que nos permitirá evaluar la gestión de mantenimiento del año 2018.
  - ❖ La disponibilidad de los equipos llega a un 87.5% el cual se encuentra debajo a la meta propuesta por la gerencia 89% que se requiere para cumplir con los objetivos de producción.
  - ❖ La mantenibilidad llegó a 4 excedió en un 14% de lo establecido de tiempo promedio de reparación.
  - ❖ La confiabilidad del equipo llegó a 25 disminuyendo en un 9% no llegando a lo esperado (30).
  - ❖ El costo de repuesto promedio por equipo a excedido en un 4% lo que se incrementó los costos de repuestos en un 11000 dólar en promedio por año.
  - ❖ Las tareas programadas no cumplidas en tiempos establecidos, no llegaron al 70% establecido (53%) faltando un 17% de los mantenimientos programados.

- c. Se analizaron las propuestas de mejoras de manera técnica y económica alineado a las estrategias planteadas en la gestión de mantenimiento, desde capacitación de personal hasta, contar personal de calidad, implementación de tarjetas de mantenimiento y flujogramas de mantenimiento.
- d. A continuación, presentamos tabla resumen de producción y ganancias obtenidas al aumentar la disponibilidad de los equipos en 1.5 %.

TABLA 7. 1

TABLA RESUMEN DE RETORNO DE INVERSIÓN

Incremento de Producción flota TZ	Mensual	Anual
Horas trabajadas (Hrs)	51.8	622.1
Producción en (TN)	62,208.0	746,496.0
Mineral procesado	34,214.4	410,572.8
Ganancia Promedio De Venta	\$855,360.0	\$10,264,320.0
Inversión del proyecto	\$20,041.7	\$240,500.0
<b>Ganancia Real Adicional</b>	<b>\$835,318.3</b>	<b>\$10,023,820.0</b>

Fuente: Elaboración Propia.

- e. El resultado esperado de la propuesta de mejora permite mejorar los indicadores de la gestión de mantenimiento estableciendo metas de acuerdo a lo planificado por gerencia.

TABLA 7.2

TABLA DE INDICADORES ESPERADOS

INDICADOR	PROPUESTA DE MEJORA
Disponibilidad	89%
Confiabilidad MTTF	30
Mantenimiento MTTR	3
Cumplimiento de Mantto. Preventivo	70%
Promedio en ahorro de costo en repuesto anual de Pala.	\$ 160000

Fuente: elaboración propia.

- f. También se propuso un sistema para mejorar el historial de fallas por sistemas y poder analizar de manera adecuada los indicadores.

## CAPITULO VIII

### RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda que el sistema actual de la empresa (Mantenimiento, logística y operaciones) sea un sistema integrado en todas las áreas de la empresa.
- ✓ Se recomienda más participación de los trabajos de supervisión y control en campo, de parte del área de planeamiento.
- ✓ Se recomienda mejorar la política de mantenimiento preventivo para garantizar la mejora del MTTF.
- ✓ Recomendamos la contratación de personal especializado en reparaciones de mantenimientos correctivo para garantizar la mejora del MTTR.
- ✓ Se recomienda continuar los trabajos y estudios con respecto a la gestión de mantenimiento considerando MTTF y MTTR e implementar otros indicadores si sea el caso para mejor control de la gestión de mantenimiento.
- ✓ Se recomienda que se contrate personal especialista según sus funciones a realizar.
- ✓ Se recomienda alimentar el sistema de información fiable para lograr obtener indicadores confiables.
- ✓ Se recomienda concientizar al personal de alimentar el sistema de información precisa y confiable para generar indicadores confiables.
- ✓ Recomendamos elaborar un plan de trabajo de clima laboral entre las áreas para mejorar la coordinación y comunicación principalmente entre las áreas



de mantenimiento y operaciones que dependerá mucho de ello para el cumplimiento de los mantenimientos preventivos de los equipos.

- ✓ Se recomienda implementar un sistema de monitoreo de condición del equipo.

## CAPITULO IX

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanco Garcia, Y. A. (2009). Mejora de las actividades de Mantenimiento Preventivo de las palas P&H ubicado en el cuadrilátero ferrifero San Isidro de C.V.G. Ferromineria Orinoco,C.A, Ciudad Pilar. Universidad de Oriente Nuclear de Anzoátegui, Puerto la Cruz.

Flores Sánchez, J. G. (Intérprete). (Setiembre de 2017). Curso de Tesis. Callao, Perú.

Flores Sánchez, J. G., & Huaccha Salazar, E. W. (2012). Estrategia de Gestión de Mantenimiento para los Activos de los Talleres y Laboratorios de la FIME-UNAC. Callao - Lima: UNAC.

Hernández, R., Hernández, C., & Baptista, P. (s.f.). Metodología en la investigación. Mexico: MC Graw Hill.

[http://deltasur.org/las\\_aguas\\_subterraneeas.pdf](http://deltasur.org/las_aguas_subterraneeas.pdf). (s.f.).

Matínez Calizaya, A. L. (2012). Proponer una Gestión de Mantenimiento para todos los Equipos de Linea Amarilla de una empresa que brinda servicios de alquiler de maquinaria. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.

Moubray IV, J. M. (2000). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reability-Centred Maintenance). (S. y. Ellmann, Trad.) North Carolina, USA: Edwards Brothers.

RENOVETEC. (2009). Ingeniería de Mantenimiento. En S. García Garrido, Técnicas avanzadas de Gestión del Mantenimiento en la Industria (Vol. 6, pág. 5). Madrid: RENOVETEC.

Ricaldi Arzapalo, M. C. (2013). Propuesta para la mejora de la Disponibilidad de los camiones de una empresa de carga pesada, mediante el diseño de Gestión de Mantenimiento. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.

Riquelme Hernández, M. A. (2013). Proyecto en monitoreo de condiciones para mantenimiento predictivo de Palas Electromecánicas. Tesis, Universidad de Chile, Chile.

Riquelme Hernández, M. A. (2013). Proyecto para monitoreo de condición para Mantenimiento Predictivo de Palas Electromecánicas. Santiago: Universidad de Chile.

Rojas Correa, C. E. (2014). Mejora en la Gestión de la Planificación y putas de Mantenimiento en los Camiones de Carguío Komatsu 830E y 930E en la Compañía Minera Doña Ines de Collahuasi. Tesis, Universidad de Chile, Santiago de Chile.

SEAS, Estudios Superiores Abiertos. (2016). Gestión de Mantenimiento I.

Shougang Hierro Perú S.A.A., P. (15 de setiembre de 2017). Shougang Hierro Perú S.A.A. Obtenido de <http://www.shougang.com.pe/empresa.htm>

Solís Cortes, R. E. (2013). Estrategias de aseguramiento de Disponibilidad Palas de cable de mina Radomiro Tomic. Tesis, Universidad de Chile, Chile.

TECSUP. (2014). [www.maquinarisapesadas.org](http://www.maquinarisapesadas.org). Obtenido de Maquinarias Pesadas.

Tuesta Yliquín, J. M. (2014). Plan de Mantenimiento para mejorar la Disponibilidad de los Equipos Pesados en la Empresa Obrainsa. Tesis, Universidad Nacional del Callao, Callao - Perú.

Vera, R. (20 de Setiembre de 2017). Gestión. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/minera-shougang-hierro-peru-invertira-us-1-500-ampliacion-planta-desalinizadora-143948>

# ANEXO

## HIERRO PERÚ S.A.A."

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b><u>Problema principal</u></b></p> <p>¿De qué manera la propuesta de gestión del mantenimiento mejorara la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A.</p> <p><b><u>Problema específico</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el desempeño actual de gestión del mantenimiento en las Palas electromecánicas TZ modelo WK-12?</li> <li>• ¿De qué manera se puede prevenir las fallas imprevistas presentadas en la Palas?</li> <li>• ¿Cómo disminuir los tiempos y costos de los mantenimientos correctivos de las Palas?</li> <li>• ¿Como mejorar el cumplimiento de los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos de las palas electromecánicas TZ?</li> </ul>	<p><b><u>Objetivo principal</u></b></p> <p>Identificar una propuesta de Gestión de Mantenimiento que permita mejorar la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12 en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A</p> <p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar una auditoría de mantenimiento para conocer el desempeño actual de gestión de mantenimiento en las palas electromecánicas TZ modelo WK-12.</li> <li>• Proponer mejoras del MTTF de las palas electromecánicas TZ modelo WK-12.</li> <li>• Proponer mejoras del MTTR para disminuir costos en los mantenimientos correctivos de las palas electromecánicas TZ.</li> <li>• Diseñar estrategias de gestión de mantenimiento para mejorar el cumplimiento de mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos de palas electromecánicas TZ.</li> </ul>	<p><b><u>Hipótesis general</u></b></p> <p>Con la propuesta de gestión de mantenimiento se mejorará la disponibilidad de las palas electromecánicas TZ en la minera Shougang Hierro Perú S.A.A.</p> <p><b><u>Hipótesis específicas</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizando la auditoría de mantenimiento se conocerá el desempeño actual de la gestión de mantenimiento en las palas electromecánica TZ.</li> <li>• Proponiendo mejoras del MTTF reduciremos las fallas imprevistas de las palas electromecánicas TZ.</li> <li>• Proponiendo mejoras del MTTR se reducirán los tiempo y costos de mantenimiento correctivos de las Palas Electromecánicas TZ.</li> <li>• Con las estrategias de gestión de mantenimiento mejoraremos el cumplimiento de mantenimiento correctivo, preventivos y predictivos de Palas electromecánicas TZ.</li> </ul>	<p><b><u>Variable independiente</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gestión del mantenimiento</li> </ul> <p><b><u>Indicadores</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponibilidad</li> <li>▪ MTTF</li> <li>▪ MTTR</li> <li>▪ Cumplimiento de Programas de mantenimientos.</li> <li>▪ Costo de Repuestos utilizados</li> <li>▪ Diagrama de Pareto.</li> <li>▪ Radar de gestión de mantenimiento.</li> </ul> <p><b><u>Variable Dependiente</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disponibilidad de las Palas Electromecánicas.</li> </ul> <p><b><u>Indicadores</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Numero de fallas.</li> <li>▪ Tiempo de demoras por mantenimientos.</li> <li>▪ Confiabilidad.</li> <li>▪ Mantenibilidad.</li> </ul>	<p><b><u>Tipo de investigación</u></b></p> <p>Propositivo y Aplicativo.</p> <p><b><u>Nivel</u></b></p> <p>Explicativo y Propositivo.</p> <p><b><u>Método</u></b></p> <p>Directo e indirecto.</p> <p><b><u>Diseño</u></b></p> <p>Ox r Oy</p> <p><b><u>Población y Muestra</u></b></p> <p>Flota de 6 Palas Electromecánicas TZ modelo WK-12</p> <p><b><u>Muestra:</u></b> Pala 003-035, 003-036 y 003-037.</p> <p><b><u>Instrumentos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registro de fallas y demoras.</li> <li>▪ Registro de Performance de equipos.</li> <li>▪ Reportes de cumplimiento de prog. de Mantto.</li> <li>▪ Encuestas para auditoría de Mantto.</li> </ul>

## ANEXO N°2

### ENCUESTAS DE AUDITORIA PARA MANTENIMIENTO

#### ENCUESTA AL RESPONSABLE DE TALLER MECANICO PALAS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

#### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

0
0
7
8
5
0
7
7
5
8
7

#### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

5
6
6
7
8
7
8
0
5
5
8
7
7
6
4

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

6
6
7
7
7
7
7
7
7
7
8

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos ?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

7
6
6
7
5
7
6
5

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿ Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo ?

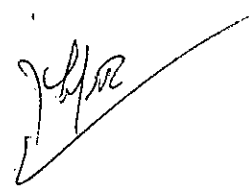
7
7
7
7
7
8
7
8
7
7
6



**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

7
6
7
6
7
5
7
7
7
5
6
7



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE TALLER ELÉCTRICO DE PALAS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

0
0
7
8
5
5
9
9
7
9
9

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

0
7
6
3
8
8
6
0
8
5
7
7
3
4
6

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

10
6
9
8
7
5
0
5
0
7

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

3
5
8
5
8
2
6
5

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo?

6
7
10
6
4
8
8
9
6
9
8

**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

9
9
10
7
6
9
6
7
6
8
9
5



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE TALLER SOLDADURA DE PALAS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

5
5
9
9
8
4
8
8
8
8
8

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

6
3
4
6
8
7
8
6
7
3
4
7
4
1
3

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

1
9
9
9
8
8
5
9
7
8

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

8
8
9
9
7
8
3
6

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo?

8
3
5
5
5
7
7
2
5
8
9

**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

8
8
8
9
9
9
8
9
4
8
8



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE TALLER LUBRICACIONES

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

6
5
6
6
7
5
8
8
5
7
7

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las pàlas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

8
4
7
4
7
7
7
0
4
8
8
4
8
7
7



### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

3
8
8
8
8
8
4
8
6
4

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

6
5
8
8
8
8
6
7

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo?

8
5
8
4
4
8
7
8
8
6
8

**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

8
8
8
5
8
8
9
8
6
5
5
5



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE ALMACEN DE REPUESTOS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

5
5
8
8
6
0
0
0
5
5
0

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

5
7
8
7
7
5
8
4
0
7
6
6
7
7
0

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

8
8
4
5
8
5
0
5
7
7

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos ?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

7
6
7
8
7
6
6
7

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿ Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo ?

7
6
6
7
6
6
5
7
7
8
8

**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

4
0
5
4
4
4
8
8
7
6
4
4



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE PLANNER DE MANTENIMIENTO

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

5
4
8
8
9
5
8
8
8
8
7

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

8
6
8
7
8
6
8
4
8
8
5
6
8
6
5

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

4
7
8
7
6
8
6
7
7
8

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos ?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

5
7
8
7
7
6
7
7

### 5. EJECUCION


- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿ Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo ?

7
8
7
7
7
7
7
8
8
8
7

**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

8
5
7
7
8
8
8
9
8
4
7
5





## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE OPERACIONES DE PALAS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

9
9
9
10
9
9
10
10
9
9
10

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

10
6
9
6
9
9
9
5
7
9
9
9
9
6
5

### 3. RECURSOS HUMANO

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

9
9
10
7
9
9
8
9
9
7

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

7
6
7
7
6
7
7
6

### 5. EJECUCION

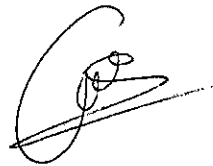
- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo?

9
7
9
10
9
9
10
9
7
9
9

## 6. SUPERVISION Y CONTROL

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?  
6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?  
6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?  
6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?  
6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?  
6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?  
6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?  
6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?  
6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?  
6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?  
6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?  
6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

10
9
9
4
10
9
9
4
10
9
7
6



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE OPERACIONES DE PALAS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

9
9
9
9
9
7
9
9
9
9
9

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vaies de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

9
9
9
9
9
8
9
7
8
9
7
9
7
8
8

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

4
9
9
8
9
9
7
9
7
6

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos ?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

5
7
7
7
5
5
5
5

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿ Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo ?

9
9
8
9
8
9
9
9
8
8
8

**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

9
8
8
9
9
0
8
8
9
9
8
7



## ENCUESTA AL RESPONSABLE DE OPERACIONES DE PALAS

La calificación de las preguntas son de acuerdo al grado de cumplimiento en un rango de 0 a 10.

0	No se cumple o no existe
1	Cumplim. muy deficiente
2	Cumplimiento deficiente
...	...
9	Cumplimiento Bueno
10	Cumplimiento muy Bueno

### 1. ORGANIZACION

- 1.1. ¿El manual de Organización y funciones está definido en su área?
- 1.2. ¿Cuál es el grado de cumplimiento del manual de Organización?
- 1.3. ¿Cuál es el nivel de Organización del área para resolver problemas?
- 1.4. ¿Se tiene definido el personal responsable del taller en sus diferentes turnos?
- 1.5. ¿Cuál es el cumplimiento y uso de equipos en su área?
- 1.6. ¿Hay capacitación al personal de mantenimiento del área?
- 1.7. ¿Hay un sistema claro de designación de prioridades?
- 1.8. ¿Este sistema se utiliza correctamente?
- 1.9. ¿Cómo es la organización con las otras áreas al realizar un mantenimiento?
- 1.10. ¿Cómo es la organización para responder contingencias de emergencia?
- 1.11. ¿Cómo considera la respuesta de sus pedidos de parte de la jefatura?

2
4
6
9
8
7
9
8
8
8
9

### 2. PLANEAMIENTO

- 2.1. ¿Hay planificación anticipada al mantenimiento preventivo?
- 2.2. ¿Cómo es el cumplimiento de los mantenimientos preventivos?
- 2.3. ¿Hay claridad en las órdenes de mantenimiento o vales de pedido?
- 2.4. ¿Cómo es la previsión de repuestos y consumibles a usar?
- 2.5. ¿Cómo es la planificación con los riesgos operativos en su área?
- 2.6. ¿Cómo es la planificación del stock de repuestos requeridos en los mantenimientos?
- 2.7. ¿Hay inspección periódica de funcionamiento de los equipos?
- 2.8. ¿Existe un sistema de calidad?
- 2.9. ¿Cómo es el cumplimiento de las tareas de mantenimientos programadas?
- 2.10. ¿El plan de mantenimiento respeta las instrucciones del fabricante?
- 2.11. ¿Se han analizado los fallos críticos en las palas?
- 2.12. ¿El plan de mantenimiento se realiza?
- 2.13. ¿Cómo considera la programación de mantenimiento de los equipos?
- 2.14. ¿Los equipos son entregados a tiempo para su Mantto. Preventivos?
- 2.15. ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?

9
9
8
9
8
7
8
6
8
7
8
8
8
5
6

### 3. RECURSOS HUMANOS

- 3.1. ¿Existe el personal necesario para el mantenimiento?
- 3.2. ¿Cuál es el nivel de competencia de su personal a cargo del mantenimiento?
- 3.3. ¿Cuál es el grado de responsabilidad del encargado de mantenimiento?
- 3.4. ¿Cómo es la atención a las fallas reportadas en los equipos?
- 3.5. ¿Cómo considera la evaluación al personal de mantenimiento?
- 3.6. ¿Cómo es el comportamiento ético del personal de mantenimiento?
- 3.7. ¿Cómo considera la política de incentivo al personal?
- 3.8. ¿Cómo es el compromiso del personal en su área?
- 3.9. ¿Cómo es el estímulo a la innovación del personal?
- 3.10. ¿Cómo es el grado de atención a la solicitud de mantenimiento?

6
8
00
+
50
8
0
0
+
0

### 4. ABASTECIMIENTO

- 4.1. ¿Cómo es el tiempo de respuesta a petición de compra de repuesto?
- 4.2. ¿Cómo está el procedimiento para el pedido de compra de repuesto?
- 4.3. ¿Cómo es la respuesta de parte de almacén para atender su pedido?
- 4.4. ¿Cómo es el cumplimiento con respecto a las especificaciones técnicas de su pedido?
- 4.5. ¿Cómo es la base de datos de repuestos?
- 4.6. ¿Cómo es el control de garantía de repuestos y el equipo?
- 4.7. ¿Hay homologación y evaluación de proveedores de equipos y repuestos?
- 4.8. ¿Hay participación del responsable técnico en el proceso de compra de repuesto?

8
9
9
+
+
9
8
+

### 5. EJECUCION

- 5.1. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento planificado?
- 5.2. ¿Cómo considera la ejecución del mantenimiento no planificado?
- 5.3. ¿Hay una ejecución oportuna de mantenimiento preventivo a los equipos?
- 5.4. ¿Cómo considera el historial de mantenimiento de los equipos?
- 5.5. ¿Cómo considera el control de los componentes de los equipos?
- 5.6. ¿Cómo considera la disponibilidad de los repuestos requeridos?
- 5.7. ¿Hay herramientas necesarias para realizar el mantenimiento?
- 5.8. ¿Existe procedimiento de mantenimiento básico rutinario?
- 5.9. ¿Cómo es la respuesta con fallas repetidas en los equipos?
- 5.10. ¿El responsable de turno provee de forma oportuna los repuestos requeridos?
- 5.11. ¿Hay una ejecución oportuna de las ordenes de trabajo?

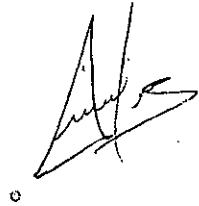
00
00
+
00
00
0
0
00
00
00
+
0



**6. SUPERVISION Y CONTROL**

- 6.1. ¿Cómo es la supervisión del personal que realiza el mantenimiento?
- 6.2. ¿Existe un registro de incidencias en mantenimiento?
- 6.3. ¿Existe un registro de trabajos realizados de mantenimiento?
- 6.4. ¿Cómo es el grado de cumplimiento y ejecución de los mantenimientos programados?
- 6.5. ¿La supervisión hace cumplir con los objetivos del mantenimiento?
- 6.6. ¿Existe intervención de la supervisión en los gastos de mantenimiento?
- 6.7. ¿Cuál es el grado de relación de supervisor con el personal de mantenimiento?
- 6.8. ¿Cómo es la relación del supervisor con relación a las otras áreas?
- 6.9. ¿La supervisión cumple con los objetivos esperados?
- 6.10. ¿Tiene los equipos necesarios para la supervisión?
- 6.11. ¿Cómo considera el control estadístico de las fallas de los equipos?
- 6.12. ¿El control estadístico de las fallas se lleva de manera adecuada?

9
8
8
5
7
5
7
7
8
8
7
5





S.H

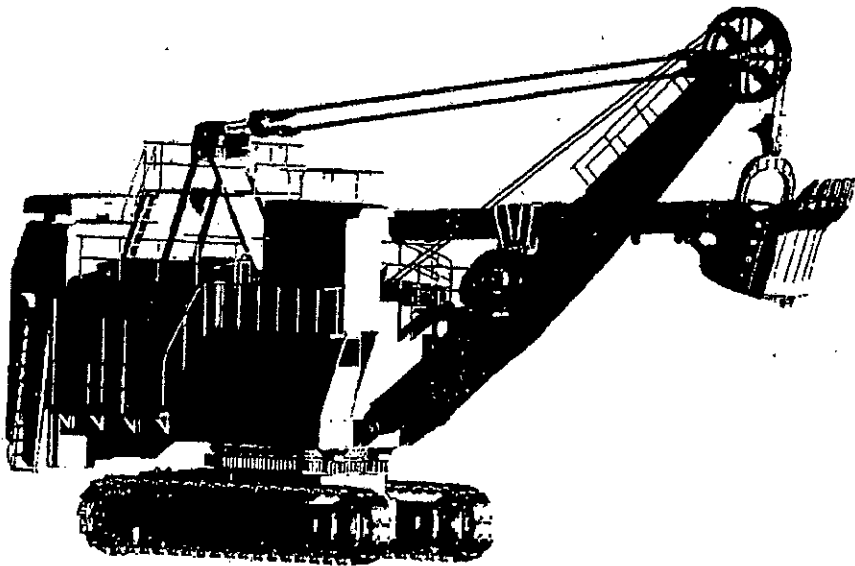
WK-12 型挖掘机

WK-12 Electric Rope Shovel

# 结构及备件图册

STRUCTURE AND SPARES SKETCH

K1451.00 CGTC



用 户 User: Shougang Hierro Peru S. A. A.

合同号 Contract No: 00601201TY/P01

太原重工股份有限公司

Taiyuan Heavy Industry Co., Ltd.

2007 年 10 月

Oct, 2007



太原重工股份有限公司

Taiyuan Heavy Industry Co., Ltd.

## WK-12 型挖掘机出厂图册

K1451.00 CCTC

Installation Procedures of WK-12 Electrical Rope Shovel

### 说 明

#### INSTRUCTION

本图册是根据首钢秘鲁铁矿股份公司订购的（合同编号：00601201TY/P01）WK-12 型挖掘机而编制的。

This document is edited according to WK-12 procurement Contract (No: 00601201TY/P01) signed between Shougang Hierro Peru S.A.A. and Taiyuan Heavy Industry Co., Ltd..

本图册是 WK-12 型挖掘机机械部分的结构手册，用户可根据明细表选择所需要的备件名称及图号，也可根据图样了解设备的基本结构。

This document belongs to mechanic part of WK-12 electric rope shovel. End-user may select required spares as per lists and understand basic structures of this machine.

本图册仅提供了 WK-12 型挖掘机主要部件的组成明细资料和结构形式。用户若需要了解其它非主要部件的组成明细和结构形式，可与制造厂联系查询。

This document only provides main components and structures. User can consult with manufacture in case you want to know others.

本图册不能作为设备安装的指导书。

This document is not used for installation guide.

电气控制系统、稀油润滑系统及干油润滑系统均未编入本图册。用户可查询相应的其它资料，了解这些系统的详细情况。

This document excludes electric control system, oil & grease lube system. User can read other information to know details.

2007 年 10 月

Oct, 2007



目 录

Table of Contents

名称	明细表	图纸
Description	Table	Drawing
总图 (K1451.00) .....	2	5
General Drawing (K1451.00) .....	2	5
1 10 m <sup>3</sup> 铲斗 (K1450.01.00) .....	2	1
1. 10 m <sup>3</sup> dipper (K1450.01.00) .....	2	1
1.1 斗体 (K1450.01.01.00) .....	1	1
1.1 Dipper body (K1450.01.01.00) .....	1	1
1.2 缓冲装置 (K1450.01.02.00) .....	1	1
1.2 Buffer device (K1450.01.02.00) .....	1	1
1.3 缓冲器连接组件 (K1450.01.04.00) .....	1	1
1.3 Connecting assy for buffer (K1450.01.04.00) .....	1	1
1.4 提梁 (K1450.01.05.00) .....	1	1
1.4 Bail (K1450.01.05.00) .....	1	1
2 斗杆 (K1450.02.00) .....	1	1
2 Dipper handle (K1450.02.00) .....	1	1
2.1 后挡板组件 (K1450.02.02.00) .....	1	1
2.1 Greenhorn assy. (K1450.02.02.00) .....	1	1
2.2 齿条 (K1450.02.03.00) .....	1	1
2.2 Rack (K1450.02.03.00) .....	1	1
3 起重臂与推压机构 (K1451.03.00) .....	3	1
3 Boom & crowd machinery (K1451.03.00) .....	3	1
3.1 缓冲器 (K114.03.16.00B) .....	1	1
3.1 Buffer (K114.03.16.00B) .....	1	1
3.2 推压制动器组件 (K145.03.07.00) .....	1	1
3.2 Crowd brake assy (K145.03.07.00) .....	1	1



名称	明细表	图纸
Description	Table	Drawing
3.3 中间轴 (K1451.03.05.00) .....	1	1
3.3 Intermediate shaft (K1451.03.05.00) .....	1	1
3.3.1 气管接头 (K114.03.05.05.00A) .....	1	1
3.3.1 Airpipe union (K114.03.05.05.00A) .....	1	1
3.3.2 闸瓦 (K114.03.05.04.00) .....	1	1
3.3.2 Brake shoe (K114.03.05.04.00) .....	1	1
3.3.3 接头 (K114.03.05.06.00) .....	1	1
3.3.3 Union (K114.03.05.06.00) .....	1	1
3.4 推压机构 (K1451.03.06.00) .....	1	1
3.4 Crowd machinery (K1451.03.06.00) .....	1	1
3.4.1 鞍座 (K1412.03.06.01.00) .....	1	1
3.4.1 Saddle block (K1412.03.06.01.00) .....	1	1
3.5 头部滑轮 (K1451.03.12.00) .....	1	1
3.5 Top sheave (K1451.03.12.00) .....	1	1
3.6 托块 (K114.03.22.00) .....	1	1
3.6 Carrier block (K114.03.22.00) .....	1	1
4 开斗机构 (K1451.04.00) .....	1	1
4 Dipper trip machinery (K1451.04.00) .....	1	1
4.1 减速机 (K1451.04.01.00) .....	2	1
4.1 Reducer (K1451.04.01.00) .....	2	1
5 提升机构 (K1451.05.00) .....	3	1
5 Hoist machinery (K1451.05.00) .....	3	1
5.1 提升制动器 (K114.05.01.00A) .....	1	1
5.1 Hoist brake (K114.05.01.00A) .....	1	1
5.1.1 气缸 (K114.05.01.01.00) .....	1	1
5.1.1 Air cylinder (K114.05.01.01.00) .....	1	1



名称 Description	明细表 Table	图纸 Drawing
5.1.2 制动瓦 (K114.05.01.03.00) .....	1	1
5.1.2 Brake shoe (K114.05.01.03.00) .....	1	1
5.2 提升II轴 (K1451.05.02.00) .....	1	1
5.2 Hoist II shaft (K1451.05.02.00) .....	1	1
5.3 提升III轴 (右) (K1451.05.03.00) .....	1	1
5.3 Hoist III shaft (R) (K1451.05.03.00) .....	1	1
5.4 提升III轴 (左) (K1451.05.04.00) .....	1	1
5.4 Hoist III shaft (L) (K1451.05.04.00) .....	1	1
5.5 导向滑轮装置 (K114.05.11.00) .....	1	1
5.5 Guide pulley device (K114.05.11.00) .....	1	1
5.6 带制动轮的弹性联轴器 (K114.05.12.00A) .....	1	1
5.6 Flex coupling with brake wheel (K114.05.12.00A) .....	1	1
5.7 提升I轴 (K1451.05.09.00) .....	1	1
5.7 Hoist I shaft (K1451.05.09.00) .....	1	1
6 回转机构 (K1451.07.00) .....	2	1
6 Swing machinery (K1451.07.00) .....	2	1
6.1 回转减速机 (左) (右) (K1451.07.01.00) .....	3	1
6.1 Swing reducer (L/R) (K1451.07.01.00) .....	3	1
7 气路系统 (K1451.08.00) .....	1	1
7 Airline system (K1451.08.00) .....	1	1
8 回转平台 (K1451.09.00) .....	1	1
8 Revolving frame (K1451.09.00) .....	1	1
9 三角支架 (K1410.10.00) .....	1	1
9 Gantry (K1410.10.00) .....	1	1
9.1 绷绳装置 (K114.10.12.00D) .....	1	1
9.1 Boom suspension cables (K114.10.12.00D) .....	1	1



名称	明细表	图纸
Description	Table	Drawing
10 机棚 (K1403.11.00) .....	1	1
10 Machine house (1403.11.00) .....	1	1
11 中央枢轴 (K1450.12.00) .....	2	1
11 Central gudgeon (K1450.12.00) .....	2	1
12 辊盘 (K1450.13.00) .....	1	1
12 Roller circle (K1450.13.00) .....	1	1
13 底架 (K1450.15.00) .....	1	1
13 Undercarriage (K1450.15.00) .....	1	1
13.1 回转大齿圈 (K1450.15.02.00) .....	1	1
13.1 Swing ring gear (K1450.15.02.00) .....	1	1
14 行走机构 (K1450.18.00) .....	1	1
14 Propel machinery (K1450.18.00) .....	1	1
14.1 减速机 (K1450.16.01.00) .....	3	1
14.1 Propel reducer (K1450.16.01.00) .....	3	1
14.2 行走制动器组件 (K1451.16.03.00) .....	1	1
14.2 Propel Brake Components (K1450.16.03.00) .....	1	1
15 履带装置 (K1450.18.00) .....	3	2
15 Crawler mounting (K1450.18.00) .....	3	1
15.1 履带链 (K1450.18.01.00) .....	1	1
15.1 Crawler chain (K1450.18.01.00) .....	1	1
15.2 驱动轴组件 (K1450.18.02.00) .....	1	1
15.2 Drive shaft assy. (K1450.18.02.00) .....	1	1
15.3 支承轮组件 (K1450.18.03.00) .....	1	1
15.3 Support roller assy. (K1450.18.03.00) .....	1	1
15.4 联接螺栓 (K1450.18.04.00) .....	1	1



名称	明细表	图纸
Description	Table	Drawing
15.4 Connecting bolt (K1450.18.04.00) .....	1	1
15.5 履带链托铁 (K1450.18.05.00) .....	1	1
15.5 Carrier block for crawler chain (K1450.18.05.00) ...	1	1
15.6 拉紧轮组建 (K1450.18.08.00) .....	1	1
15.6 idler roller assy. (K1450.18.08.00) .....	1	1
5.7 履带前托铁 (K1450.18.09.00) .....	1	1
15.7 front carrier block for crawler (K1450.18.09.00) ...	1	1
16 通风除尘装置 (K114.22.00A) .....	1	1
16 Ventilation and dedust facility (K114.22.00A) .....	1	1
17 司机室 (K1451.23.00) .....	1	1
17 Driver Cabin (K1451.23.00) .....	1	1





## WK-12 型挖掘机

WK-12 型挖掘机 WK-12 Electrical rope shovel

K1451.00[2-1]

图位号 P.O	代 号 DWG No	名 称 Description	数量 Qty	件重 (kg) Weight/pc	备 注 Remark
	K1451.00	WK-12 挖掘机 WK-12 Electrical rope shovel			
1	K1450.01.00	10m <sup>3</sup> 铲斗 dipper	1	21884	部件 part
2	K1450.02.00	斗杆 dipper handle	1	15156.8	部件 part
3	K1451.03.00	起重臂与推压机构 boom & crowd machinery	1	43827	部件 part
4	K1451.04.00	开斗机构 dipper trip machinery	1	382.6	部件 part
5	K1451.05.00	提升机构 hoist machinery	1	33678.5	部件 part
6	K1451.07.00	回转机构 swing machinery	1	18100.8	部件 part
7	K1451.08.00	气路系统 airline system	1		部件 part
8	K1451.09.00	回转平台 revolving frame	1	55387.9	部件 part
9	K1410.10.00	三脚支架 gantry	1	11805.83	部件 part
10	K1403.11.00	机棚 machinery house	1	13140.39	部件 part
11	K1450.12.00	中央枢轴 central gudgeon	1	3734.92	部件 part
12	K1450.13.00	辊盘 roller circle	1	3766.88	部件 part
13	K114.14.00	钳工台 work bench	1	61	部件 part
14	K1450.15.00	底架 carbody	1	41473.4	部件 part
15	K1451.16.00	行走机构 propel machinery	1	18763.3	部件 part
16	K1451.17.00	稀油润滑系统 oil lube system	1		部件 part
17	K1450.18.00	履带装置 crawler device	1	88592.1	部件 part
18					



太原重工股份有限公司

## WK-12 型挖掘机

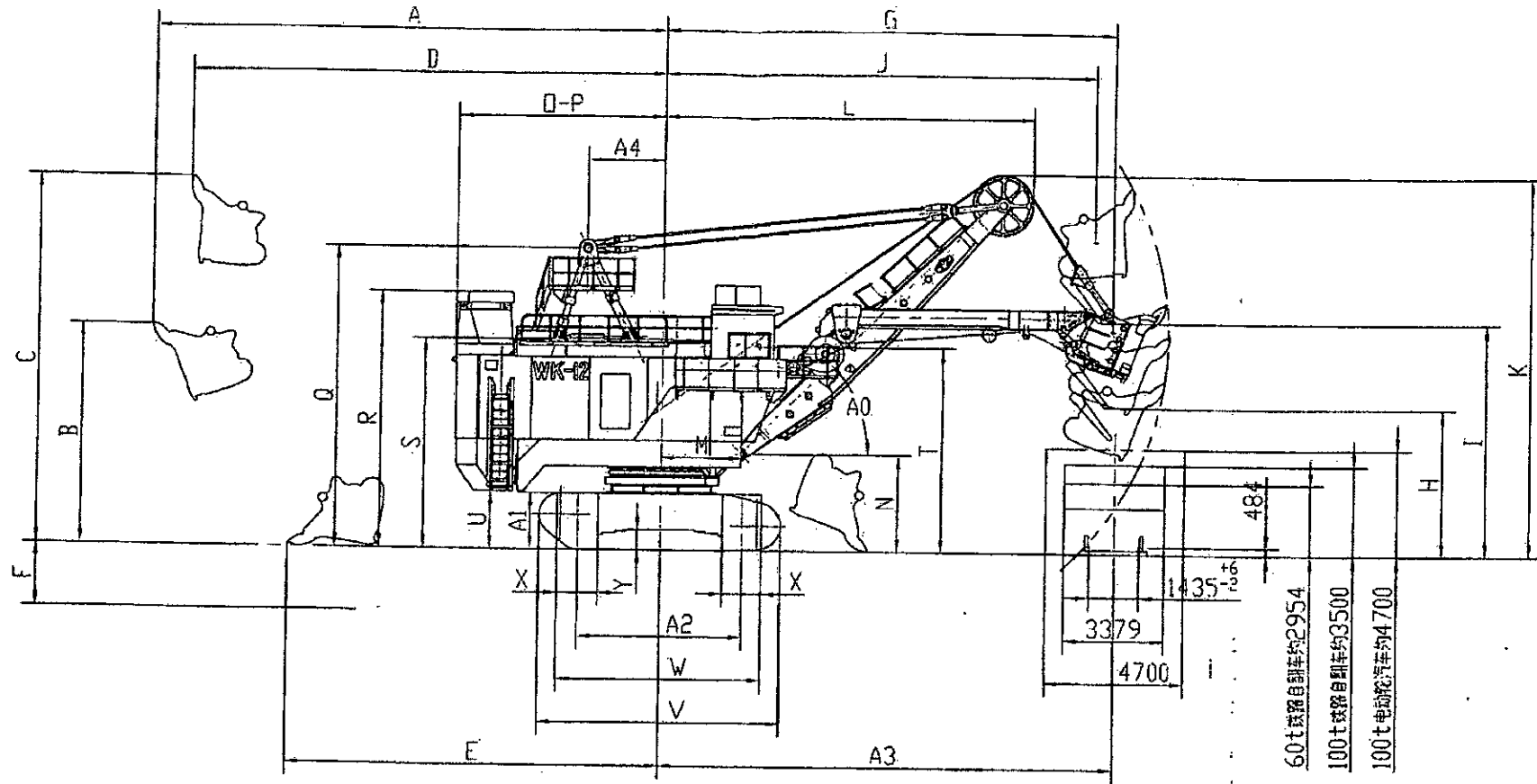
WK-12 型挖掘机 WK-12 Electrical rope shovel

K1451.00[2-2]

图位号 P.O	代 号 DWG No	名 称 Description	数量 Qty	件重 (kg) Weight/pc	备 注 Remark
19	K1451.20.00	工具与附件 tools and accessories	1	867.516	部件 part
20	K114.22.00A	除尘通风装置 ventilating device	1	3692.46	部件 part
21	K1451.23.00	司机室 operator's cab	1	4445.94	部件 part
22		辅助卷扬 auxiliary winch	1	215	外购 bought-out
23	K1451.00BJ	随机备件 spares	1	1.994	部件 part
24	K114.01	螺栓 M42X3X260 bolt	8	3	
25	TZB 7232	螺母 M42X3 nut	16	1	
26		绿色绝缘胶皮-5X1000-36000 Green insulative tape	1	324	外购 bought-out
27		密封胶带 seal tape	3 卷	1	外购 bought-out
28	№4	液体密封胶 liquid sealant	1	3	外购 bought-out
29		油漆 (随机颜色) pain(color same with machine)	1	13	外购 bought-out
30	DK1450.00	电气设备 electrical equipment	1	27525	部件 part
31	GB/T 5782	螺栓 M24X120 bolt	4	0.49	
32	GB/T 6170	螺母 M24 nut	4	0.09	
33	GB/T 93	垫圈 24 washer	4	0.03	
34	K1451.90.00	干法集中润滑系统 grease central lube system	1	1046	部件 part
35	K1450.26.00	平衡重 ballast	1	75068	部件 part
36	K1450.06.00	活地板 active floor	1	2368.1	部件 part

HS-00LS7LX

WK-12型挖掘机主要工作尺寸和主要外形尺寸及配车示意图



主要作业范围 (mm)

主要结构尺寸 (mm)

代号	名称	斗容量		代号	名称	数值	代号	名称	数值
		10m³(标准)	12m³(标准)						
A	最大挖掘半径	~18700	~18900		起重臂的长度	13000	S	机棚顶部距停机平面的高度	7220
B	最大挖掘半径时的挖掘高度	~8000	~8000	A0	起重臂与停机平面的仰角	45°	T	司机水平视线距停机平面的高度	~7170
C	最大挖掘高度	~13530	~13600		起重臂顶部滑轮的直径	2400	U	配重箱底部距停机平面的高度	2165
D	最大挖掘高度时的挖掘半径	~17000	~17100	L	斗臂的长度	9150	V	履带装置的长度	~8390
E	停机平面上的最大挖掘半径	~13000	~13120	K	顶部滑轮上缘距停机平面的高度	13671	W	履带装置的宽度	7100
F	最大挖掘深度	~2100	~2100	L	顶部滑轮外缘到回转中心线的距离	13624	X	履带板的宽度	1400
G	最大卸载半径	~16250	~16350	M	起重臂根部中心到回转中心线的距离	3080	Y	行走机构底部距停机平面的高度	700
H	最大卸载半径时的卸载高度	~5980	~5800	N	起重臂根部中心距停机平面的高度	3430			
I	最大卸载高度	~8600	~8450	O	机棚尾部的回转半径	7350	A1	履带装置的高度	1930
J	最大卸载高度时的卸载半径	~15580	~15700	P	机棚的宽度	6600	A2	履带板的中心距	5700
				Q	三脚支架顶部距停机平面的高度	10570	A3	机棚顶向中心线到回转中心线的距离	~13000
				R	三脚支架顶部中心到回转中心线的距离	8654	A4	三脚支架顶部中心到回转中心线的距离	2200

标准	校对	文件号	签字	日期
设计				
工艺审查				
标准审查				
审核				
批准				

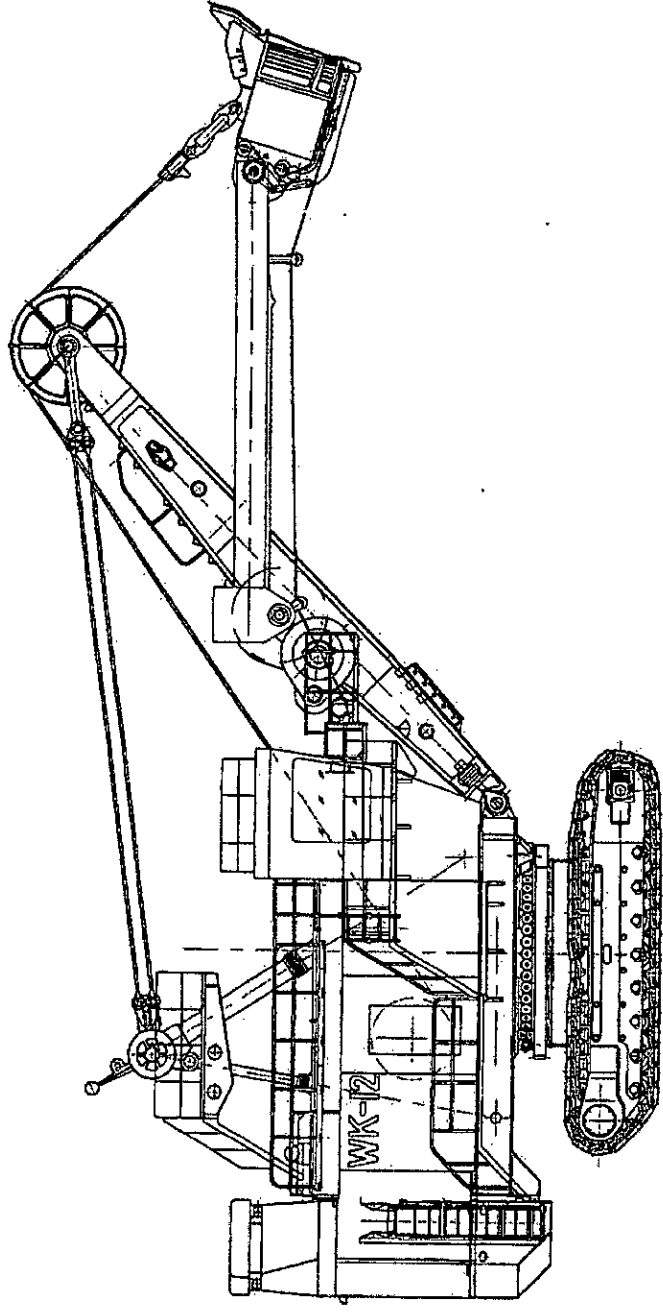
WK-12型挖掘机

通用技术条件  
JB-T 5006

K1451.00-SH

重量	比例	1:50
共 5 张	第 1 张	
太原技术中心		

K1451.00-SH



技术要求

本机采用部件互换组合整机方式，所有部件均可互换，由用户选订，按生产工作令生产。本图外型由于部件互换有所变化，应以实际选用部件外型为准。

设计	审核	工艺审查	日期
校核	工艺审查	标准审查	
制图	工艺审查	工艺审查	
审核	工艺审查	工艺审查	

WK-12型挖掘机

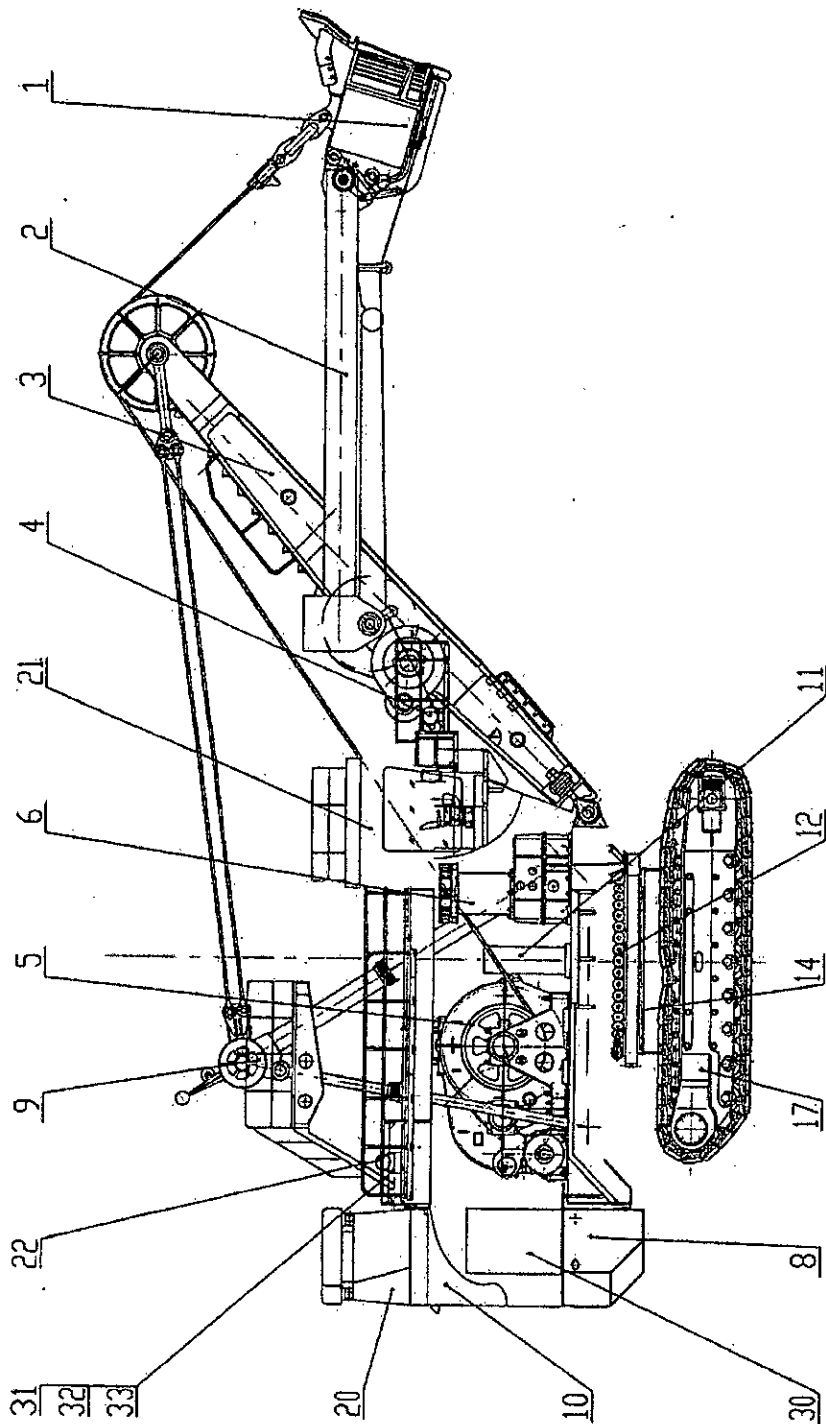
通用技术条件  
JB T 5000

K1451.00-SH

重量 共 5 吨 比例 1:100 张数 1 张

点重技术中心

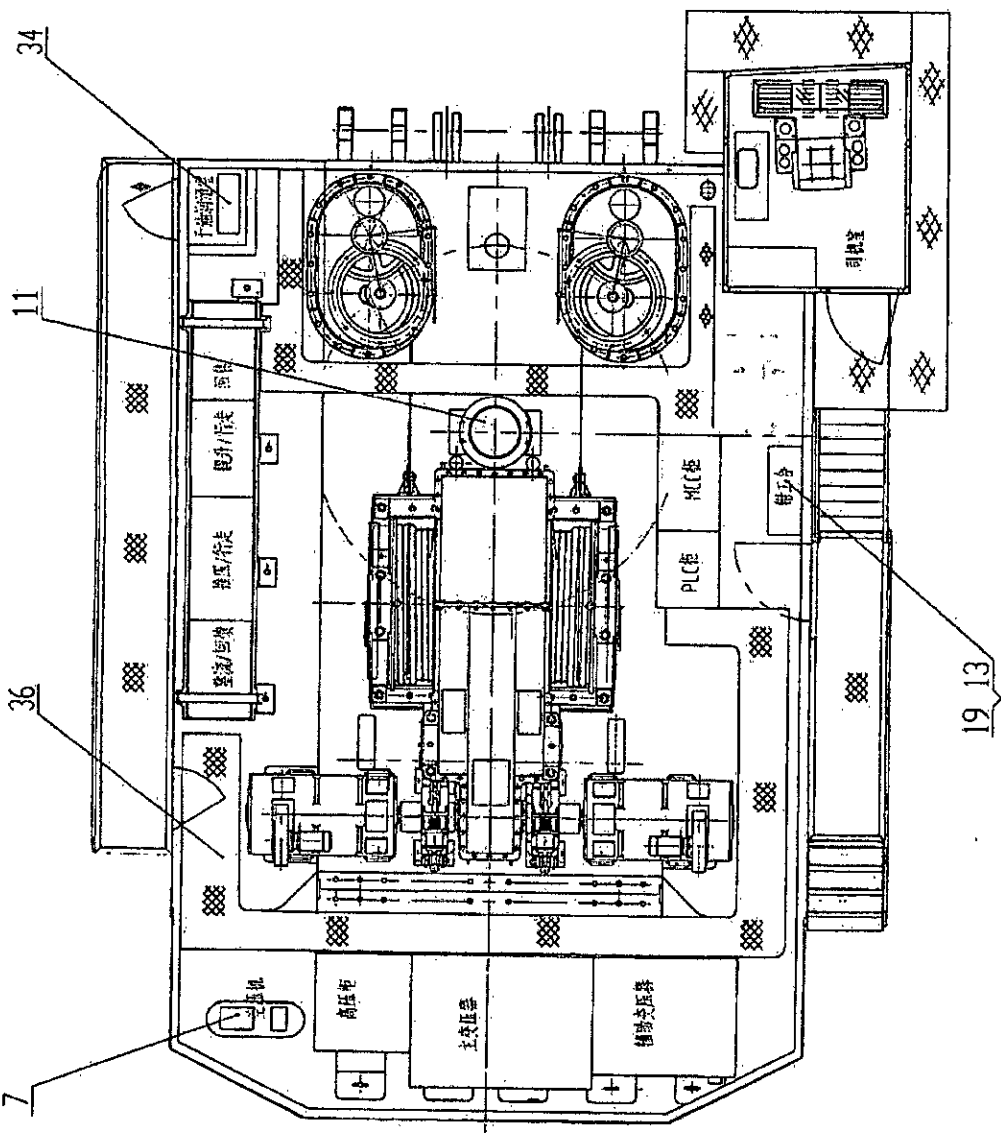
HS-00151K



11

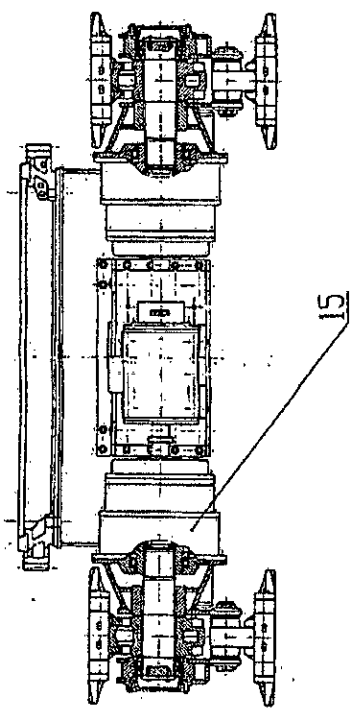
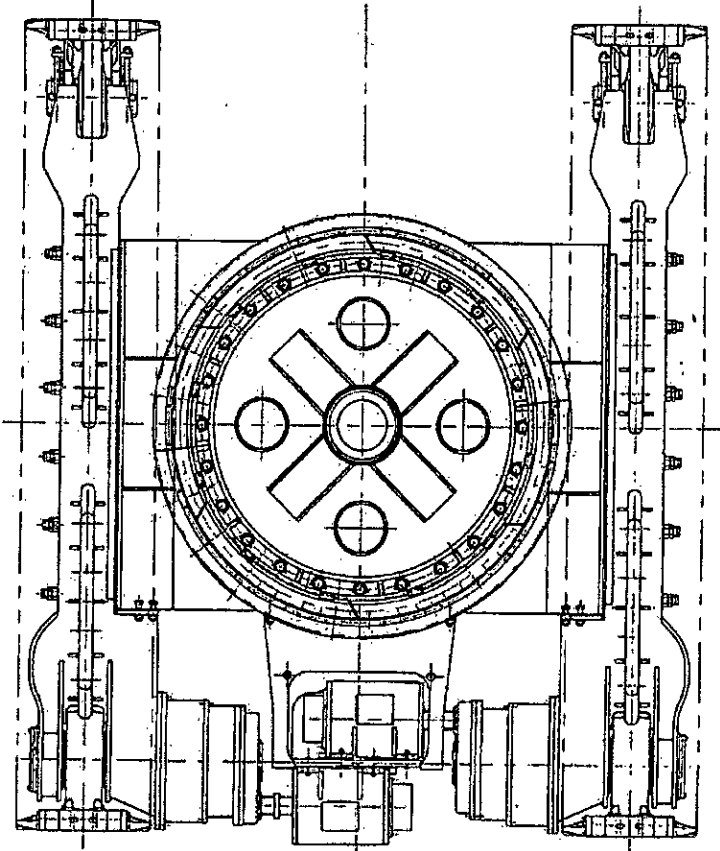
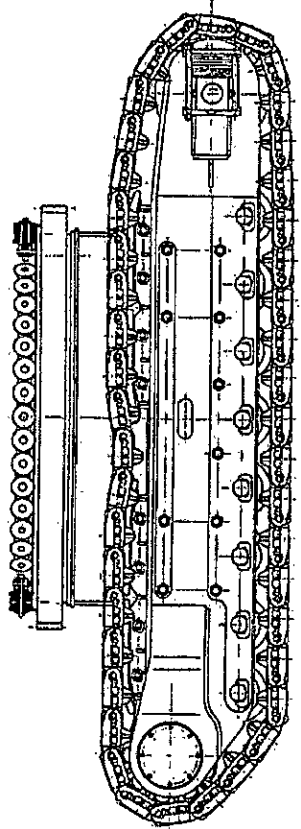
K1451.00-SH		WK-12型挖掘机	
重量	比例	井	张
井	第	第	第
JB 5006		通片技术条件	
太原技术中心		太原技术中心	
文件号	签字	日期	
工程审查			
标准			
设计			
校核			
审核			
批准			

K1451.00-SH		WK-12型挖掘机	
重量	比例	井	张
井	第	第	第
JB 5006		通片技术条件	
太原技术中心		太原技术中心	
文件号	签字	日期	
工程审查			
标准			
设计			
校核			
审核			
批准			



K145100-SH		比例 1:50	
重量	共 5 张	第 4 张	张
WK-12型挖掘机		通压技术条件	
JB/T 5000		太重技术中心	
设计	文件号	签字	日期
校核	工艺	审查	
审核	设计	批准	
制图	日期	审核	

K1451.00-SH



13

K1451.00-SH		比例		1:50	
WK-12型挖掘机		共		第 5 张	
通用技术条件		共		第 5 张	
GB T 5007		共		第 5 张	
重庆技术中心		共		第 5 张	
标准代号	文件号	签字	日期		
GB	工艺审查				
校	控制图				
主任设计	审核				
设计	审核				



太原重工股份有限公司

## WK-12 型挖掘机

WK-12 型挖掘机 WK-12 Electrical rope shovel

K1450.01.00[3-1]

图位号 P.O	代 号 DWG No	名 称 Description	数量 Qty	件重 (kg) Weight/pc	备 注 Remark
	K1450.01.00	10m³ 铲斗 dipper	1	21884	部件 part
1	K1450.01.01.00	斗体 dipper body	1	13113	部件 part
2	K1450.01.02.00	缓冲装置 buffer device	2	439.844	部件 part
3	K1450.01.03.00	斗底装置 dipper door assy	1	2987	部件 part
4	K1450.01.04.00	缓冲器连接组件 connecting assy, buffer	2	38.774	部件 part
5	K1450.01.05.00	提梁 bail	1	1313	部件 part
6	K1450.01.06.00	提梁销 bail pin	2	60.86	部件 part
7	K1450.01.01	斗齿 dipper tooth	5	242	
8	K1450.01.02	C形卡板 5813794802 C clamp	5	26	
9	K1450.01.03	楔子 5833804502 wedgewedge	5	25	
10	K1450.01.04	弯梁销	2	37	
11	K1450.01.05	铲斗销轴挡板	8	4	
12	K1450.01.06	压杆销	2	33	
13	K1450.01.07	斗杆销 dipper handle pin	2	38	
14	K1450.01.08	斗栓 5833794804 latch bar	1	138	
15	K1450.01.09	开斗杠杆 5833794805 dipper trip lever	1	90	
16	K1450.01.11	固定座 5833794806 fix base	1	10	
17	K1450.01.12	滑轮壳 pulley shell	1	464	
18	K1450.01.13	调整垫 adjust shim	5	0.8	





WK-12 型挖掘机

K1450.01.00[3-2]

图位号 P.O	代 号 DWG No	名 称 Description	数量 Qty	件重 (kg) Weight/pc	备 注 Remark
19	K1450.01.14	螺栓 M30X362 bolt	1	2.5	
20	GB/T 6178	开槽螺母 M30 slot nut	1	0.233	
21	GB/T 91	开口销 5X56 split pin	1	0.007	
22	K1601.30.08.00	缓冲器 JHQ-AF-5 buffer	2	2.27	部件 part
23	GB/T 6170	螺母 M16 Nut	2	0.033	
24	GB/T 93	垫圈 16 washer	2	0.008	
* 25	K1450.01.15	中间护套 <sup>slc</sup> intermediate shroud	4	70	
* 26	K1450.01.16	C形卡板 C clamp	4	6.1	Disc to
* 27	K1450.01.17	楔子 wedge	4	4	
* 28	K1450.01.18	侧护套 <sup>508-26-4526</sup> side shroud	2	60	
* 29	K1450.01.19	侧护套 (右) side shroud (right)	1	85	
* 30	K1450.01.21	侧护套 (左) side shroud (left)	1	85	
* 31	K1450.01.22	C形卡板 C clamp	6	2.5	
* 32	K1450.01.23	楔子 wedge	6	2.1	
33	K1450.01.24	固定板 fix plate	1	12	
34	GB/T 5783	螺栓 M30X120 bolt	2	0.8	
35	GB/T 93	垫圈 30 washer	2	0.05	
36	K114.30.08	销 pin	1	47.4	
37	TZQ 7310.02.00	注嘴 Rc3/8" oil nipple	5	0.075	成品 finished



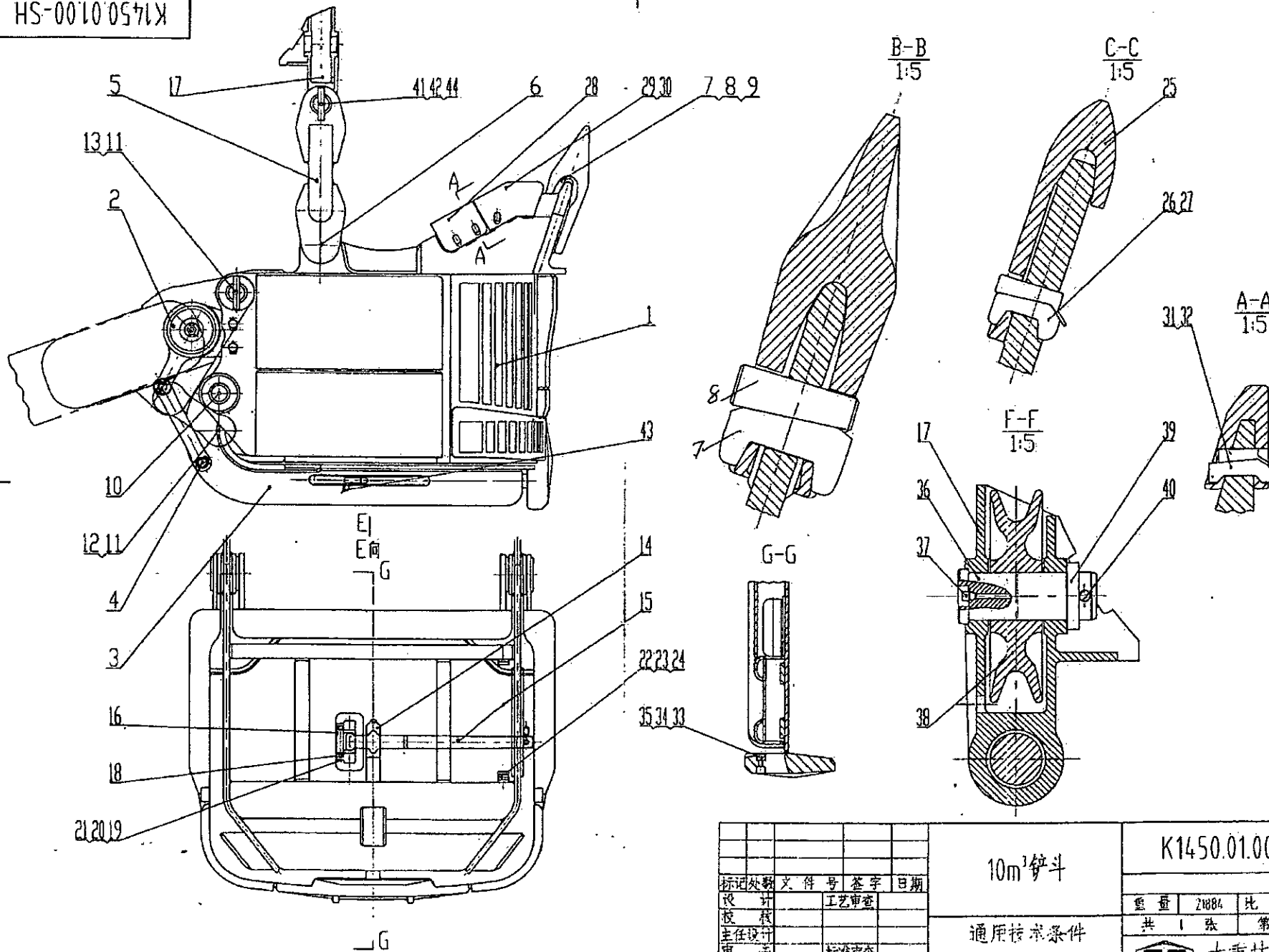
## WK-12 型挖掘机

WK-12 型挖掘机

K1450.01.00[3-3]

图位号 P.O	代 号 DWG No	名 称 Description	数量 Qty	件重 (kg) Weight/pc	备 注 Remark
38	K114.30.06	滑轮 pulley	1	113.6	
39	K114.30.05	弯曲销	1	0.567	
40	Q/ZB 198	垫圈 150 washer	1	3.8	
41	K1450.01.25	销 pin	1	70	
42	K1450.01.26	铲斗销轴挡板 stop plate, dipper pin shaft	4	4	
43	K1450.01.07.00	链条组件 chain assy.	1	23.72	部件 part
44	K1450.01.27	套 bush	4	1.8	

HS-00100571X



16

				10m³ 铲斗		K1450.01.00-SH -			
标记处数	文件号	签字	日期	通用技术条件 JB 1 5000		重量	21884	比例	1:30
设计		工艺审查				共 1 张	第 1 张		
校核						太重技术中心			
主任设计									
审查		标准审查							
审核		日期							



太原重工股份有限公司

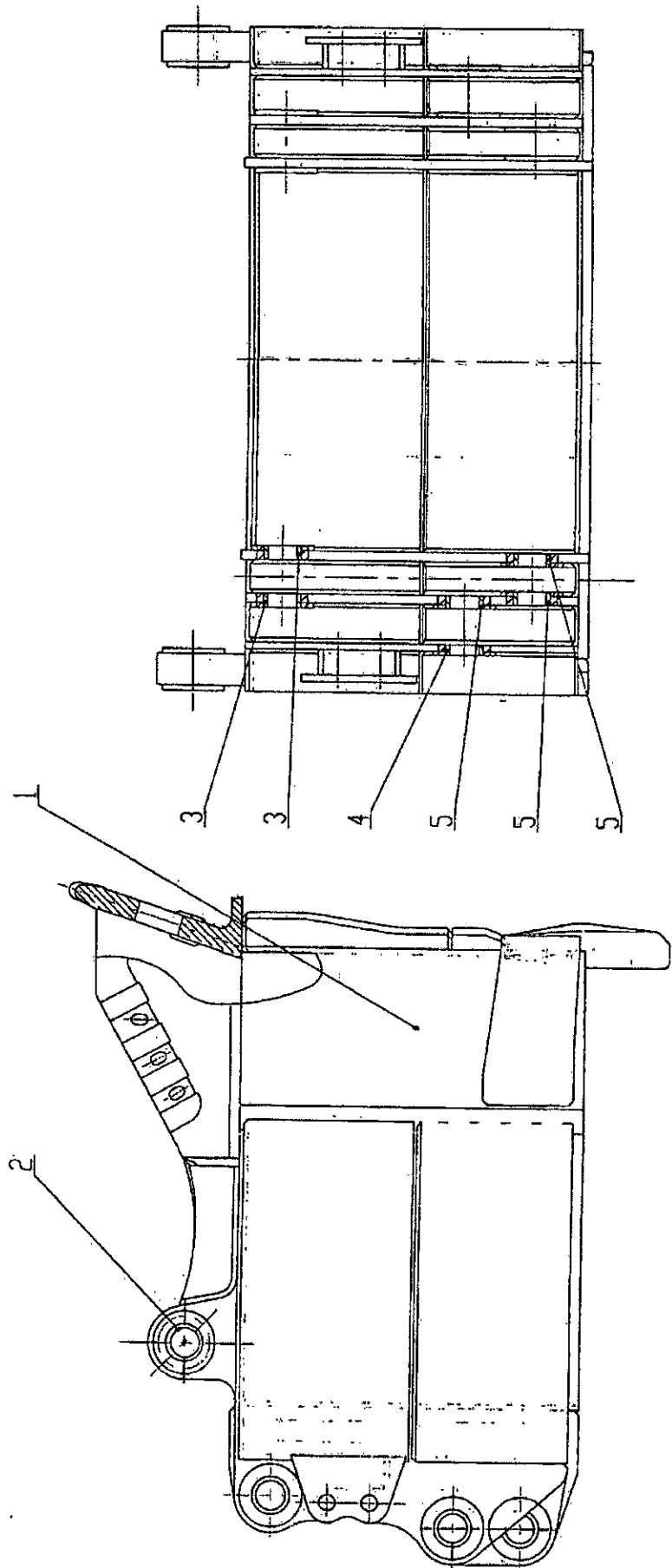
### WK-12型挖掘机

WK-12型挖掘机 WK-12 Electrical rope shovel

K1450.01.01.00.1-17

图位号 P.O	代 号 DWG No	名 称 Description	数量 Qty	件重 (kg) Weight/pc	备 注 Remark
	K1450.01.01.00	斗体 dipper body	1	13113	部件 part
1	K1450.01.01.01.00	斗体 dipper body	1	13021	
2	K1450.01.01.01	套 bush	2	15.7	
3	K1450.01.01.02	套 bush	4	5.5	
4	K1450.01.01.03	套 bush	2	4	
5	K1450.01.01.04	套 bush	6	5.1	

K1450.01.01.00-SH



18

K1450.01.01.00-SH		斗体																																			
重 量 15568 比 例 1:20		通用技术条件 JB/T 5000																																			
共 1 张 第 1 张		<table border="1"> <tr> <td>审核</td> <td>日期</td> </tr> <tr> <td>工艺审查</td> <td></td> </tr> <tr> <td>设计</td> <td></td> </tr> <tr> <td>检查</td> <td></td> </tr> <tr> <td>批准</td> <td></td> </tr> </table>		审核	日期	工艺审查		设计		检查		批准																									
审核	日期																																				
工艺审查																																					
设计																																					
检查																																					
批准																																					
<table border="1"> <tr> <td>标准代号</td> <td>文件号</td> <td>签字</td> <td>日期</td> </tr> <tr> <td>设计</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>工艺审查</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>设计</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>检查</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>批准</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		标准代号	文件号	签字	日期	设计				工艺审查				设计				检查				批准				<table border="1"> <tr> <td>审核</td> <td>日期</td> </tr> <tr> <td>工艺审查</td> <td></td> </tr> <tr> <td>设计</td> <td></td> </tr> <tr> <td>检查</td> <td></td> </tr> <tr> <td>批准</td> <td></td> </tr> </table>		审核	日期	工艺审查		设计		检查		批准	
标准代号	文件号	签字	日期																																		
设计																																					
工艺审查																																					
设计																																					
检查																																					
批准																																					
审核	日期																																				
工艺审查																																					
设计																																					
检查																																					
批准																																					

太重技术中心





## 1 设备的用途及作业环境

### 1 Equipment Application and Working Environment

#### 1.1 用途

##### 1.1 Application

WK-12C 型挖掘机属于矿用机械正铲式挖掘机。

WK-12C Electric rope shovel is one mining face shovel.

本机适用于年产量  $1000 \times 10^4$  t 级以上的露天矿山使用，可与 100~154 t 级矿用汽车或 100 t 级的铁路自翻车配套使用。

The machine is applied for open-pit cast mine with annual productivity of 10 millions and it is to match with mining dumper with capacity 100-154 tons.

WK-12C 型挖掘机主要用来剥离和采掘露天矿山的岩石及矿石，也可以用于水电建设工程中的土石方挖掘作业。

The shovel is mainly used for overburdening and loading of ores and debris and also can be applied to hydro-power station construction and other earthmoving operation.

为了适应挖掘不同的物料，本机配有  $8 \text{ m}^3$ 、 $10 \text{ m}^3$ 、 $12 \text{ m}^3$ 、 $14 \text{ m}^3$ 、 $16 \text{ m}^3$  多种规格的铲斗。用户在购买设备时应根据矿山的情况进行相应的选择。

To meet different material operation, the shovel is equipped with various dippers which are at option of the customers. The dipper capacity can be  $8 \text{ m}^3$ 、 $10 \text{ m}^3$ 、 $12 \text{ m}^3$ 、 $14 \text{ m}^3$ 、 $16 \text{ m}^3$ .

推荐使用的铲斗容量见表 1。

The recommended dippers see below table. Table 1

表 1 Table 1

物料的松散密度 The density of material	$< 1.2 \text{ t/m}^3$	$1.2 \sim 1.8 \text{ t/m}^3$	$1.8 \sim 2.5 \text{ t/m}^3$
推荐使用的铲斗容量 Dipper capacity	14、 $16 \text{ m}^3$	10、 $12 \text{ m}^3$	8、 $10 \text{ m}^3$

#### 1.2 作业环境条件

##### 1.2 Working ambient



1.2.1 工作场地的环境温度为 23~34 °C。

1.2.1 The working temperature is 23~34 °C.

1.2.2 工作场地的海拔高度不超过 300 m。

1.2.2 The Elevation of working site is not more than 300 m.

1.2.3 挖掘机供电电压波动值不超过 ±10 %。

1.2.3 The power supply fluctuation is within ±10 %.

1.2.4 挖掘机作业平面的横向和纵向坡度不大于 3 °。

1.2.4 The gradient of the working area both lateral and longitudinal is less than 3 °.

1.2.5 当矿岩的坚固系数  $f > 3$ 、或挖掘坚硬的永久冻土时，应先对矿岩进行松碎爆破。

1.2.5 The rock should be blasted if the ore hardness  $f > 3$  or the material is hard permanent freeze soil.

1.2.6 为了保证挖掘机的铲装效率、减少机器损坏和降低设备的使用成本。挖掘物爆破后块度长、宽、高的平均值  $d$  为：

1.2.6 To ensure the loading efficiency and to reduce the operation cost, the average value of the blasted block should be:

$$d \leq (0.15 \sim 0.2) \times (E) / 3$$

式中： $d$  — 爆破后矿岩块度的最大长度 (m)

In the formula  $d$  — the max. length of the ore

$E$  — 使用的铲斗容积 (m<sup>3</sup>)

$E$  — the dipper capacity

即：That is:

当使用 8 m<sup>3</sup> 的铲斗时，爆破后挖掘物料的最大边长为 0.4~0.5 m。

When the dipper capacity is 8 m<sup>3</sup>, the Max. length of blasted ore should be 0.4~0.5 m.

当使用 10 m<sup>3</sup> 的铲斗时，爆破后挖掘物料的最大边长为 0.5~0.7 m。

When the dipper capacity is 10 m<sup>3</sup>, the Max. length of blasted ore should be 0.5~0.7 m.

当使用 12 m<sup>3</sup> 的铲斗时，爆破后挖掘物料的最大边长为 0.6~0.8 m。



When the dipper capacity is 12 m<sup>3</sup>, the Max. length of blasted ore should be 0.6~0.8 m.

当使用 14 m<sup>3</sup> 的铲斗时，爆破后挖掘物料的最大边长为 0.7~0.9 m。

When the dipper capacity is 14 m<sup>3</sup>, the Max. length of blasted ore should be 0.7~0.9 m.

当使用 16 m<sup>3</sup> 的铲斗时，爆破后挖掘物料的最大边长为 0.8~1.0 m。

When the dipper capacity is 16 m<sup>3</sup>, the Max. length of the blasted ore should be 0.8~1.0 m.





## 2 设备的主要技术性能参数

### 2 Main technical specification

#### 2.1 主要性能参数 (见表 2)

#### 2.1 Main performance parameters ( see table 2)

表 2 Table 2

图号 DWG.No	项 目 名 称 Description	数 值 Value	单 位 Unit	备 注 Remarks
1	标准斗容量 Standard dipper capacity	12	m <sup>3</sup>	Material density 1.8 t/m <sup>3</sup>
2	斗容量范围 Dipper scope	8~16	m <sup>3</sup>	
3	最大提升力 Maximum hoist force	1110	kN	
4	名义提升速度 Nominal hoist speed	1.5	m/s	
5	最大推压力 Maximum crowd force	541	kN	
6	名义推压速度 Nominal crowd speed.	0.58	m/s	
7	履带最大牵引力 Max. propel force	2328	kN	
8	名义行走速度 Nominal propel speed	0.96	km/h	
9	回转平台匀速转速 Speed of swing platforms	2.6	r/min	
10	工作循环时间 Working circle	29	s	回转 90° 卸载 90° Unloading
11	爬坡能力 Gradiability	13	°	
12	履带接地平均单位压力 Average area pressure of crawler belts	253	kPa	
13	工作重量 Working weight	~490	t	
14	配重 Conterweight	~75	t	
15	理论生产率 Theoretical productivity	~1490	m <sup>3</sup> /h	按标准斗容量 Standard dipper



2.2 主要工作尺寸 (见表 3 和图 1)

2.2 Main working dimensions (see table 3 and DEG.1)

表 3 Table 3

图号 DWG. No	项目名称 Description	数值 Value	单位 Unit	备注 Remarks
1	最大挖掘半径 Digging Radius (max)	~18.9	m	
2	最大挖掘半径时的挖掘高度 Digging height at Max. digging radius	~8.0	m	
3	最大挖掘高度 Digging Height (max)	~13.53	m	
4	最大挖掘高度时的挖掘半径 Digging Radius at Max. Digging Height	~17.1	m	
5	最大卸载半径 Dumping Radius (max)	~16.25	m	
6	最大卸载半径时的卸载高度 Dumping Height at Max. Radius-door open	~5.98	m	
7	最大卸载高度 Dumping Height (max)-door open	~8.6	m	
8	最大卸载高度时的卸载半径 Dumping Radius at Max. Dumping Height	~15.58	m	
9	停机平面上的最大挖掘半径 Floor Level Radius	~13.00	m	

2.3 主要结构尺寸 (见表 4 和图 1)

2.3 The main structure dimensions (see table 4 and DEG.1)

表 4 Table 4

图号 DWG. No	项目名称 Description	数值 Value	单位 Unit	备注 Remarks
1	起重臂的仰角 Boom angle	45	°	
2	起重臂的长度 Boom length	13	m	
3	斗杆的长度 Effective Dipper Handle Length	9.25	m	



续表 4 Table 4 continued

图号 DWG. No	项 目 名 称 Description	数 值 Value	单 位 Unit	备 注 Remarks
4	起重臂跟脚距回转中心的距离 Center of Rotation to Boom Foot Pin	3.00	m	
5	起重臂跟脚距停机平面的距离 Height-Ground to Boom Foot Pin	3.43	m	
6	顶部滑轮外缘距回转中心的距离 Clearance Radius of Boom Point Sheave	13.50	m	
7	顶部滑轮上缘距停机平面的高度 Clearance Height of Boom Point Sheave.	13.80	m	
8	平台尾部回转半径 Radius of Rear end	7.35	m	
9	配重箱底面距停机平面的高度 Height-Ground to Bottom of Counterweight	2.16	m	
10	行走机构底部距地面最小高度 Min-Height Between Propel Machinery And Ground	0.51	m	
11	履带装置的长度 Overall length of Crawlers	~8.40	m	
12	履带装置的宽度 Overall Width of Crawlers	~7.1	m	
13	履带板的宽度 Width of Crawler Shoes	1.4	m	
14	司机水平视线距停机平面的高度 Height-Ground to Operators Level	~7.1	m	
15	除尘装置顶部到停机平面的高度 Height-Ground to Top of Dust Remover	8.66	m	
16	三角支架顶部中心到停机平面的高度 Height-Ground to Center of Top Sheave Over Gantry	10.58	m	
17	机棚的宽度 Width of House	6.6	m	



2.4 主要电气参数 (见表 5)

2.4 The main electric parameters(see table 5)

表 5 Table 5

图号 DWG. No	项目名称 Description	数值 Value	单位 Unit	备注 Remarks
1	输入电压 Input power	4.16	kV	
2	主变压器容量 Main transformer	1000	kVA	
3	辅助变压器容量 Aux. transformer	160	kVA	
4	推压电动机的额定功率 (690 V 时) Rated power of the crowdmotor(at 690 V)	175	kW	
5	推压电动机的峰值功率 Peak power of the crowd motor	262	kW	
6	提升电动机的额定功率 (690 V 时) The rated power of the hoistmotor(at 690 V)	2×350	kW	
7	提升电动机的峰值功率 The peak power of the hoist motor	2×525	kW	
8	回转电动机的额定功率 (690 V 时) The rated power of the swingmotor (at 690 V)	2×130	kW	
9	回转电动机的峰值功率 The peak power of the swing motor	2×260	kW	
10	行走电动机的额定功率 (690 V 时) The rated power of the people motor (at 690 V)	2×190	kW	
11	行走电动机的峰值功率 The peak power of the people motor	2×240	kW	
12	开斗电动机的功率 Power of the dipper trip motor	11	kW	

3 主要结构介绍

3 Introduction to main components

3.1 结构简介

3.1 Brief introduction

WK-12C 型挖掘机的机械部分由工作装置、上部机构、下部机构组成 (见图 1-7)。

WK-12C electric rope shovel is composed of working attachment, the upper mechanism and lower mechanism (Figure.1-7) .

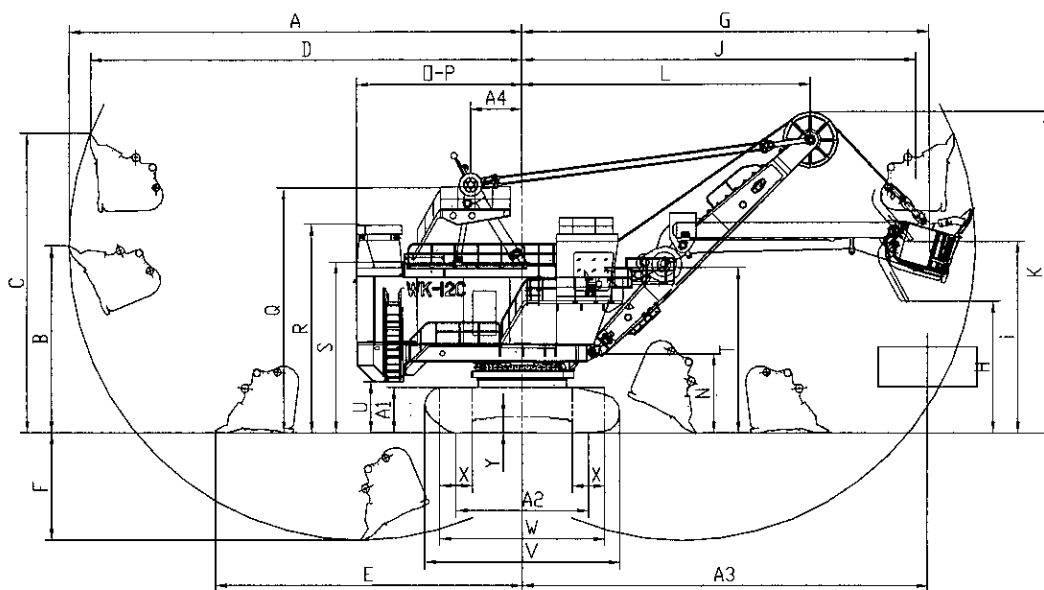


图 1 WK-12C 型挖掘机主要工作尺寸和结构尺寸

Figure1: Main working diemension and structure of WK-12C Electric Rope Shovel

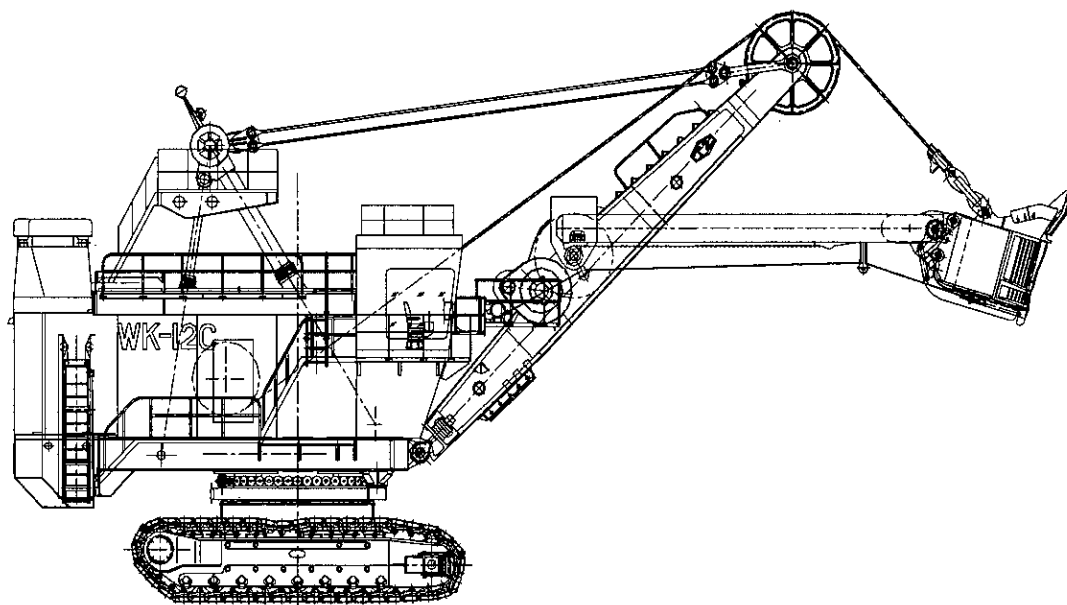


图 2 WK-12C 型挖掘机外形

Figure 2: Confuguration of WK-12C Electric Rope Shovel

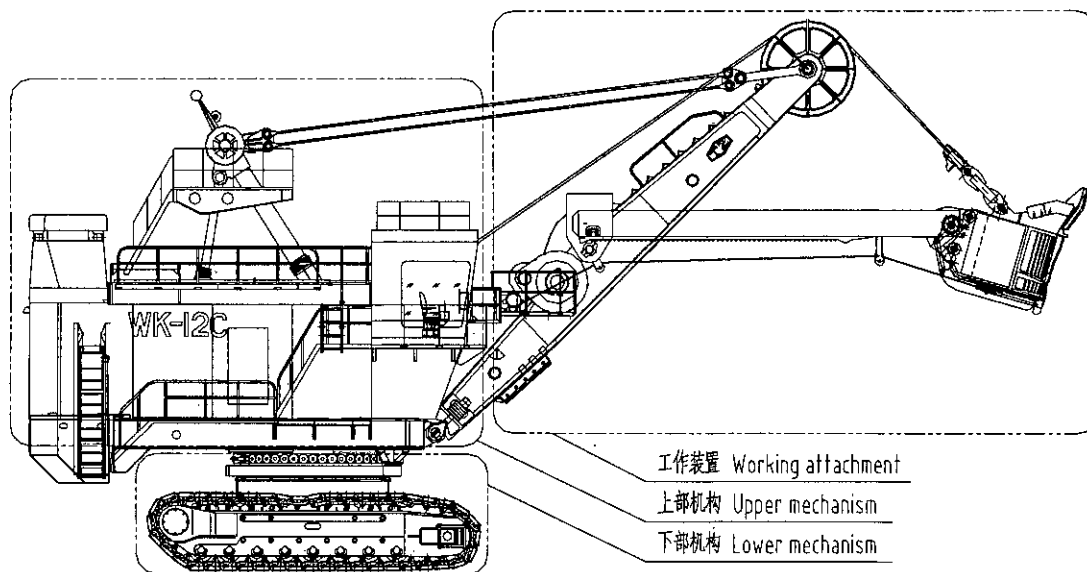


图 3 Figure 3

工作装置部分（见图 4）包括：铲斗、斗杆、起重臂与推压机构、开斗机构等。

The working attachment (figure 4) includes: dipper, dipper stick, boom & crowd mechanism and dipper trip mechanism.

工作装置采用单梁挺杆式起重臂，双斗杆齿轮—齿条推压机构。在推压机构中配置了气囊力矩限制器，以限制推压机构承受的最大动负荷。

The working attachment adopts single bridge beam-type boom, dual-stick gear and rack crowd. Air-bag torque limit is adopted for the crowd mechanism to limit the maximum load the crowd mechanism may bear.

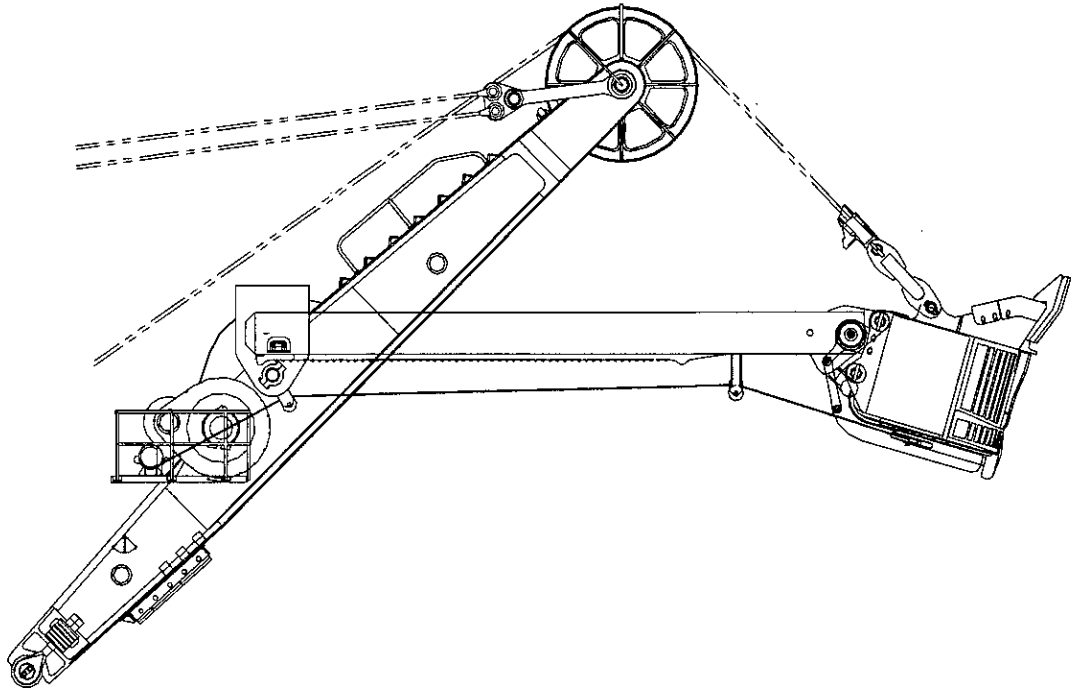


图 4 Figure 4

上部机构（见图 5、6）包括提升机构、回转机构、回转平台、三脚支架、中央枢轴、压气系统、稀油润滑系统和干油集中润滑系统、活地板、司机室、机棚、通风除尘装置等。

The upper of the machine (figure 5 & 6) includes hoist mechanism, swing mechanism, gantry, centre gudgeon, pneumatic system, the oil & grease lubrication, movable floor, operator' s cab, room, and pressurizer.

上部机构采用了双卷筒提升机构、并联的回转机构、三脚支架、中央枢轴、压气操纵系统、稀油润滑系统和干油集中润滑系统以及电气控制系统的主要部分。此外，上部机构中还包括有通风除尘装置、正压密封机棚、司机室等。

The uppers of the machine use dual-drum hoist, paralleled swing mechanism, gantry, central gudgeon, pressure system, Oil Centre Lube System & grease centralized lube system, electric control system as well as ventilating device, machinery house and operator' s cab.

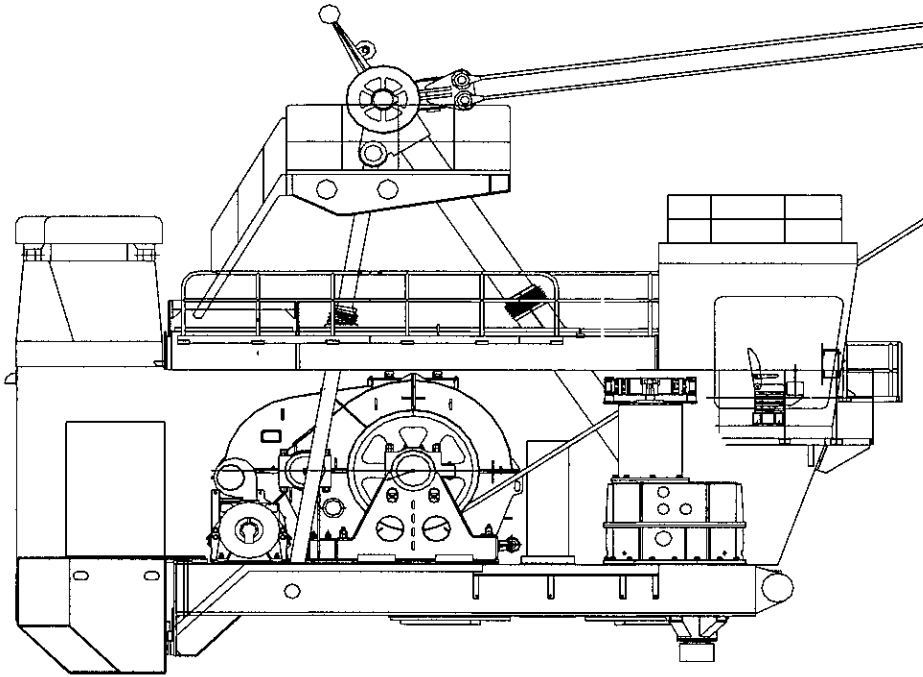


图 5 Figure 5

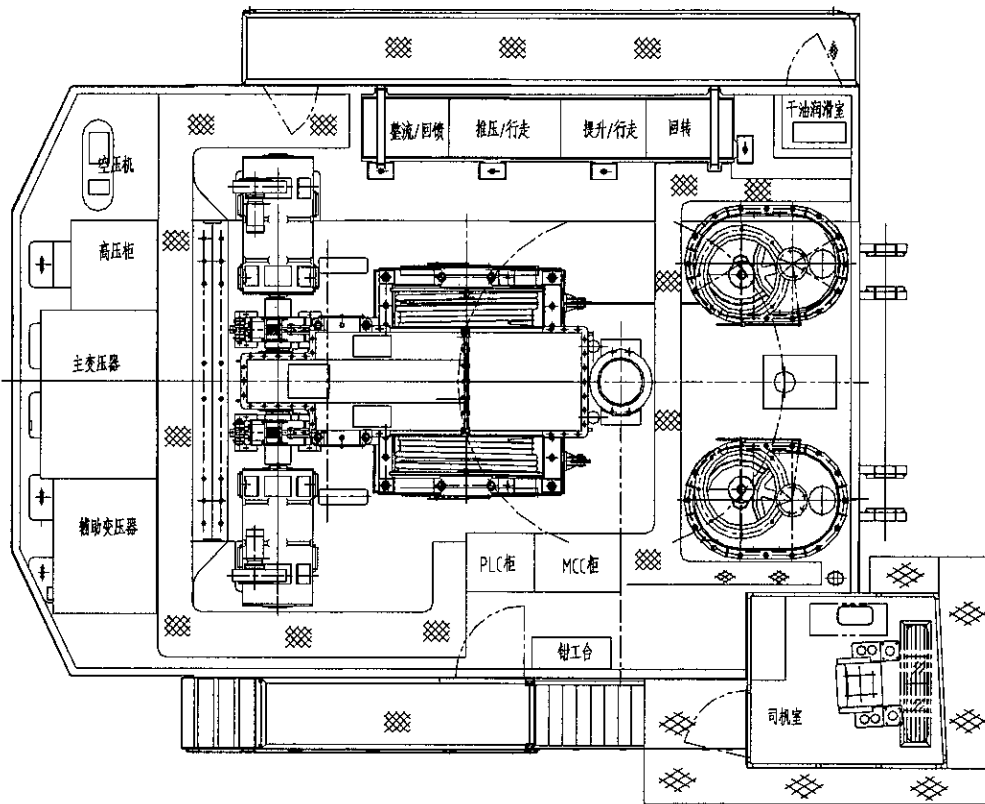


图 6 Figure 6



下部机构（见图 7）的回转支承采用了圆锥形辊子、分段式装配的圆锥形环轨。行走支承采用多支点履带式行走装置。行走机构采用两套各自独立且集中在底架梁后面的行星齿轮传动减速机，分别控制左右履带的行走方向。

The swing bearing of the lowers of the machine uses taper rollers, sectioned taper Roller Circle. The propelling mechanism adopts the design of multi-roller supported crawler frames. Two independent motors and planet reducers are used for the propel mechanism.

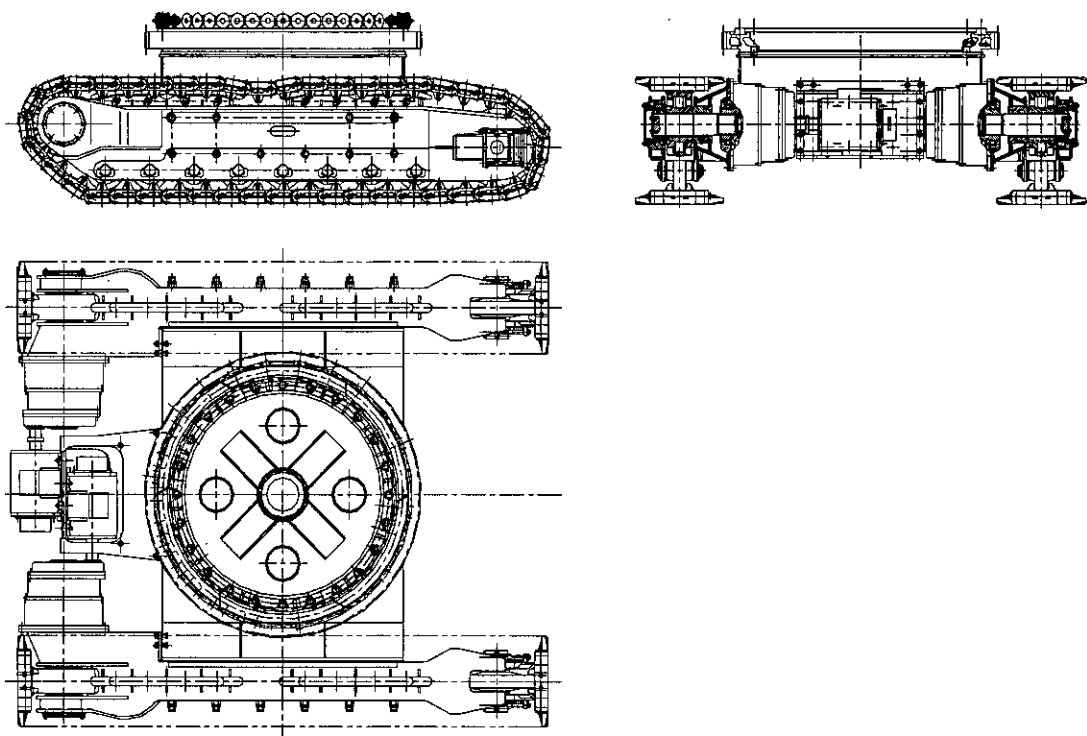


图 7 Figure 7

本机的主要机构（提升、推压、回转、行走）均分别由交流变频电动机独立驱动，依靠电气控制系统和压气操纵系统来控制并完成挖掘机的各种运动。

AC drive is adopted for the main mechanisms (hoist, crawd, swing and propel). Each movement of the machine is realized through the combined control of electric system and pneumatic system.

本机的主要结构件为焊接件或铸钢件。

Main construction of the machine is made of fabrication or castings.

传动机构均采用气动盘式制动器。



Air release spring set disc brakes are used for all mechanisms.

润滑由稀油和干油两套系统组成。

Lubrication system is composed of oil and grease lube.

本机的外接电源采用 4.16 kV、60 Hz 交流电，控制采用变频调速系统。

Input power to the machine is 4.16 kV、60 Hz.

WK-12C 型挖掘机的电气部分详见相关的说明。

Electric part of the machine refers to relative instruction of the machine.

### 3.2 工作装置

#### 3.2 Working attachment

工作装置部分包括：铲斗、斗杆、起重臂与推压机构、开斗机构。

Working attachment includes dipper, dipper sticks, boom & crowd mechanism and dipper trip.

##### 3.2.1 10 立方米铲斗 (K1453.01.00)

##### 3.2.1 10m<sup>3</sup> Dipper (K1453.01.00)

铲斗采用铸—焊结构。

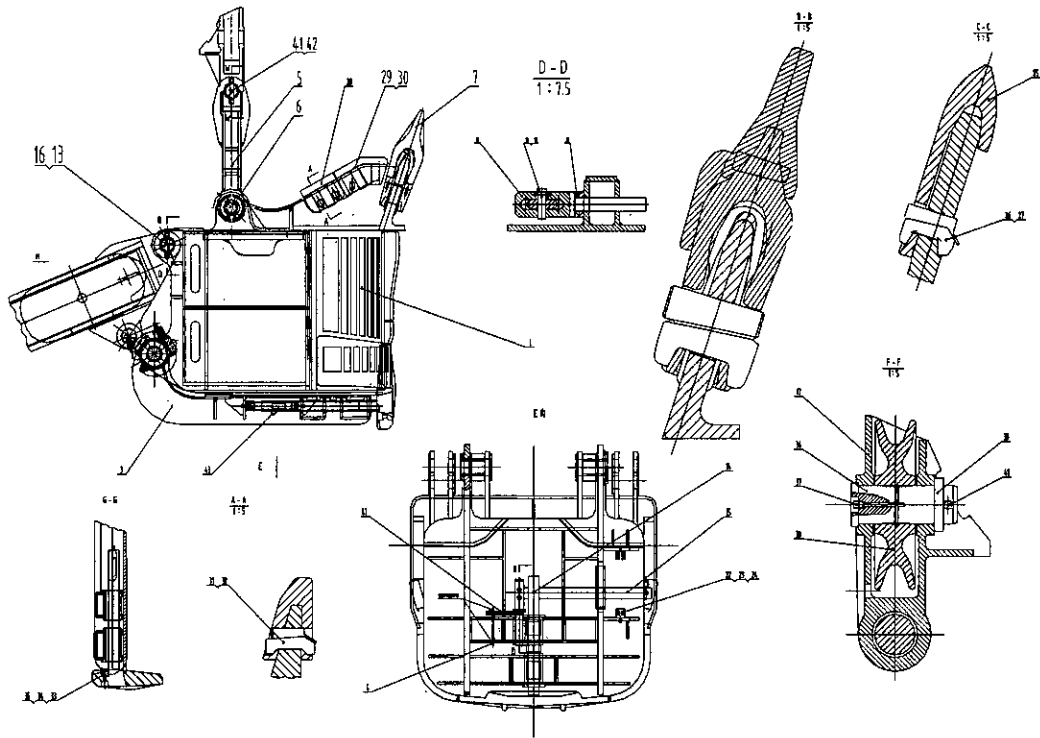
Dipper is a construction of casting - fabrication.

铲斗由斗体、缓冲装置、斗底装置、提梁、斗齿、均衡轮等零、部件组成。

Dipper consists of dipper body, snuffs, dipper bottom, Dipper Bail, and tooth and equalizer pulley.

在铲斗的各个主要联结销轴处都安装有注油咀。这些注油咀是以注油的方式来清除销轴上的粉尘等异物，同时对这些运动付进行润滑，以减缓粉尘对零、部件造成的磨损。

Nipples are fitted at each connection pin to remove the dusts and dirt on the pins and to lubricate the concerned movement and thus to less the damages and attritions of the parts caused by the dusts and dirt.



10 立方米铲斗 10m<sup>3</sup> Dipper (K1453.01.00)

序号 S/N	图号 DWG. No	名称 Description	序号 S/N	图号 DWG No	名称 Description
1	K1430.01.01.00	斗体 Dipper body	2	K1430.01.02.00	缓冲装置 Buffer device
3	K1453.01.03.00	斗底装置 Dipper door assy	4		圆钢 D18X420 Rod steel
5	K1430.01.05.00	提梁 Dipper Bail	6	K1450.01.06.00	提梁销 Dipper Bail pin
7	K1429.01.08.00	组合斗齿 Combined tooth	8	K1430.01.14	∅194X20-60
9	K1430.01.16	销轴 Pin shaft	10	K1430.01.13	弯梁销 Pin
11	K1430.01.17	垫圈 Shim	12	K1430.01.23	垫圈 Shim
13	K1450.01.07	斗杆销 Dipper handle pin	14	K1453.01.08	斗栓 Latch bar
15	K1430.01.09	开斗杠杆 Dipper trip lever	16	K1450.01.05	铲斗销轴挡板 Stop plate
17	K1430.01.12	滑轮壳 Pulley shell	18	K1430.01.03	销钉
19		圆钢 D12X200	20	K1430.01.05	-24XD140
21	K1430.01.06	叉杆	22	K1601.30.08.00	缓冲器 JHQ-AF-5 Buffer



序号 S/N	图号 DWG. No	名称 Description
23	GB/T 6170	螺母 M16 Nut
25	K1430.01.15	中间护套 Intermediate shroud
27	K1450.01.17	楔子 Wedge
29	K1450.01.19	侧护套 (右) Side shroud (R)
31	K1450.01.22	C形卡板 C clamp
33	K1450.01.24	固定板 Fix plate
35	GB/T 93	垫圈 30 Shim
37	TZQ 7310.02.00	油嘴 Rc3/8" Oil nipple
39	K1430.01.04	弯曲销 Pin
41	K1430.01.25	销 Pin
43	K1450.01.07.00	链条组件 Chain assy.
45	K1430.01.45	制动轮支座
47	K1430.01.02	调整垫板

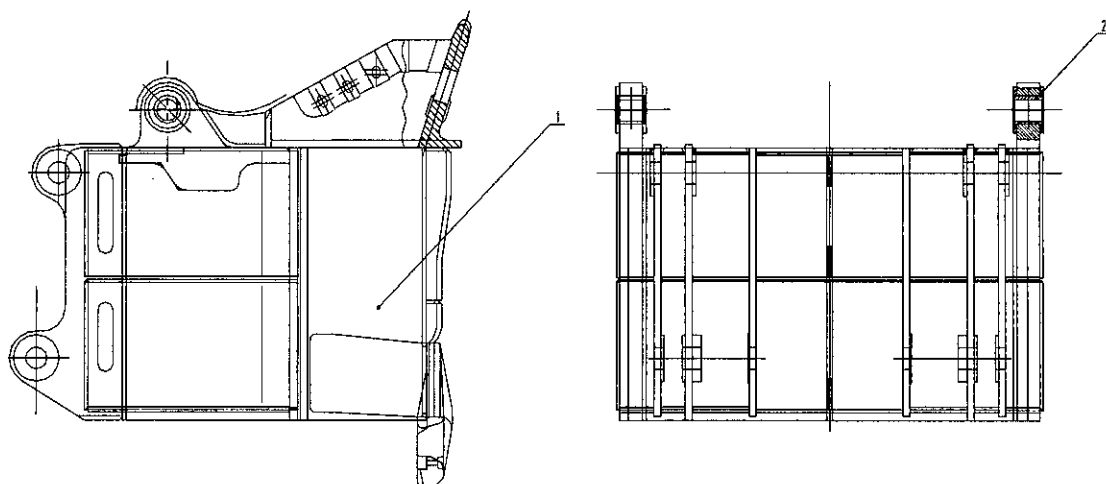
序号 S/N	图号 DWG No	名称 Description
24	GB/T 93	垫圈 16 Washer
26	K1450.01.16	C形卡板 C clamp
28	K1450.01.18	侧护套 Side shroud
30	K1450.01.21	侧护套 (左) Side shroud (L)
32	K1450.01.23	楔子 Wedge
34	GB/T 5783	螺栓 M30X120 Bolt
36	K114.30.08	销 Pin
38	K1430.01.07	滑轮 Pulley
40	Q/ZB 198	垫圈 150 Shim
42	K1450.01.26	铲斗销轴挡板 Stop plate
44	K1430.01.27	套 Bush
46	K1430.01.46	制动轮

### 3.2.1.1 斗体 (K1430.01.01.00)

#### 3.2.1.1 Dipper body (K1430.01.01.00)

斗体采用铸—焊结构。除斗唇部分和斗栓孔使用耐磨损的铸件外，其余部位均由高强度钢板焊接而成。

The dipper body is a construction of castings and fabrication combination. Tooth lip and tooth sleeves are made of wearable castings and all remains of the body are fabricated from high strength steel.



斗体 Dipper body (K1430.01.01.00)

序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description	序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description
1	K1430.01.01.01.00	斗体 Dipper body	2	K1450.01.01.01	套 Bush

在斗体前部的内外两侧都配置有可更换的耐磨钢板。

Wearable package are fitted on both sides of the dipper front inside and outside.

**特别提示：在更换斗体上的内、外侧耐磨钢板时，为避免焊缝开裂，首先应将斗体上的焊接部位预热到 80~100℃之后再焊接耐磨钢板。**

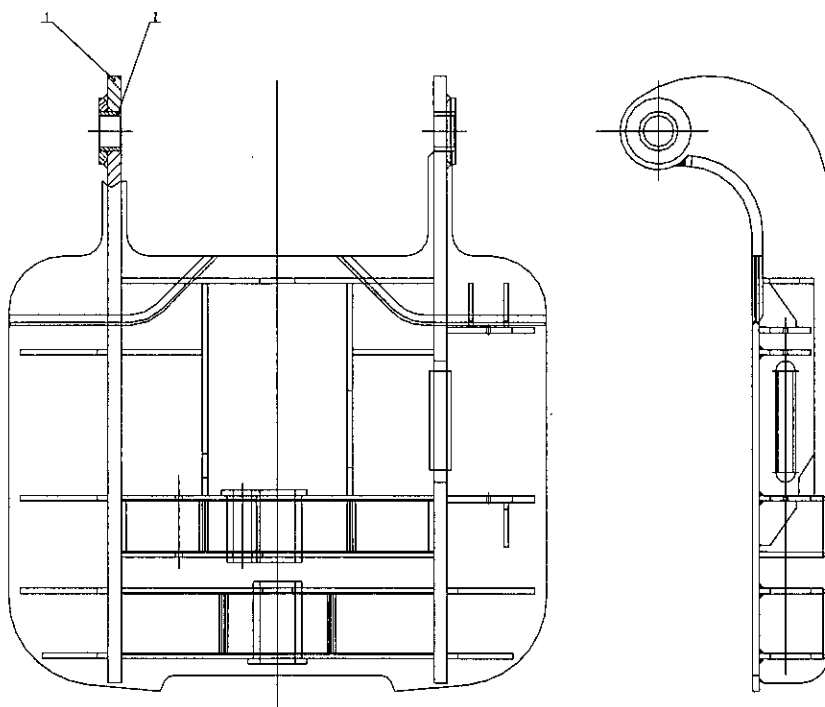
**Special attention: Pre-heating should be done to the welding area to 80~100℃ when change the wearable package inside and outside to avoid split of the welding seam.**

### 3.2.1.2 斗底装置 (K1453.01.03.00)

#### 3.2.1.2 Dipper Bottom (K1453.01.03.00)

斗底装置由斗底板、斗栓、斗栓杠杆、支座、调节垫片等组成。调整支座内垫片的厚度，可调整斗栓插入斗栓孔的深度。

The dipper bottom is composed of bottom plate, dipper latch, leveller, base and shims for adjustment. The depth of the dipper latch penetrating into the hole can be adjusted by the thickness of the shims.



斗底装置 Dipper Bottom (K1453.01.03.00)

序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description	序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description
1	K1453.01.03.01.00	斗底 Dipper door	2	K1430.01.03.01	套 Bush

**特别提示：斗栓插入斗栓孔中的深度以 19~25 mm 为宜。**

**Special attention: the depth of the latch penetrating into the hole should be 19~25 mm.**

在斗底板的上面也配置有可更换的耐磨钢板。

Wearable plates is fitted on the bottom plate and can be changed.

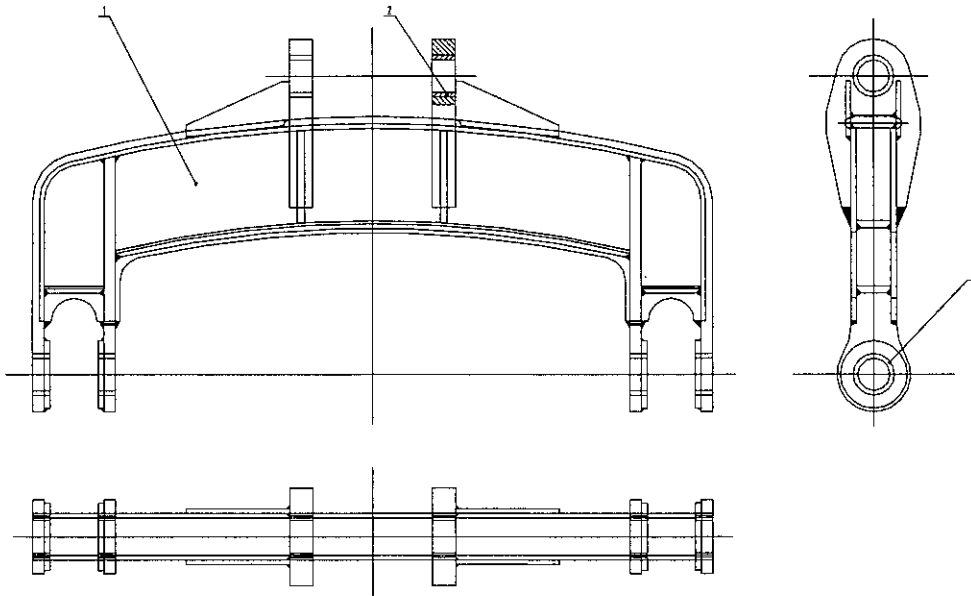
**特别提示：在更换斗底上的内、外侧耐磨钢板时，为避免焊缝开裂，首先应将斗底上的焊接部位预热到 80~100℃之后再焊接耐磨钢板。**

**Special attention: Preheat to 80~100℃ towards the areas for weldment to avoid welding split when change the wearable plates inside and outside the dipper bottom.**



3.2.1.3 提梁 (K1430.01.05.00)

3.2.1.3 Dipper Bail (K1430.01.05.00)



提梁 Dipper Bail (K1430.01.05.00)

序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description	序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description
1	K1430.01.05.01.00	提梁 Dipper Bail	2	K1430.01.05.01	套 Bush
3	K1430.01.05.02	套 Bush			

3.2.1.4 组合斗齿 (K1429.01.08.00)

3.2.1.4 Combined tooth (K1429.01.08.00)

组合斗齿采用 ESCO 产品。组合斗齿由齿座、齿尖、耐磨帽、C 形卡板、楔铁及其它联结件组成。齿座用 C 形卡板和楔铁与斗前壁联接，安装简单可靠。

Combined teeth adopt ESCO product including toothholder, tooth tip, wear-resistant cap, C clamp, wedge and other connecting pieces. The toothholder is connected with dipper front through C clamp and wedge. It is of simple and reliable for installation.

更换齿座时只需将楔铁打出，并取出 C 形卡板即可更换。

Changing toothholder, only to take out the wedge and C clamp.



**特别提示：更换齿座时，还应将打紧后的楔铁小头超出 C 形卡板的部分气割掉，以免楔铁被挖掘物料顶出来而造成齿座脱落或斗唇磨损等设备故障。**

**Special attention: When changing the toothholder, gas cut extended part of wedge from C clamp to avoid toothholder falling or worn lip during digging materials.**

### 3.2.2 斗杆 (K1453.02.00)

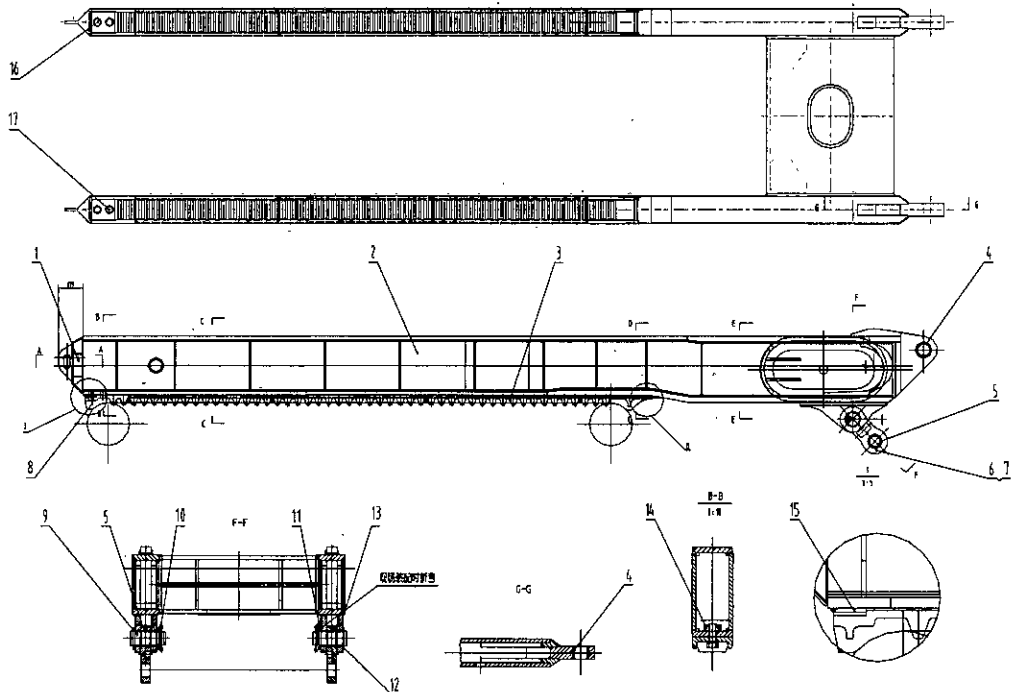
### 3.2.2 Dipper stick (K1453.02.00)

斗杆由后挡板组件、焊接整体齿条、整体焊接变截面双斗杆、压杆等组成。

The dipper stick includes end plate, dipper stick fabrication, whole piece rack and press rod.

通过更换不同长度的压杆，可以调整铲斗的安装角度。

The assembly angle of the dipper can be changed through the adjusting the length of the press rod.



斗杆 Dipper stick (K1453.02.00)

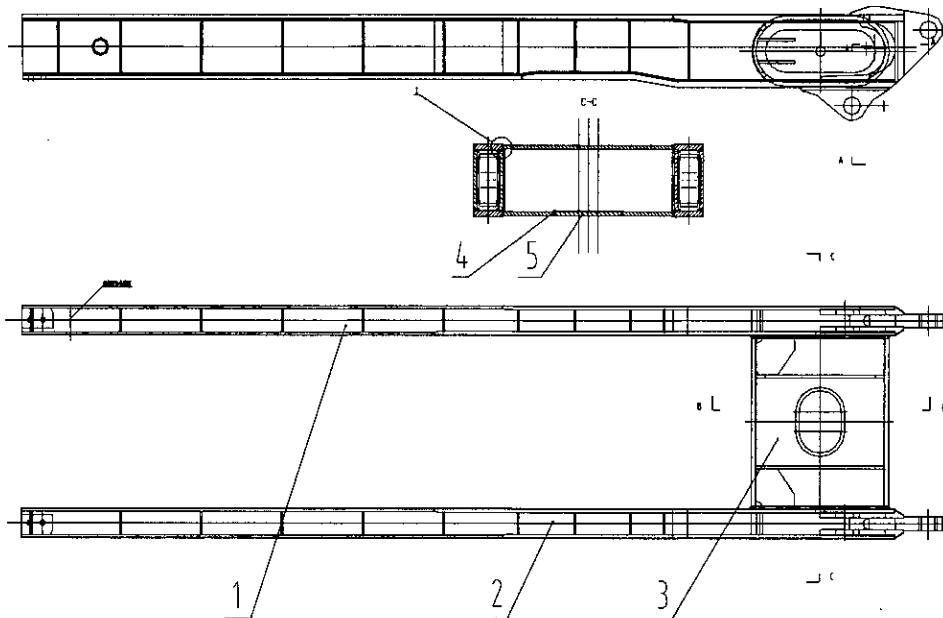




序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description	序号 S/N	图号 DWG.No	名称 Description
1	K1452.02.01.00	导引盖 Lead cover	2	K1453.02.02.00	双斗杆 Double dipper handle
3	K1453.02.03.00	齿条 Rack	4	K1453.02.01	钢套 Steel bush
5	K1453.02.02	钢套 Steel bush	6	K114.02.06y2	压杆 Compression bar
7	K114.02.06Ay2	压杆 Compression bar	8	K1433.02.02	后挡板 Greenhorn
9	K1453.02.04	销轴 Pin shaft	10	K1453.02.05	D30-262
11	K1453.02.06	-12XD240/d142	12	K1453.02.07	-30XD240/d142
13	K1453.02.03	钢套 Steel bush	14	K1453.02.08	-45X120X220
15	K1453.02.09	-24X120X300	16	GB/T 5783	螺栓 M48X160 Bolt
17	GB/T 5783	螺栓 M48X130 Bolt			

## 3.2.2.1 整体焊接变截面双斗杆 (K1453.02.02.00)

## 3.2.2.1 Dual-stick handle (K1453.02.02.00)



整体焊接变截面双斗杆 Dual-stick handle (K1453.02.02.00)