

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y**  
**Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RCM CON  
APLICACIÓN DEL SAP, AREQUIPA-2017**

**Tesis presentada por la Bachiller**  
Carpio Mercado, María de los Angeles

**Para optar el Título Profesional de**  
Ingeniera Industrial

**Asesor:**  
Valencia Becerra, Rolardi

**Arequipa – Perú**

**2018**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL.



INFORME DICTAMINATORIO  
DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:  
"PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTION DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RCM CON  
APLICACION DEL SAP AREQUIPA 2017"

PRESENTADO POR (EL) (LOS) BACHILLER (ES):

Maria de los Angeles Carpio Mercado

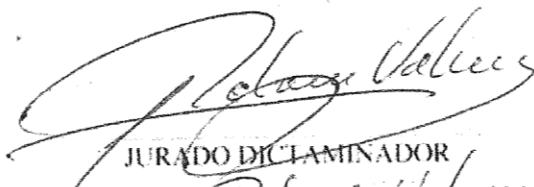
NUESTRO DICTAMEN ES:

Favorable.

OBSERVACIONES:

NINGUNA

Arequipa.



JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Rolando Valencia

Beceera

Código: 1780

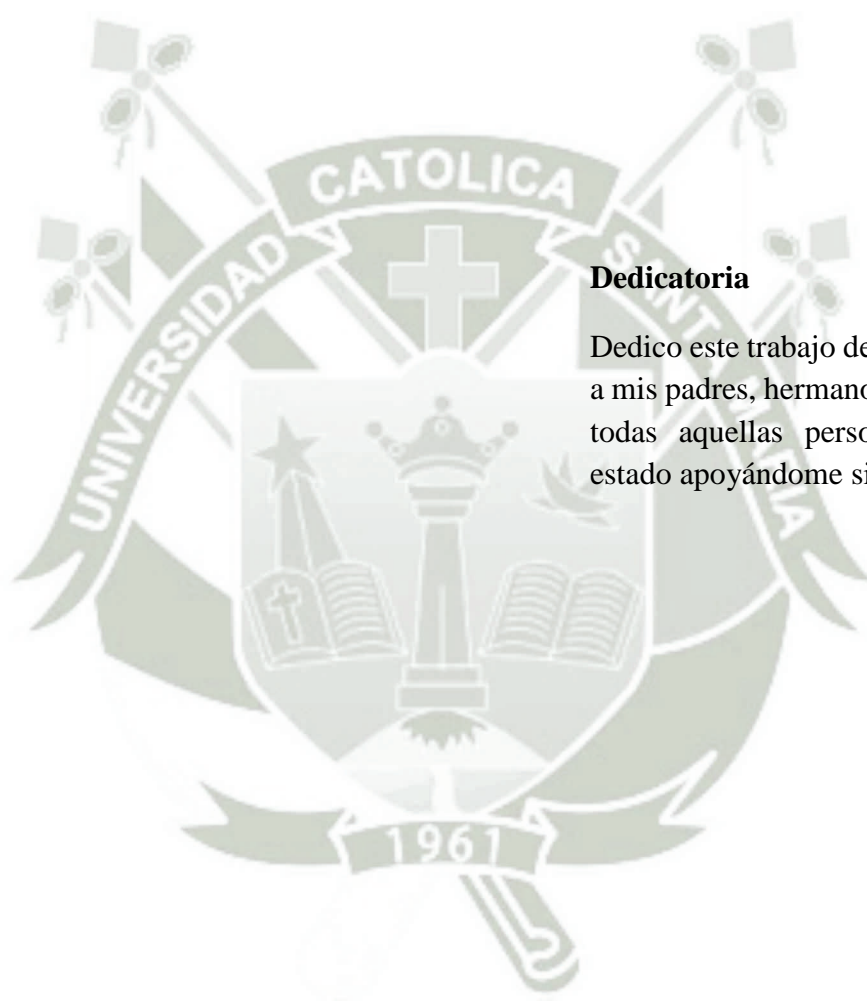


JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Juan Carlos Díaz

Sesavina

Código: 2432



### **Dedicatoria**

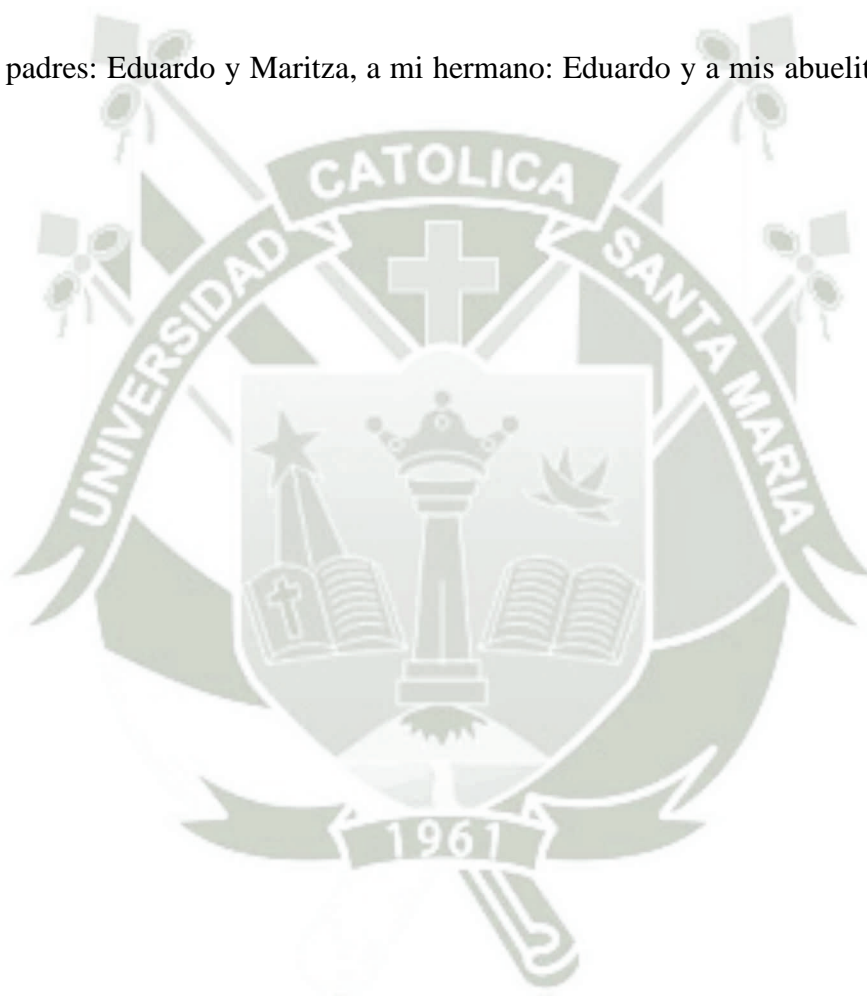
Dedico este trabajo de investigación a mis padres, hermano, abuelitos y a todas aquellas personas que han estado apoyándome siempre.

## AGRADECIMIENTOS

A todas las personas de la empresa y externas a ella que ayudaron a que este trabajo de investigación fuera posible.

Al profesor y asesor de la tesis Ing. Rolardi Valencia Becerra por su dedicación, tiempo y enseñanza.

A mis padres: Eduardo y Maritza, a mi hermano: Eduardo y a mis abuelitos: Máximo y Dora.





*“El éxito consiste en vencer el miedo al fracaso”  
Sainte Beuve (1804-1869)*

## INTRODUCCIÓN

La integración de Komatsu con Joy Global implica que ahora la empresa: Komatsu Mining Corp. será más grande en todo sentido y es por este motivo que es importante empezar a implementar mayores sistemas de control, manejo, planeamiento y mantenimiento de equipos para poder brindar un servicio sin demoras en los trabajos, eficiente y de alta calidad.

Por esta razón se pretende diseñar un plan de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias en Komatsu Mining Corp, ya que hasta el momento no se cuenta con dicho plan y se ha visto evidenciado que la falla de las máquinas o inactividad de las mismas han sido una de las principales razones por las que existen demoras en las reparaciones de los distintos componentes y así mismo en la entrega de los mismo dentro del tiempo planificado; lo que ocasiona una insatisfacción en los clientes.

## RESUMEN

El objetivo de esta tesis es proponer una mejora en la gestión de mantenimiento con la implementación del mantenimiento preventivo y RCM, aplicando una fuente de apoyo que es el software SAP. Todo ello con la finalidad de evitar demoras en las reparaciones y entrega de los componentes por falla de máquinas, paradas inesperadas o inactividad que terminan afectando la planificación de la empresa.

Además, se pretende demostrar que la aplicación de mantenimiento preventivo resulta ser de menor costo que el mantenimiento correctivo, lo cual incrementa las ganancias generadas por la empresa.

Esta metodología implica tres etapas importantes: la descripción general de la empresa, el desarrollo de un diagnóstico actual, el cual incluye la identificación y codificación de equipos y análisis de costos; y por último el diseño de un plan de mantenimiento; para el cual precede indicadores a utilizar, rutinas, programación de actividades, análisis de costos y formatos.

**Palabras claves:** Mantenimiento preventivo, software SAP.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to propose an improvement in maintenance management with the implementation of preventive maintenance and RCM, applying a source of support that is SAP software. All this in order to avoid delays in repairs and delivery of components due to machine failure, unexpected stops or inactivity that end up affecting the company's planning.

In addition, it is shown that the application of preventive maintenance turns out to be less cost than corrective maintenance, which increases the profits generated by the company.

This methodology involves three important stages: the general description of the company, the development of a current diagnosis, which includes the identification and coding of equipment and cost analysis; and finally, the design of a maintenance plan; for which it precedes indicators to be used, routines, activity programming, cost analysis and formats.

**Key Words:** Preventive Maintenance, software SAP.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.2. Descripción del problema .....	1
1.3. Formulación del problema .....	2
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.4.1. Tecnológica.....	3
1.4.2. Económica/financiera .....	3
1.4.3. Social .....	3
1.4.4. Ambiental.....	3
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos .....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Alcances .....	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO .....	7
2.1. Definición e importancia del mantenimiento.....	7
2.2. Tipos de mantenimiento .....	8
2.2.1. Mantenimiento Predictivo.....	8
2.2.2. Mantenimiento Correctivo .....	10
2.2.3. Mantenimiento Preventivo.....	11
2.2.4. Mantenimiento centrado en la confiabilidad .....	14
2.3. Aplicación del SAP .....	16
2.4. Análisis de averías.....	16
CAPITULO III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA KMC.....	18
3.1. Historia de la empresa .....	18
3.2. Organigrama de la empresa.....	20
3.3. Misión .....	21

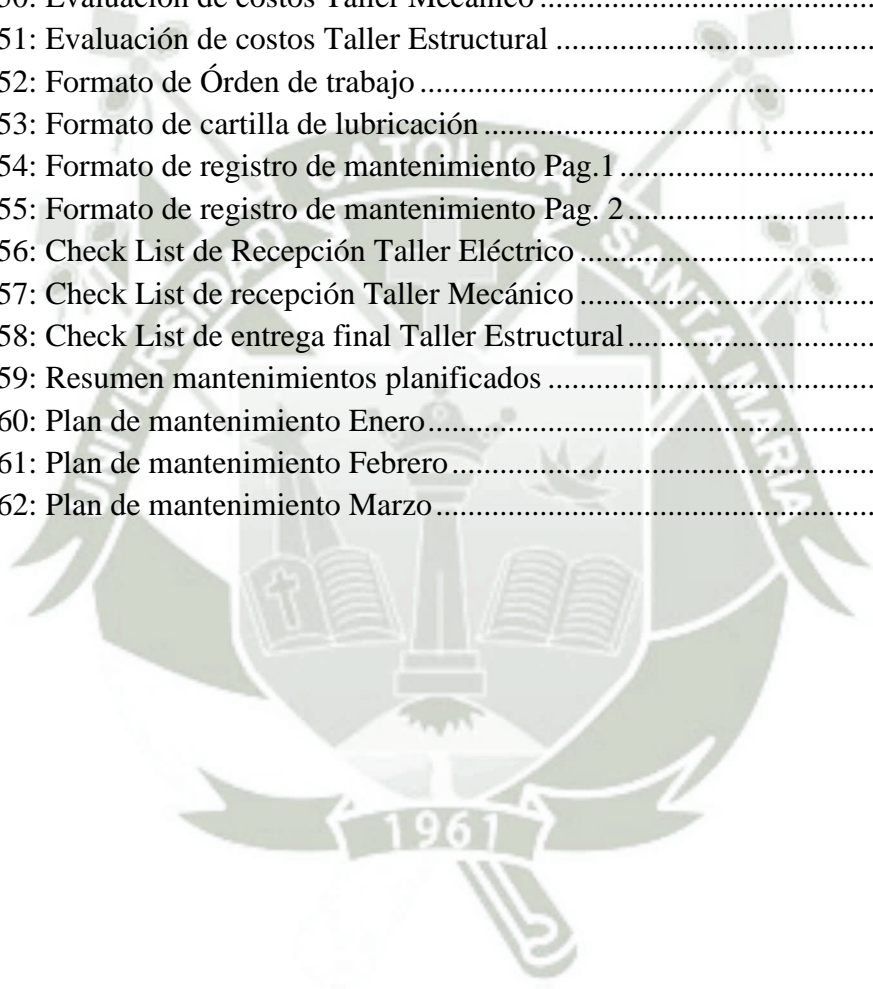
3.4.	Visión .....	21
3.5.	Valores .....	21
3.5.1.	Integridad .....	21
3.5.2.	Respeto.....	21
3.5.3.	Diversidad .....	21
3.5.4.	Trabajo en equipo .....	22
3.5.5.	Confiabilidad .....	22
3.5.6.	Desempeño.....	22
<b>CAPITULO IV. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA KMC .....</b>		<b>23</b>
4.1.	Descripción y codificación de equipos por taller .....	23
4.1.1.	Etapa 1: Creación de localizaciones funcionales .....	24
4.1.2.	Etapa 2: Crear equipos .....	25
4.1.3.	Etapa 3: Completar Generalidades del equipo.....	26
4.1.4.	Etapa 4: Localización de equipo .....	27
4.1.5.	Etapa 5: Organización del equipo .....	28
4.1.6.	Etapa 6: Estructura del equipo .....	29
4.1.7.	Codificación de equipos Taller eléctrico .....	31
4.1.8.	Codificación equipos Taller Mecánico .....	32
4.1.9.	Codificación equipos Taller Estructural .....	33
4.1.11.	Codificación equipos Taller General .....	34
4.2.	Determinación de componentes y procesos de reparaciones .....	35
4.2.1.	Taller eléctrico .....	35
4.2.2.	Taller mecánico.....	38
4.2.3.	Taller estructural .....	40
4.3.	Identificación de los equipos críticos .....	41
4.3.1.	Identificación criticidad equipos Taller Eléctrico.....	46
4.3.2.	Identificación criticidad equipos Taller Mecánico .....	48
4.3.3.	Identificación criticidad equipos Taller Estructural.....	50
4.3.4.	Identificación criticidad equipos Taller General .....	52
4.4.	Diagnóstico sistema de mantenimiento actual .....	53
4.5.	Análisis de costos actuales .....	55

4.5.1.	Costos de mantenimiento correctivo Taller Eléctrico.....	55
4.5.2.	Costos de mantenimiento preventivo Taller Mecánico .....	58
4.5.3.	Costos de mantenimiento preventivo Taller Estructural.....	62
CAPÍTULO V. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA KMC.....		64
5.1.	Indicadores de mantenimiento .....	64
5.1.1.	Índice de disponibilidad.....	65
5.1.2.	Índice de cumplimiento de la planificación .....	65
5.1.3.	Tiempo medio de resolución de un OT .....	65
5.1.4.	Proporción de coste de mano de obra de mantenimiento .....	66
5.2.	Elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo.....	67
5.3.	Programación de frecuencias de las rutinas .....	69
5.4.	Determinación de horas-hombre por plan de mantenimiento .....	71
5.5.	Elaboración de plan de mantenimiento anual .....	73
5.5.1.	Aplicación de SAP: Mantenimiento de equipos .....	73
5.6.	Análisis de costos por mantenimiento preventivo .....	97
5.6.1.	Costos de mantenimiento preventivo Taller Eléctrico.....	98
5.6.2.	Costos de mantenimiento preventivo Taller Mecánico .....	102
5.6.3.	Costos de mantenimiento preventivo Taller Estructural.....	105
5.7.	Evaluación de costos por mantenimiento correctivo vs mantenimiento preventivo.....	107
5.8.	Diseño de formatos para el control y registro de mantenimientos.....	111
ANEXO 1: CHECK LIST DE RECEPCIÓN TALLER ELECTRICO .....		116
ANEXO 2: CHECK LIST DE RECEPCIÓN TALLER MECÁNICO .....		117
ANEXO 3: CHECK LIST DE ENTREGA FINAL TALLER ESTRUCTURAL.....		118
ANEXO 4: RESUMEN MANTENIMIENTOS PLANIFICADOS .....		119
ANEXO 5: PLAN DE MANTENIMIENTO ENERO .....		120
ANEXO 6: PLAN DE MANTENIMIENTO FEBRERO.....		121
ANEXO 7: PLAN DE MANTENIMIENTO MARZO .....		122
CONCLUSIONES .....		123
RECOMENDACIONES.....		125
BIBLIOGRAFIA .....		127

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Codificación equipos Taller Eléctrico .....	31
Tabla 2: Codificación equipos Taller Mecánico .....	32
Tabla 3: Codificación equipos Taller Estructural .....	33
Tabla 4: Codificación equipos Taller General .....	34
Tabla 5: Criterios para el análisis de la criticidad.....	43
Tabla 6: Matriz de criticidad.....	44
Tabla 7: Rango de valores y variables .....	45
Tabla 8: Nivel de criticidad Taller Eléctrico .....	47
Tabla 9: Nivel de criticidad Taller Mecánico .....	49
Tabla 10: Nivel de criticidad Taller Estructural .....	51
Tabla 11: Nivel de criticidad Taller General .....	52
Tabla 12: Costos de mantenimiento mensual de Torno.....	56
Tabla 13: Costos de mantenimiento mensual de VPI System .....	56
Tabla 14: Costos de mantenimiento mensual de Cabina de pintado .....	57
Tabla 15: Costos de mantenimiento mensual de Test Stand Motor .....	57
Tabla 16: Costos de mantenimiento mensual de JIB Crane .....	58
Tabla 17: Costos de mantenimiento mensual de Puente Grúa.....	58
Tabla 18: Costos de mantenimiento mensual del GML-6 .....	59
Tabla 19: Costos de mantenimiento mensual del Torno.....	59
Tabla 20: Costos de mantenimiento mensual de Lavadora a vapor .....	60
Tabla 21: Costos de mantenimiento mensual de Lavadora de partes .....	60
Tabla 22: Costos de mantenimiento mensual de JIB Crane .....	61
Tabla 23: Costos de mantenimiento mensual de Puente Grúa.....	61
Tabla 24: Costos de mantenimiento mensual de Fuente.....	62
Tabla 25: Costos de mantenimiento mensual de Alimentador .....	62
Tabla 26: Costos de mantenimiento mensual de Cabina de granallado .....	62
Tabla 27: Costos de mantenimiento mensual de JIB Crane .....	63
Tabla 28: Costos de mantenimiento mensual de Puente Grúa.....	63
Tabla 29: Formato de rutina de mantenimiento.....	68
Tabla 30: Formato de rutina de mantenimiento y frecuencias.....	70
Tabla 31: Formato de registro horas -hombre .....	72
Tabla 32: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Torno.....	98
Tabla 33: Costos de mantenimiento preventivo mensual de VPI System .....	99
Tabla 34: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Cabina de pintado .....	99
Tabla 35: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Test Stand Motor .....	100
Tabla 36: Costos de mantenimiento preventivo mensual de JIB Crane .....	100
Tabla 37: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Puente Grúa .....	101
Tabla 38: Costos de mantenimiento preventivo mensual de GML-6 .....	102
Tabla 39: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Torno.....	103

Tabla 40: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Lavadora a vapor .....	103
Tabla 41: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Lavadora de partes .....	104
Tabla 42: Costos de mantenimiento preventivo mensual de JIB Crane .....	104
Tabla 43: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Puente Grúa .....	105
Tabla 44: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Fuente .....	105
Tabla 45: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Alimentador .....	105
Tabla 46: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Cabina de granallado .....	106
Tabla 47: Costos de mantenimiento preventivo mensual de JIB Crane .....	106
Tabla 48: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Puente Grúa .....	107
Tabla 49: Evaluación de costos Taller Eléctrico .....	108
Tabla 50: Evaluación de costos Taller Mecánico .....	109
Tabla 51: Evaluación de costos Taller Estructural .....	110
Tabla 52: Formato de Orden de trabajo .....	112
Tabla 53: Formato de cartilla de lubricación .....	113
Tabla 54: Formato de registro de mantenimiento Pag.1 .....	114
Tabla 55: Formato de registro de mantenimiento Pag. 2 .....	115
Tabla 56: Check List de Recepción Taller Eléctrico .....	116
Tabla 57: Check List de recepción Taller Mecánico .....	117
Tabla 58: Check List de entrega final Taller Estructural .....	118
Tabla 59: Resumen mantenimientos planificados .....	119
Tabla 60: Plan de mantenimiento Enero .....	120
Tabla 61: Plan de mantenimiento Febrero .....	121
Tabla 62: Plan de mantenimiento Marzo .....	122



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Crear localización funcional.....	24
Figura 2: Crear equipo .....	25
Figura 3: Generalidades del equipo .....	26
Figura 4: Localización del equipo .....	27
Figura 5: Organización del equipo.....	28
Figura 6: Estructura del equipo.....	29
Figura 7: Proceso de reparación componentes eléctricos .....	37
Figura 8: Proceso de reparación componentes mecánicos.....	39
Figura 9: Proceso de reparación de estructuras .....	41
Figura 10: Crear plan de mantenimiento .....	76
Figura 11: Crear estrategia.....	77
Figura 12: Crear hoja de ruta .....	78
Figura 13: Generalidad de la hoja de ruta.....	79
Figura 14: Operaciones asociadas a la hoja de ruta .....	80
Figura 15: Operaciones asociadas a la hoja de ruta .....	81
Figura 16: Ítem de mantenimiento.....	82
Figura 17: Hoja de ruta asociada al ítem de mantenimiento.....	83
Figura 18: Ciclos de mantenimiento.....	84
Figura 19: Parámetro de la programación.....	85
Figura 20: Programación de llamadas del plan de mantenimiento.....	86
Figura 21: Llamadas o notificaciones generadas .....	87
Figura 22: Llamadas manuales en el plan de mantenimiento.....	89
Figura 23: Registro de planes de mantenimiento.....	90
Figura 24: Detalle del registro de plan de mantenimiento.....	90
Figura 25: Crear revisiones.....	91
Figura 26: Listado de órdenes generadas por el SAP .....	94
Figura 27: Orden de trabajo .....	95
Figura 28: Actividades en la OT.....	96
Figura 29: Componentes en la OT .....	97

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Check List de recepción Taller Eléctrico .....	130
Anexo 2: Check List de recepción Taller Mecánico.....	131
Anexo 3: Check List de entrega final Taller Estructural .....	132
Anexo 4: Resumen mantenimientos planificados.....	133
Anexo 5: Plan de mantenimiento Enero .....	134
Anexo 6: Plan de mantenimiento Febrero .....	135
Anexo 7: Plan de mantenimiento Marzo .....	136



## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Identificación del problema

Ausencia de una adecuada gestión de mantenimiento preventivo de equipos en la empresa Komatsu Mining Corp en La Joya-Arequipa, que permita evitar demoras en las reparaciones y entrega de los componentes por falla de máquinas, paradas inesperadas o inactividad que terminan afectando la planificación de la empresa.

### 1.2. Descripción del problema

El mantenimiento preventivo es un tema de crucial importancia en toda empresa que cuente con un proceso productivo o de servicio, la cual necesite tener todos sus equipos funcionando correctamente, para llevar un mejor control del planeamiento de las actividades y entrega de los productos a tiempo, evitando paradas de planta. También permite la reducción de costos extra por alguna urgencia de habilitar alguna máquina o equipo.

Komatsu Mining Corp ha tenido distintas demoras en las reparaciones de los componentes provenientes de las distintas minas de Perú y se considera que una de las razones fue una ausencia incipiente del mantenimiento preventivo.

En su gran mayoría el mantenimiento correctivo que se ejecuta a los equipos en esta empresa son reparaciones menores con la finalidad de recuperar la operatividad de los mismos y así poder continuar con el trabajo cotidiano.

Además, por la misma necesidad de poner operativa alguna máquina se incurre en costos que incrementan el costo total de producción reduciendo así el margen final de venta del servicio de reparaciones de componentes que brinda la empresa.

Por lo mencionado anteriormente, la mejora de la gestión de mantenimiento preventivo y RCM reducirían los costos optimizando el servicio brindado a las empresas que envían los componentes sus distintos equipos para que sean reparados en las instalaciones de la empresa.

### **1.3. Formulación del problema**

¿La mejora de la gestión de mantenimiento preventivo y RCM de máquinas y equipos en la empresa Komatsu Mining Corp en Arequipa, permitirá evitar demoras en las reparaciones y entrega de los componentes por falla de equipos, paradas inesperadas o inactividad y reducir los costos de producción?

## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Tecnológica**

KMC contará con una adecuada gestión de mantenimiento de máquinas y equipos basada en la evaluación de la criticidad que permita evitar tiempos muertos, paradas inesperadas y retraso en la entrega los componentes reparados a los clientes.

### **1.4.2. Económica/financiera**

KMC reducirá sus costos de servicio afectados por las fallas continuas de sus equipos, lo que luego permitirá la reducción de los costos operativos.

### **1.4.3. Social**

La responsabilidad social de KMC se vería reflejada en los trabajadores ya que con una gestión de mantenimiento preventivo y RCM podrían desarrollarse en un campo laboral con mayor seguridad.

### **1.4.4. Ambiental**

Con la adecuada gestión de mantenimiento, los equipos tendrán un adecuado funcionamiento evitando la contaminación por componentes en mal estado y/o fugas de distintos aceites o lubricantes y así KMC logrará beneficiar a la comunidad ayudando a cuidar el medio ambiente.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general

Desarrollar una mejora de gestión de mantenimiento preventivo y RCM de máquinas y equipos en la empresa Komatsu Mining Corp en Arequipa, que permita evitar demoras en las reparaciones y entrega de los componentes por falla de máquinas, paradas inesperadas o inactividad y reducir los costos de servicio.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar los equipos críticos para las reparaciones de los componentes básicos que envían los clientes al Centro de Servicios La Joya, para los distintos talleres: eléctrico, mecánico y estructural.
- Diagnóstico de actividades de mantenimiento que se realizan en la empresa KMC a las distintas máquinas y equipos.
- Determinar los costos de mantenimiento para cada rutina considerando las horas-hombre, insumos necesarios, servicio de terceros en caso sea necesario, etc.
- Aplicación del SAP, utilizado por la empresa para todas las operaciones que realizan, las listas de actividades, frecuencias e información importante para cada equipo de manera que se pueda tener un control virtual con notificaciones y así mismo para poder

generar los requerimientos de insumos que se necesiten para cada plan de mantenimiento.

### **1.6. Hipótesis**

Dado que en la empresa Komatsu Mining Corp. sólo se utiliza la metodología de mantenimiento correctivo para los equipos que tienen, es probable que con la implementación de una gestión de mantenimiento preventivo y RCM de máquinas y equipos, permita evitar demoras en las reparaciones y reducir los costos de producción generando mayor valor a la empresa y brindando mayor seguridad a sus trabajadores.

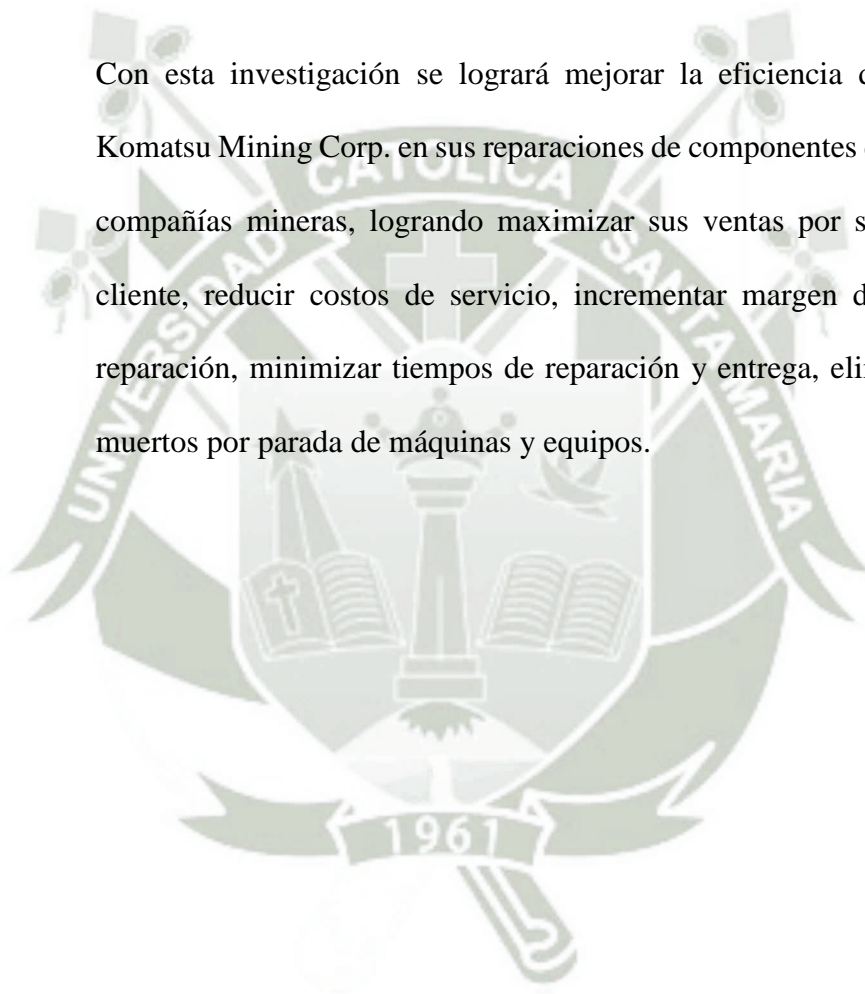
### **1.7. Alcances**

Para la presente investigación se considerará la aplicación de la metodología de mantenimiento preventivo y RCM utilizando como un sistema de apoyo el SAP para la planificación y programación de las actividades para la empresa Komatsu Mining Corp. en La Joya – Arequipa durante el año 2017. Esta investigación se realizará en equipos de taller mecánico, eléctrico, estructural y general; dentro de los cuales se realizará el análisis de los equipos críticos por taller.

Debido a que los equipos son parte de distintos procesos de servicios que realiza la empresa sólo se mencionarán para comprender el flujo del proceso, pero no se considerarán mayores detalles sobre los mismos.

Para la efectiva toma de información se considerará todos los equipos de la empresa, pero por un tema de celo comercial se compartirán formatos y datos específicos.

Con esta investigación se logrará mejorar la eficiencia de la empresa Komatsu Mining Corp. en sus reparaciones de componentes de las distintas compañías mineras, logrando maximizar sus ventas por satisfacción de cliente, reducir costos de servicio, incrementar margen de ingreso por reparación, minimizar tiempos de reparación y entrega, eliminar tiempos muertos por parada de máquinas y equipos.



## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1. Definición e importancia del mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de técnicas importantes destinadas a conservar los equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento (García, 2012).

Dentro de los objetivos que tiene el mantenimiento para cumplir la función de asegurar la confiabilidad de los equipos que se tienen en una empresa, se pueden mencionar los siguientes:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos
- Maximización de la vida de la máquina.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Evitar paradas de máquinas que ocasionen tiempos muertos en los trabajos que se realizan.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación (Molina, 2015).

Por lo mencionado anteriormente el mantenimiento se considera un aspecto de gran relevancia en todo proceso de producción en las empresas para que se pueda planificar de manera adecuada actividades de detección y prevención de fallas de las máquinas para así poder garantizar un flujo continuo de las operaciones productivas sin tiempos muertos.

Un plan de mantenimiento preventivo debe considerarse como una inversión a mediano y largo plazo que evita gastos innecesarios en la reparación o daño total de equipos (Olartec, 210).

## **2.2. Tipos de mantenimiento**

### **2.2.1. Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo consiste en pronosticar el momento en el que se producirá una falla en el equipo reemplazando y reparando partes o componentes antes que empiecen a malograrse y ocasionar una parada inesperada.

Para su correcto funcionamiento de este tipo de plan de mantenimiento se tiene que analizar las operaciones de mantenimiento de manera periódica mediante controles realizados a los distintos equipos que se tiene en una empresa.

Dentro de los controles que se deben llevar a cabo en el mantenimiento predictivo se consideran las lecturas de distintas variables de las máquinas de manera que se tenga un registro

histórico de relación entre la variable seleccionada y la vida útil del componente; logrando conocer los límites de todas las variables en un equipo para proceder con el cambio antes de llegar a su límite máximo donde se producirá la avería (Labaien, 2009).

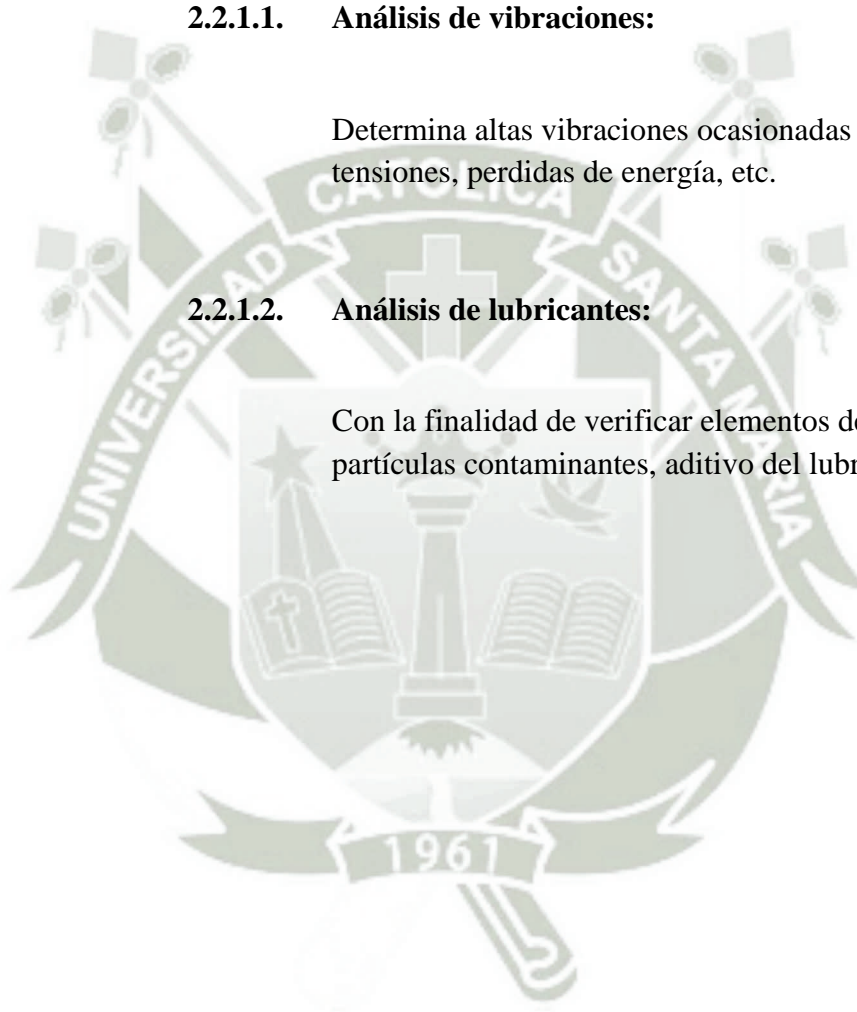
Algunas técnicas que se aplican a este tipo de mantenimiento son:

**2.2.1.1. Análisis de vibraciones:**

Determina altas vibraciones ocasionadas por esfuerzos, tensiones, pérdidas de energía, etc.

**2.2.1.2. Análisis de lubricantes:**

Con la finalidad de verificar elementos de desgaste, partículas contaminantes, aditivo del lubricante, etc.



### 2.2.1.3. Análisis por ultrasonidos:

Estudia las ondas sonoras que con elevada frecuencia que pueden ocasionar fricción, fugas, pérdidas en vacío, etc (Labaien, 2009).

### 2.2.2. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo está definido como el conjunto de actividades que se realizan después del fallo de un bien, o deterioro de su función, para permitir que cumpla con su aplicación, al menos, de manera provisional.

A pesar de que exista un mantenimiento preventivo con la finalidad de evitar fallas, siempre existirá un mantenimiento correctivo ya que no se puede determinar en qué momento puede existir un deterioro, esto es imprevisto. Sin embargo, se espera poder reducir al máximo el costo del mantenimiento correctivo para poder generar un margen de ingreso mayor.

En el siguiente gráfico se observa el progreso de degradación de un material cuando se realiza una política de mantenimiento correctivo

### 2.2.3. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza antes que ocurra una falla o avería. Su finalidad es poder reducir los incidentes y las paradas de máquinas.

Dentro del mantenimiento preventivo se puede considerar algunas acciones indispensables para su correcta planificación como realizar reemplazos de los repuestos de los equipos que se encuentran llegando al límite de su vida útil, actualizaciones de los sistemas de las máquinas para evitar demoras o retrasos por programas desfasados, inspecciones y/o evaluaciones del funcionamiento de los equipos para determinar la probabilidad de falla de los mismos.

Este tipo de mantenimiento presenta diferentes beneficios reflejados en las empresas que lo aplican como:

Reducir las fallas y tiempos muertos, lo que incrementa la disponibilidad de uso del equipo.

Incrementa la vida útil de los equipos haciendo que la empresa no tenga que incurrir en costos por adquisición de nuevos equipos por daño del mismo.

Reduce los niveles de inventario debido a que existe un proceso con un flujo continuo donde ingresan las materias primas y salen los productos.

El ahorro es evidente en las empresas ya que los equipos funcionan eficientemente y generan una producción efectiva (SIMA, 2010).

Así mismo se debe considerar ciertos aspectos que influyen en las empresas al aplicar el plan de mantenimiento preventivo, los cuales generan un mayor beneficio económico y tiempo productivo. A continuación, se mencionan los factores:

- **Codificación:** es un sistema eficaz al momento de identificar los equipos que se tienen en una determinada empresa. Además, proporciona un registro histórico de los mantenimientos realizados brindando más información sobre los repuestos, consumibles y todos los recursos utilizados para cada mantenimiento realizado.
- **Seguridad:** es considerado un factor imprescindible, ya que tener las medidas de seguridad apropiadas para cada actividad a realizar en los distintos mantenimientos garantiza reducir tiempo perdido por un accidente.
- **Medioambiente:** con una adecuada gestión de los residuos generados en la realización de los mantenimientos se permite el ahorro de dinero mejorando la rentabilidad.
- **Almacén:** los repuestos que son necesarios usuales en los mantenimientos deben estar expuestos en una consignación de manera que esto genere menor gasto en transporte y almacenaje
- **Documentación:** es indispensable contar con la documentación adecuada que sea de fácil acceso a la hora de realizar las actividades

programadas de mantenimiento, así como para controlar el registro de los mismos. Todo esto genera una mejora en los tiempos de ejecución.

- GMAO: se refiere al programa de gestión de mantenimiento, el cual no es necesario que sea sofisticado y caro, pero si debe ser ordenado consideran parámetros necesarios. A demás se debe considerar la identificación de equipos, repuestos y consumibles necesarios para el mantenimiento y documentación.
- Relación entre departamentos: es necesario e importante tener una comunicación efectiva entre con los disntintos departamentos de la empresa para que exista apoyo y pueda realizarse el mantenimiento adecuado en el momento preciso.
- Formación: es necesario mantener al personal informado y actualizado con la finalidad de poder realizar y comprender el trabajo, lo cual ayuda a mejorar la disposición del empleado y aumentar su motivación puesto que percibirá que la empresa invierte en él para que tenga todos los medios a su alcance para realizar un trabajo óptimo (Partida, 2012).

#### 2.2.4. Mantenimiento centrado en la confiabilidad

El RCM o mantenimiento centrado en la confiabilidad es un proceso que, por medio de la información obtenida de los equipos como la criticidad o el análisis de fallas permite determinar la actividad más efectiva de mantenimiento.

El RCM integra las técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo y reactivo de manera que incrementa la probabilidad de que un equipo pueda funcionar de manera adecuada contando con el mínimo mantenimiento, lo que incurre en bajos costos.

Para el análisis del RCM se tiene que considerar algunos aspectos como: las funciones del equipo, las fallas que presenta el equipo, la causa o modo de falla, los efectos de la falla y las consecuencias que produce (Ingeniería de confiabilidad, 2015).

Para un efectivo mantenimiento basado en la confiabilidad se debe realizar el análisis de la criticidad de los equipos; con el cual permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, teniendo en cuenta la influencia que tienen respecto a un proceso o actividad con la finalidad de facilitar la toma de decisiones.

Para llevar a cabo este análisis se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

Dentro de los criterios que se pueden establecer para el análisis de criticidad se mencionan:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operacionales y de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar
- Frecuencia de falla

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{frecuencia} \times \text{consecuencia}$$

Donde la frecuencia se refiere al número de eventos o fallas que presenta proceso y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

Por lo tanto, al tener un adecuado análisis de criticidad de los equipos se puede establecer un plan de mantenimiento eficiente priorizando la programación y ejecución de las órdenes de trabajo en una empresa. Además, este análisis permite evitar demoras, fallas, tiempos muertos, etc. generando una línea de producción continua (Ingeniería de confiabilidad, 2015).

### 2.3. Aplicación del SAP

Existen distintos programas que se utilizan de apoyo en la aplicación de distintos mantenimientos en una empresa.

Para este estudio se analizará al SAP, como herramienta de apoyo para gestionar los mantenimientos que es un software que contiene distintos módulos de trabajo para la gestión total de una empresa.

En el caso de la programación y planificación de mantenimientos se tiene el módulo PM donde se puede crear distintas órdenes de servicio para cada plan de mantenimiento, en las cuales se incluyen una lista de actividades con sus respectivos tiempos planificados. Además, permite llevar un adecuado control y registro de todo lo realizado a todos los equipos y su historial de fallas.

### 2.4. Análisis de averías

Las averías o fallas son progresivas o acumulativas lo cual genera un daño mayor u inoperatividad, las cuales pueden ser previstas (existe noción de ocurrencia, pero no se toma alguna acción preventiva) o imprevistas (son inesperadas e imposibles de evitar).

Las averías pueden ser causa de un diseño deficiente, material defectuoso, proceso deficiente, errores de montaje, mantenimiento deficiente, etc.

Por lo mencionado anteriormente y con la finalidad de minimizar las averías o problemas futuros de los equipos es que se realiza el análisis de averías. Este análisis determina las causas primarias y secundarias por las que se produjo una avería; así como las condiciones en las que se presentó.

En la programación del mantenimiento es un tema importante para el desarrollo y mejora de actividades sistematizando e implementando metodologías que permiten minimizar riesgos y la probabilidad ocurrencia de un evento que genere una pérdida (SENATI, 2007).



## CAPITULO III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA KMC

### 3.1. Historia de la empresa

La empresa Joy Global Perú S.A es un proveedor a nivel mundial de soluciones de minería de alta productividad que fabrica y comercializa equipos originales, repuestos y servicios para la industria minera. Fue fundada en 1884 por Alonzo Pawling y Henry Harnischfeger con su primer taller de máquinas en Milwaukee, Wisconsin. Poco a poco se fueron expandiendo por distintos países del mundo alcanzando una competitividad global alta en el mercado.

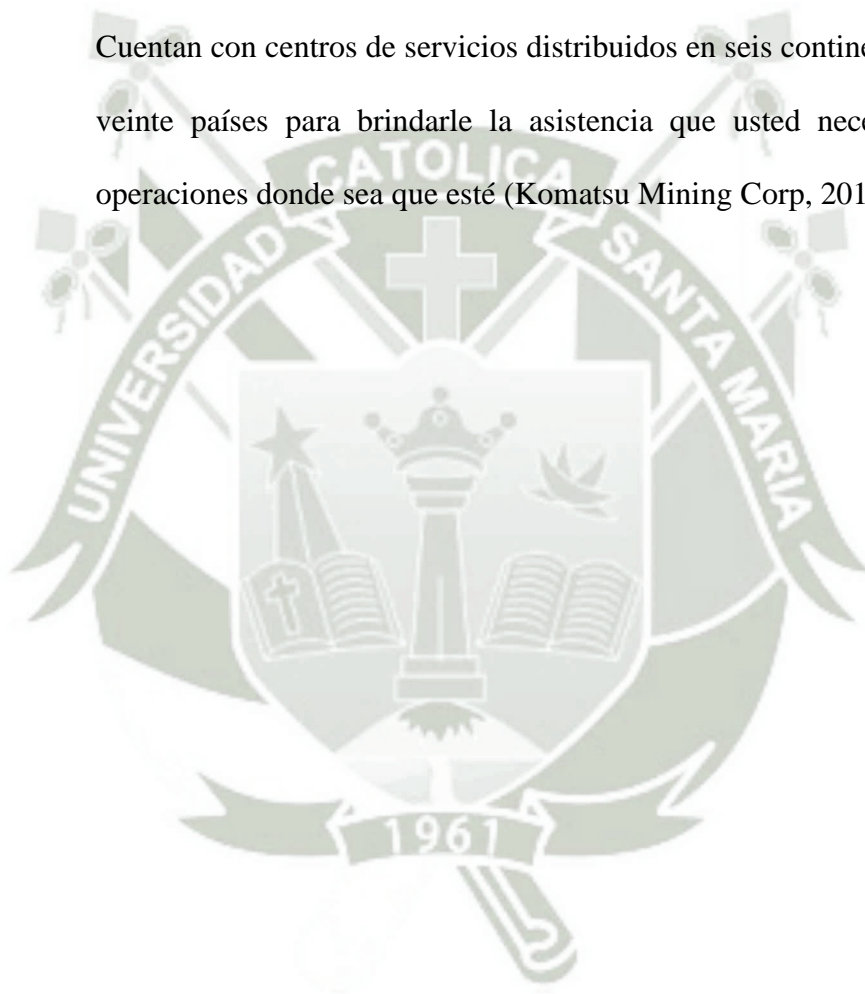
Después de unos años, se inaugura el taller La Joya en Arequipa para brindar servicios de reparación a los componentes de equipos de las mineras en Perú; además de ensamblar productos como palas, cargadores, perforadoras, etc. para las distintas minas del país.

Recientemente, Komatsu finalizó la adquisición oficial de Joy Global con la finalidad de ampliar servicios, tecnologías y soluciones para brindar un mejor servicio a los clientes.

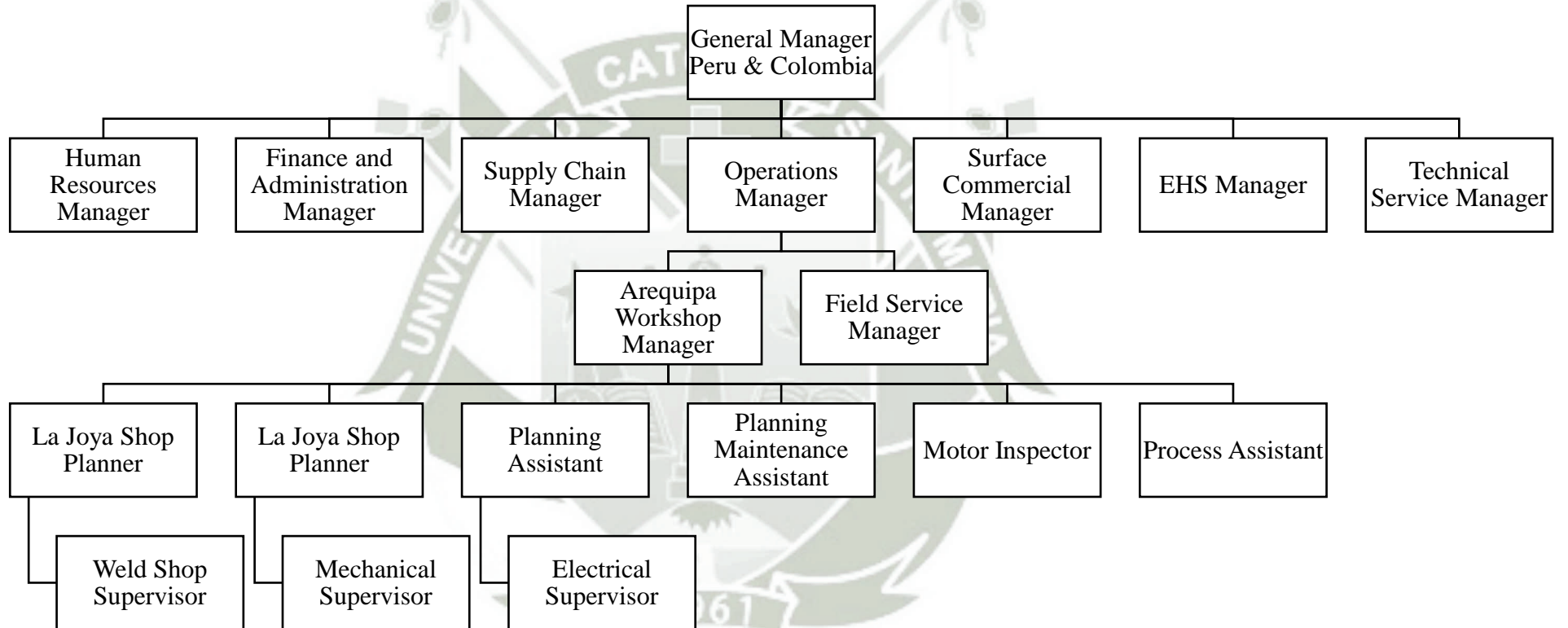
Joy Global Perú S.A pasó a llamarse Komatsu Mining Corp (KMC) el pasado 05 de mayo del 2017 y la integración de ambas empresas se daría durante algunos años.

Hoy en Komatsu Mining Corp. ofrecen un rango completo de servicios de posventa con valor agregado, y están comprometidos a ayudar a extraer minas y minerales al menor costo posible para sus clientes. Emplean un abordaje de estrategias de Gestión del ciclo de vida útil (Life Cycle Management), que prioriza la prestación de servicios continuos y excepcionales de soporte al cliente.

Cuentan con centros de servicios distribuidos en seis continentes y más de veinte países para brindarle la asistencia que usted necesita para sus operaciones donde sea que esté (Komatsu Mining Corp, 2017).



### 3.2. Organigrama de la empresa



### 3.3. Misión

Asociarse directamente con sus clientes para ayudarles a alcanzar la meta de daño cero, el nivel máximo de producción y el costo de ciclo de vida útil más bajo para sus operaciones mineras, haciendo de cada cliente una referencia (Komatsu Mining Corp, 2017).

### 3.4. Visión

Ser una empresa de servicios de clase mundial que entrega los productos, soluciones y sistemas más confiables y productivos para resolver los desafíos más complejos de la minería (Komatsu Mining Corp, 2017).

### 3.5. Valores

#### 3.5.1. Integridad

Tenemos un compromiso inquebrantable con la ética y el daño cero. Nos cuidamos unos a otros, así como a nuestro medioambiente y a las comunidades donde vivimos y trabajamos.

#### 3.5.2. Respeto

Tenemos una gran estima por nuestros compañeros de trabajo, nuestros clientes y las industrias donde brindamos servicios.

#### 3.5.3. Diversidad

Apreciamos nuestras diferencias y atesoramos la diversidad de perspectivas, culturas y experiencias.

### **3.5.4. Trabajo en equipo**

Trabajamos juntos para lograr resultados y resolver los desafíos más difíciles. Sabemos que gracias a la colaboración, el conjunto es más grande que la suma de sus partes.

### **3.5.5. Confiabilidad**

Nos proyectamos teniendo como fundamento la responsabilidad y la participación personal. Hacemos lo que decimos.

### **3.5.6. Desempeño**

Tenemos una tradición innovadora que nos enorgullece, continuamente mejorando y generando resultados. Lo que se puede decir sobre nuestros servicios, productos y procesos, también se puede decir sobre nosotros: buscamos siempre ser los mejores (Komatsu Mining Corp, 2017).

## CAPITULO IV. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA KMC

### 4.1. Descripción y codificación de equipos por taller

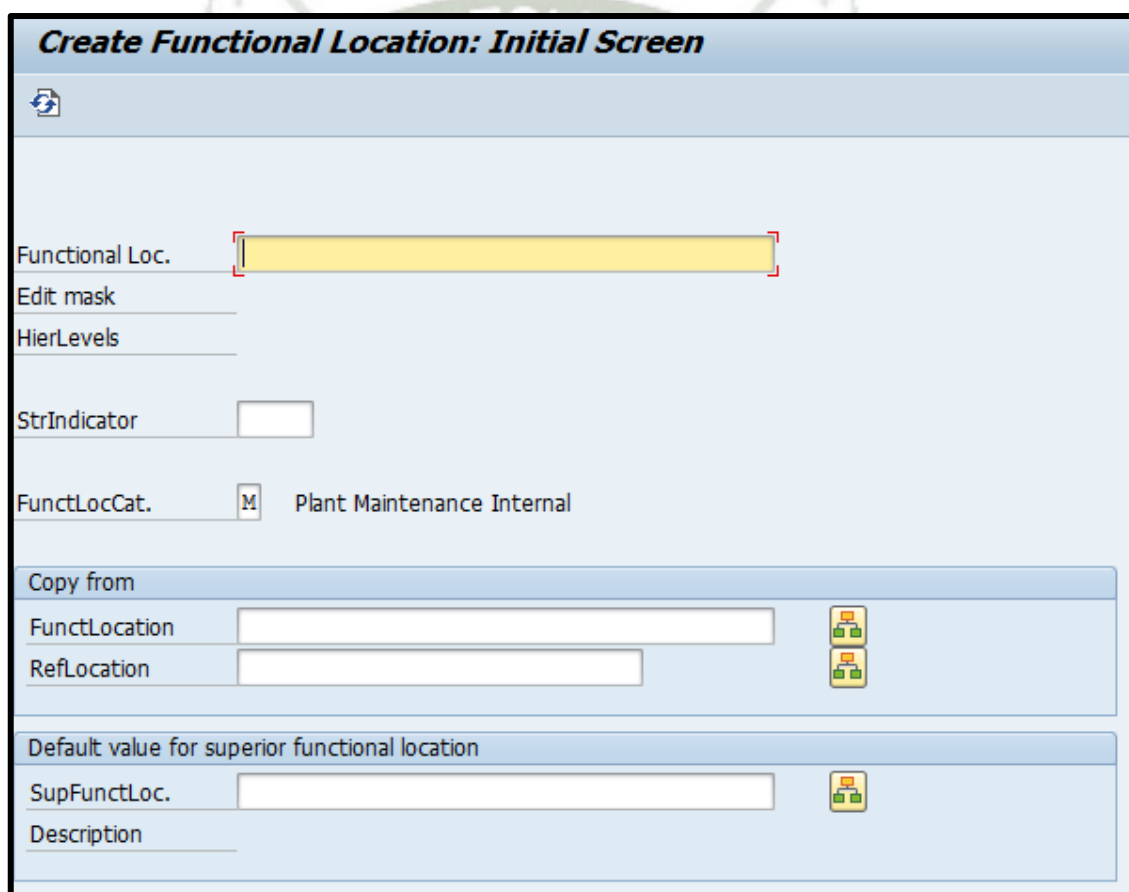
En el C.S. La Joya, como se mencionó anteriormente, se tiene tres talleres en los cuales se realizan las reparaciones y/o fabricaciones de los componentes que envían los clientes.

Los equipos que se tienen en los talleres no presentaban una codificación por lo que fue necesario generarla por medio del software SAP ERP de manera que permita el registro y/o inventarios de los equipos; así como el vínculo de cada uno con su documentación e información técnica. A continuación, se muestran las etapas o procesos seguidos para la obtención de los equipos codificados.

#### 4.1.1. Etapa 1: Creación de localizaciones funcionales

Antes de generar los equipos se realiza la creación de las ubicaciones existentes en el taller, las cuales ya se encontraban generadas anteriormente en la **transacción IL01**.<sup>1</sup>

*Figura 1: Crear localización funcional*



**Create Functional Location: Initial Screen**

Functional Loc.


Edit mask \_\_\_\_\_


HierLevels \_\_\_\_\_

StrIndicator


FunctLocCat.  Plant Maintenance Internal

Copy from

FunctLocation  

RefLocation  

Default value for superior functional location

SupFunctLoc.  

Description \_\_\_\_\_

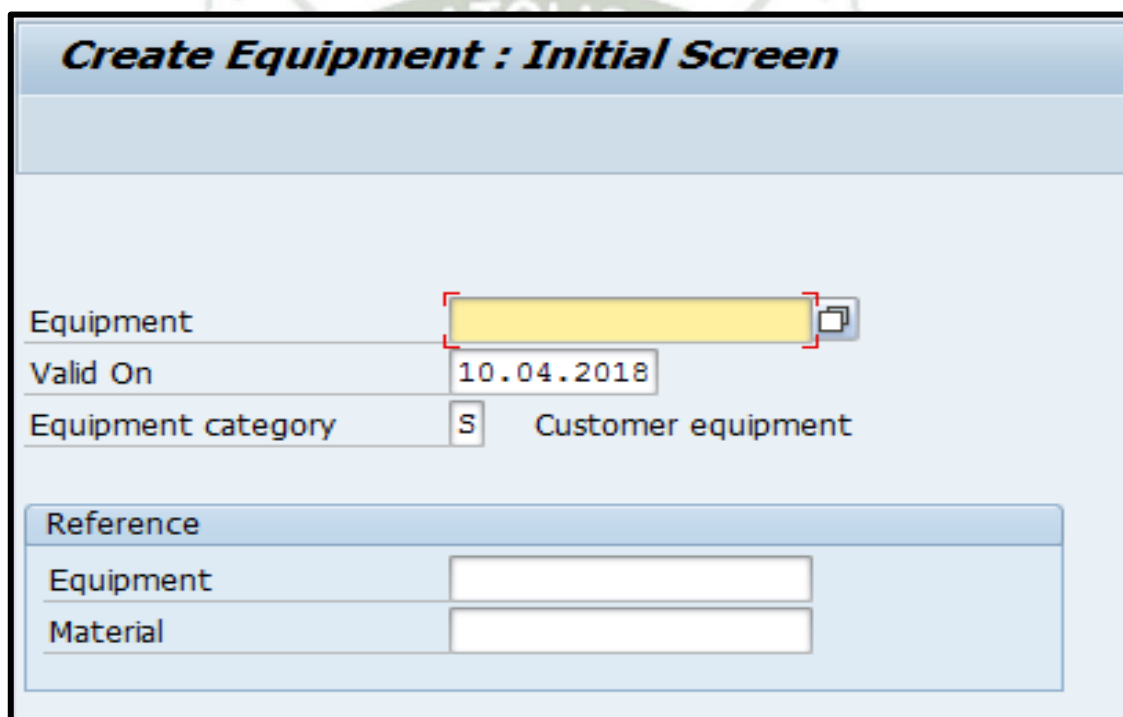
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

<sup>1</sup> SAP ERP 6.0 Production System (2017)

#### 4.1.2. Etapa 2: Crear equipos

Para generar los códigos de los equipos se ingresa a la **transacción IE01**, en caso de tener equipos ya creados se pueden tomar como referencia ingresando el código del mismo, de lo contrario se debe considerar un nuevo equipo.

*Figura 2: Crear equipo*



Create Equipment : Initial Screen	
Equipment	<input type="text"/>
Valid On	10.04.2018
Equipment category	S Customer equipment
Reference	
Equipment	<input type="text"/>
Material	<input type="text"/>

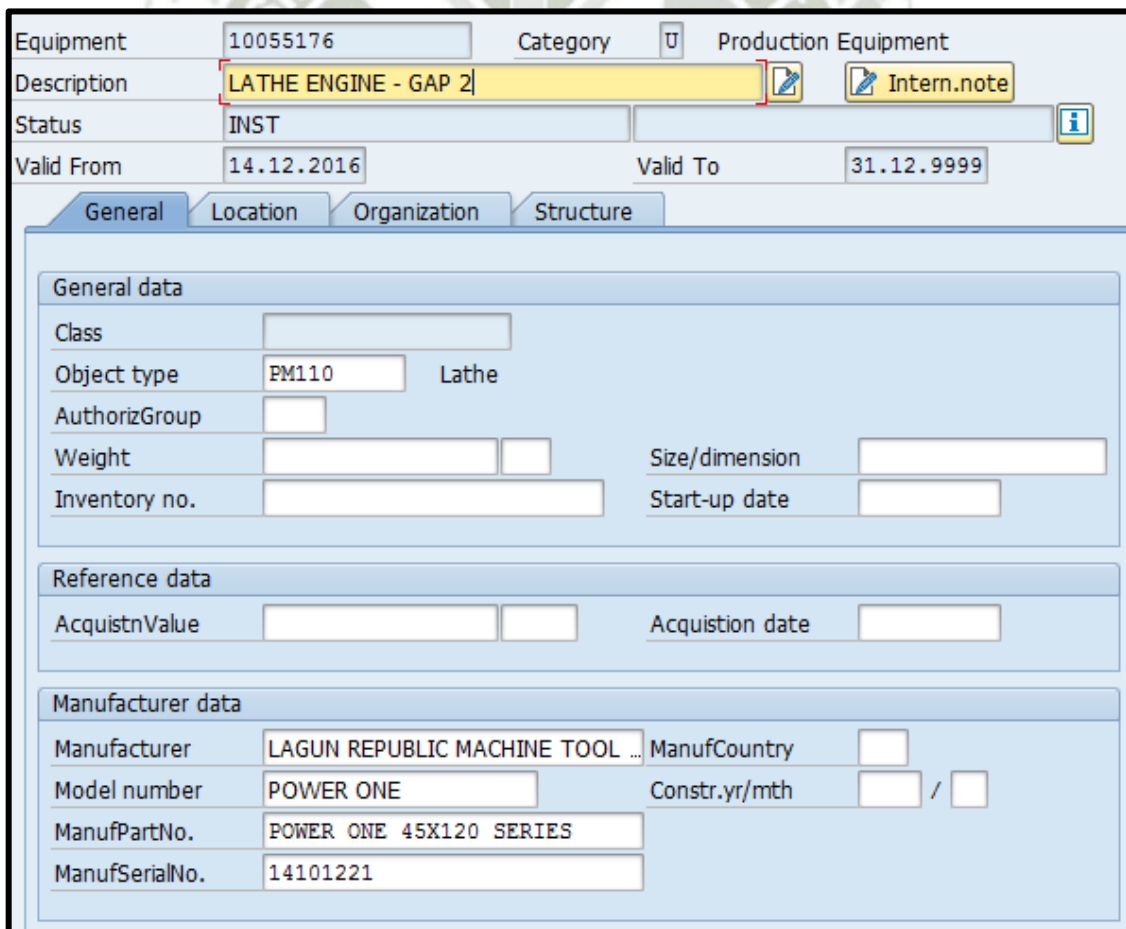
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

### 4.1.3. Etapa 3: Completar Generalidades del equipo

Cada equipo en el sistema necesita contener información como: descripción del equipo, modelo, número de serie, etc.

Con ello se puede identificar de forma más óptima al equipo que se está refiriendo, de manera que se tiene una idea más clara de sus características para un tema de compra de repuestos o identificación del proveedor que lo proporcionó.

*Figura 3: Generalidades del equipo*



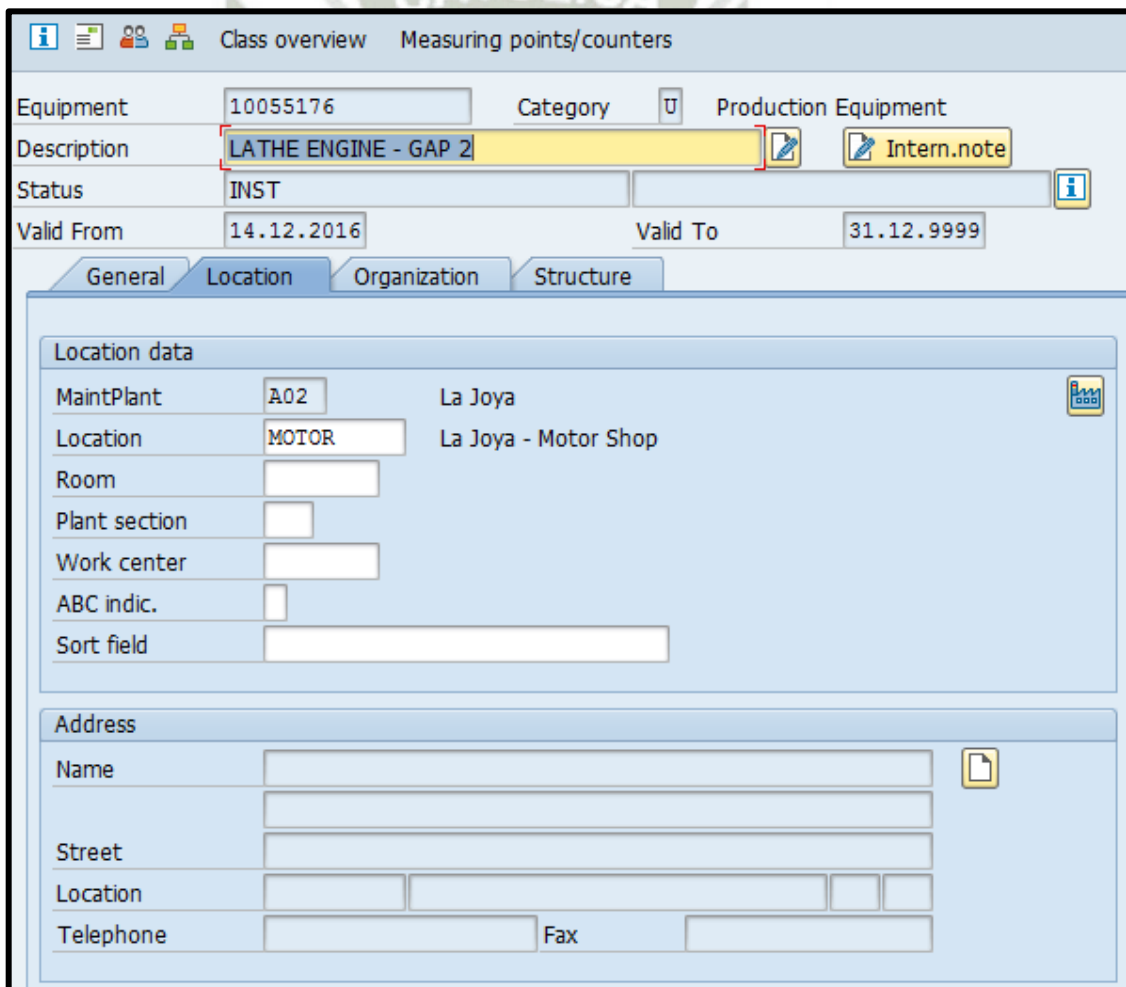
Equipment	10055176	Category	U	Production Equipment
Description	LATHE ENGINE - GAP 2			Intern.note
Status	INST			
Valid From	14.12.2016	Valid To	31.12.9999	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>General</span> <span>Location</span> <span>Organization</span> <span>Structure</span> </div>				
General data				
Class				
Object type	PM110	Lathe		
AuthorizGroup				
Weight		Size/dimension		
Inventory no.		Start-up date		
Reference data				
AcquistnValue		Acquistion date		
Manufacturer data				
Manufacturer	LAGUN REPUBLIC MACHINE TOOL ...	ManufCountry		
Model number	POWER ONE	Constr.yr/mth		
ManufPartNo.	POWER ONE 45X120 SERIES			
ManufSerialNo.	14101221			

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

#### 4.1.4. Etapa 4: Localización de equipo

Es indispensable tener claro donde se localiza el equipo que se creó para que al momento de asignar un mantenimiento se pueda identificar más rápido. Por ello se debe completar el centro de trabajo al que corresponde.

*Figura 4: Localización del equipo*



The screenshot displays the SAP ERP 6.0 Production System interface for configuring equipment location. The main data fields are as follows:

Equipment	10055176	Category	Production Equipment
Description	LATHE ENGINE - GAP 2		Intern.note
Status	INST		
Valid From	14.12.2016	Valid To	31.12.9999

The 'Location' tab is active, showing the following 'Location data' fields:

MaintPlant	A02	La Joya
Location	MOTOR	La Joya - Motor Shop
Room		
Plant section		
Work center		
ABC indic.		
Sort field		

The 'Address' section contains the following fields:

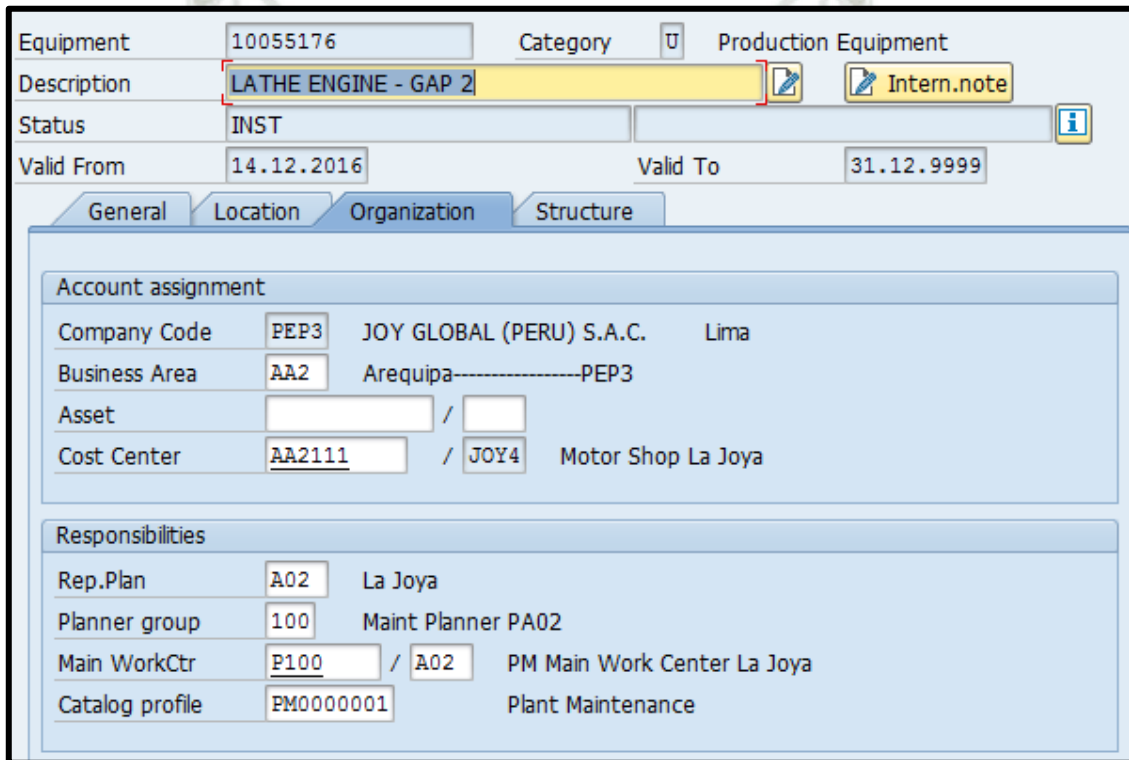
Name	
Street	
Location	
Telephone	Fax

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

#### 4.1.5. Etapa 5: Organización del equipo

Todo activo debe considerar una determinada área de trabajo a la cual se le asigna, en este caso Arequipa y un centro al que se cargarán los costos de los mantenimientos realizados.

*Figura 5: Organización del equipo*



The screenshot displays the SAP ERP 6.0 Production System interface for equipment organization. The top section shows general equipment data: Equipment ID 10055176, Category U (Production Equipment), Description LATHE ENGINE - GAP 2, Status INST, Valid From 14.12.2016, and Valid To 31.12.9999. Below this, the 'Organization' tab is active, showing account assignment and responsibilities.

Account assignment			
Company Code	PEP3	JOY GLOBAL (PERU) S.A.C.	Lima
Business Area	AA2	Arequipa	PEP3
Asset		/	
Cost Center	AA2111	/ JOY4	Motor Shop La Joya

Responsibilities			
Rep.Plan	A02	La Joya	
Planner group	100	Maint Planner PA02	
Main WorkCtr	P100	/ A02	PM Main Work Center La Joya
Catalog profile	PM0000001		Plant Maintenance

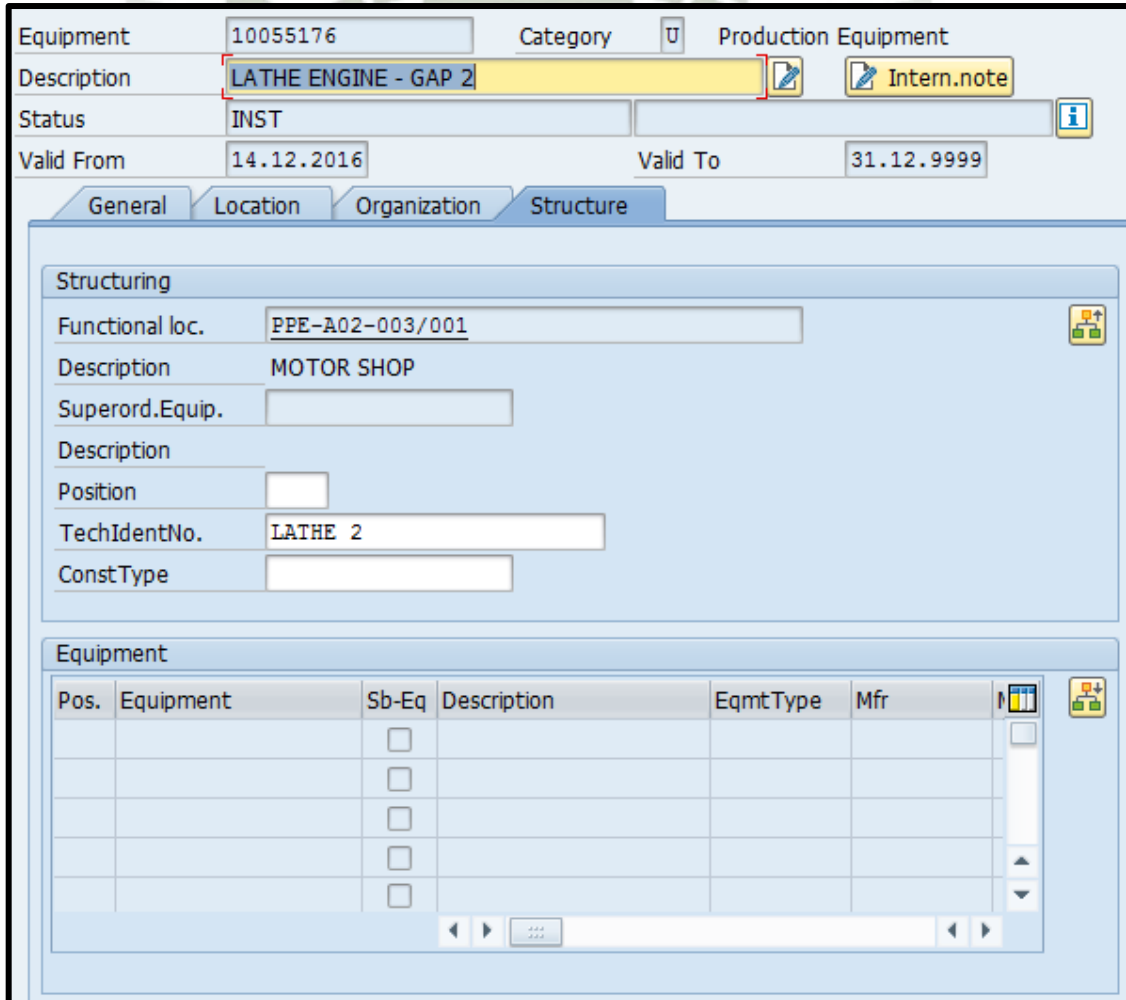
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

#### 4.1.6. Etapa 6: Estructura del equipo

Cada equipo debe ir asignado a una localización funcional, la cual ya se creó en las anteriores etapas, por lo que sólo queda asociarlo.

Esto permitirá que todo se encuentre correlacionado y la información esté a disposición de todos los usuarios.

*Figura 6: Estructura del equipo*



Equipment: 10055176    Category: Production Equipment

Description: LATHE ENGINE - GAP 2    Intern.note

Status: INST

Valid From: 14.12.2016    Valid To: 31.12.9999

General    Location    Organization    **Structure**

**Structuring**

Functional loc.: PPE-A02-003/001

Description: MOTOR SHOP

Superord.Equip.:

Description:

Position:

TechIdentNo.: LATHE 2

ConstType:

**Equipment**

Pos.	Equipment	Sb-Eq	Description	EqmtType	Mfr
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

Luego de haber realizado todas las etapas para la creación de equipos y codificación en el SAP, se obtiene un total de 131 equipos, de los cuales 35 pertenecen al taller eléctrico, 28 al taller mecánico, 55 al taller estructural y 13 al taller general.

A continuación, se detalla la lista de equipos con sus respectivas localizaciones y códigos SAP de cada taller como se observa en la **Tabla 1**, **Tabla 2**, **Tabla 3** y **Tabla 4**.



#### 4.1.7. Codificación de equipos Taller eléctrico

*Tabla 1: Codificación equipos Taller Eléctrico*

N°	Equipo	Localización funcional	Código SAP
1	Blast Cabinet	PPE-A02-003/001	10055171
2	Torno 40 x 120	PPE-A02-003/001	10055176
3	Press drill 5/8	PPE-A02-003/001	10055179
4	Grinder Pedestal 8"	PPE-A02-003/001	10055181
5	Grinder Bench 8 #1	PPE-A02-003/001	10055183
6	VPI System	PPE-A02-003/001	10055188
7	Balancing machine	PPE-A02-003/001	10055190
8	Saw Cut Zip	PPE-A02-003/001	10055191
9	Banding machine	PPE-A02-003/001	10055192
10	Automatic undercutter	PPE-A02-003/001	10055193
11	Máquina de soldadura TIG	PPE-A02-003/001	10055194
12	Stand de rebobinado de armadura #1	PPE-A02-003/001	10055195
13	Stand de rebobinado de armadura #2	PPE-A02-003/001	10055196
14	Shears manual	PPE-A02-003/001	10055197
15	Crimping machine hydraulic	PPE-A02-003/001	10055198
16	Resistance welding clamps/brassing machine	PPE-A02-003/001	10055199
17	Horno secador 2	PPE-A02-003/001	10055200
18	Booth Paint	PPE-A02-003/001	10055230
19	Calentador de rodamientos	PPE-A02-003/001	10055208
20	Wedge Cutting Table	PPE-A02-003/001	10055201
21	Test Stand Motor	PPE-A02-003/001	10055235
22	Test Stand T - Slot flooring for motor	PPE-A02-003/001	10055237
23	Tester Core Loss	PPE-A02-003/001	10055238
24	Saw Band	PPE-A02-003/001	10055252
25	Crane 11 jib 2-ton column mounted	PPE-A02-003/001	10055253
26	Crane 12 jib 2-ton column mounted	PPE-A02-003/001	10055254
27	Crane 13 jib 2-ton column mounted	PPE-A02-003/001	10055255
28	Crane 14 jib 2-ton column mounted	PPE-A02-003/001	10055256
29	Crane 15 jib 2-ton column mounted	PPE-A02-003/001	10055257
30	Crane 16 jib 2-ton column mounted	PPE-A02-003/001	10055258
31	Crane 7 jib 5-ton	PPE-A02-003/001	10055275
32	Crane 1 overhead 32	PPE-A02-003/001	10055276
33	Crane 2 overhead 32	PPE-A02-003/001	10055277
34	Smoke Extractor Wall	PPE-A02-003/001	10057274
35	Smoke Extractor	PPE-A02-003/001	10057353

*Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

**Elaboración propia (03 de enero del 2018)**

#### 4.1.8. Codificación equipos Taller Mecánico

*Tabla 2: Codificación equipos Taller Mecánico*

N°	Equipo	Localización funcional	Código SAP
1	Mill Table Top HBM	PPE-A02-004.001	10055174
2	Torno 45 x 120	PPE-A02-004.001	10055175
3	Drill Radial	PPE-A02-004.001	10055177
4	Mill Horizontal Machine	PPE-A02-004.001	10055178
5	Honing Machine – Sunnen	PPE-A02-004.001	10055187
6	Press Vertical 200	PPE-A02-004.001	100551206
7	Test Stand Snubrite	PPE-A02-004.002	10055234
8	Boring Machine	PPE-A02-004.001	10058498
9	Limpiador a vapor	PPE-A02-004.002	10055168
10	Lavadora de partes	PPE-A02-004.002	10055169
11	Horno secador	PPE-A02-004.002	10055172
12	Horno quemador	PPE-A02-004.002	10055173
13	Press Drill ¾	PPE-A02-004.002	10055180
14	Grinder Pedestal 8" #2	PPE-A02-004.002	10055184
15	Banco ensamble de cilindro hidráulico	PPE-A02-004.002	10055204
16	Banco pruebas de cilindro hidráulico	PPE-A02-004.002	10055205
17	Brake Repair Stand	PPE-A02-004.002	10055212
18	Booth Wash	PPE-A02-004.002	10055229
19	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #3	PPE-A02-004.001	10055278
20	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #4	PPE-A02-004.001	10055279
21	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #17	PPE-A02-004.002	10055259
22	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #18	PPE-A02-004.002	10055260
23	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #19	PPE-A02-004.002	10055261
24	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #20	PPE-A02-004.002	10055262
25	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #21	PPE-A02-004.002	10055263
26	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #22	PPE-A02-004.002	10055264
27	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #23	PPE-A02-004.002	10055265
28	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #24	PPE-A02-004.001	10055266

*Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

**Elaboración propia (03 de enero del 2018)**

#### 4.1.9. Codificación equipos Taller Estructural

Tabla 3: Codificación equipos Taller Estructural

N°	Equipo	Localización funcional	Código SAP
1	Air Cleaner 11000 CFM #1 flowtron	PPE-A02-005.001	10055214
2	Air Cleaner 11000 CFM #2 flowtron	PPE-A02-005.001	10055215
3	Air Cleaner 11000 CFM #3 flowtron	PPE-A02-005.001	10055216
4	Air Cleaner 11000 CFM #4 flowtron	PPE-A02-005.001	10055217
5	Air Cleaner 11000 CFM #5 flowtron	PPE-A02-005.001	10055218
6	Air Cleaner 11000 CFM #6 flowtron	PPE-A02-005.001	10055219
7	Air Cleaner 11000 CFM #7 flowtron	PPE-A02-005.001	10055220
8	Air Cleaner 11000 CFM #8 flowtron	PPE-A02-005.001	10055221
9	Air Cleaner 11000 CFM #9 flowtron	PPE-A02-005.001	10055222
10	Air Cleaner 11000 CFM #10 flowtron	PPE-A02-005.001	10055223
11	Air Cleaner 11000 CFM #11 flowtron	PPE-A02-005.001	10055224
12	Air Cleaner 11000 CFM #12 flowtron	PPE-A02-005.001	10055225
13	Air Cleaner 11000 CFM #13 flowtron	PPE-A02-005.001	10055226
14	Bug - O Welding car	PPE-A02-005.001	10055231
15	Máquina de soldadura Mig #1	PPE-A02-005.001	10057272
16	Máquina de soldadura Mig #2	PPE-A02-005.001	10057276
17	Máquina de soldadura Mig #3	PPE-A02-005.001	10057278
18	Máquina de soldadura Mig #4	PPE-A02-005.001	10057279
19	Máquina de soldadura Mig #5	PPE-A02-005.001	10057280
20	Máquina de soldadura Mig #6	PPE-A02-005.001	10057281
21	Máquina de soldadura Mig #7	PPE-A02-005.001	10057282
22	Máquina de soldadura Mig #8	PPE-A02-005.001	10057283
23	Máquina de soldadura Mig #9	PPE-A02-005.001	10057284
24	Máquina de soldadura Mig #10	PPE-A02-005.001	10057285
25	Máquina de soldadura Mig #11	PPE-A02-005.001	10057286
26	Máquina de soldadura Mig #12	PPE-A02-005.001	10057287
27	Máquina de soldadura Mig #13	PPE-A02-005.001	10057288
28	Máquina de soldadura Mig #14	PPE-A02-005.001	10057289
29	Máquina de soldadura Mig #15	PPE-A02-005.001	10057290
30	Wire Feeder #1	PPE-A02-005.001	10057294
31	Wire Feeder #2	PPE-A02-005.001	10057295
32	Wire Feeder #3	PPE-A02-005.001	10057296
33	Wire Feeder #4	PPE-A02-005.001	10057297
34	Wire Feeder #5	PPE-A02-005.001	10057298
35	Wire Feeder #6	PPE-A02-005.001	10057299
36	Wire Feeder #7	PPE-A02-005.001	10057300
37	Wire Feeder #8	PPE-A02-005.001	10057301
38	Wire Feeder #9	PPE-A02-005.001	10057303
39	Wire Feeder #10	PPE-A02-005.001	10057304
40	Wire Feeder #11	PPE-A02-005.001	10057305
41	Wire Feeder #12	PPE-A02-005.001	10057306
42	Wire Feeder #13	PPE-A02-005.001	10057307
43	Wire Feeder #14	PPE-A02-005.001	10057308
44	Wire Feeder #15	PPE-A02-005.001	10057309
45	Smoke Extractor	PPE-A02-005.001	10057317
46	Booth Sandblast / Paint	PPE-A02-005.002	10055228
47	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #5	PPE-A02-005.001	10055280
48	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #6	PPE-A02-005.001	10055281
49	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #25	PPE-A02-005.001	10055267
50	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #26	PPE-A02-005.001	10055268
51	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #27	PPE-A02-005.001	10055269
52	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #28	PPE-A02-005.001	10055270
53	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #29	PPE-A02-005.001	10055271
54	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #30	PPE-A02-005.001	10055272
55	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #31	PPE-A02-005.001	10055273

Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017)

Elaboración propia (03 de enero del 2018)

#### 4.1.11. Codificación equipos Taller General

*Tabla 4: Codificación equipos Taller General*

N <sup>o</sup>	Equipo	Localización funcional	Código SAP
1	Montacargas CAT	PPE-A02	10057325
2	Aire acondicionado #1	PPE-A02-001/001	10057220
3	Aire acondicionado #2	PPE-A02-001/001	10057221
4	Montacarga manual	PPE-A02-002/001	10055211
5	Scale	PPE-A02-002/001	10055248
6	Racks	PPE-A02-002/001	10055251
7	Sistema de compresor de aire	PPE-A02-008	10055245
8	Sistema de compresor de aire	PPE-A02-008	10057310
9	Water Pump	PPE-A02-900	10057311
10	Water Pump	PPE-A02-900	10057312
11	Water Pump	PPE-A02-900	10057313
12	Sistema contra incendios	PPE-A02-900	10057314
13	Grupo electrógeno 800 - GED-001	PPE-A02-900	10057315

*Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

**Elaboración propia (03 de enero del 2018)**

## 4.2. Determinación de componentes y procesos de reparaciones

En KMC cuentan con la línea P&H y la no P&H, los cuales comprenden componentes de diferentes marcas.

A continuación, se detallan los componentes reparables por taller y sus procedimientos dependiendo del tipo de componente.

### 4.2.1. Taller eléctrico

Los componentes de la línea P&H que se reparan son:

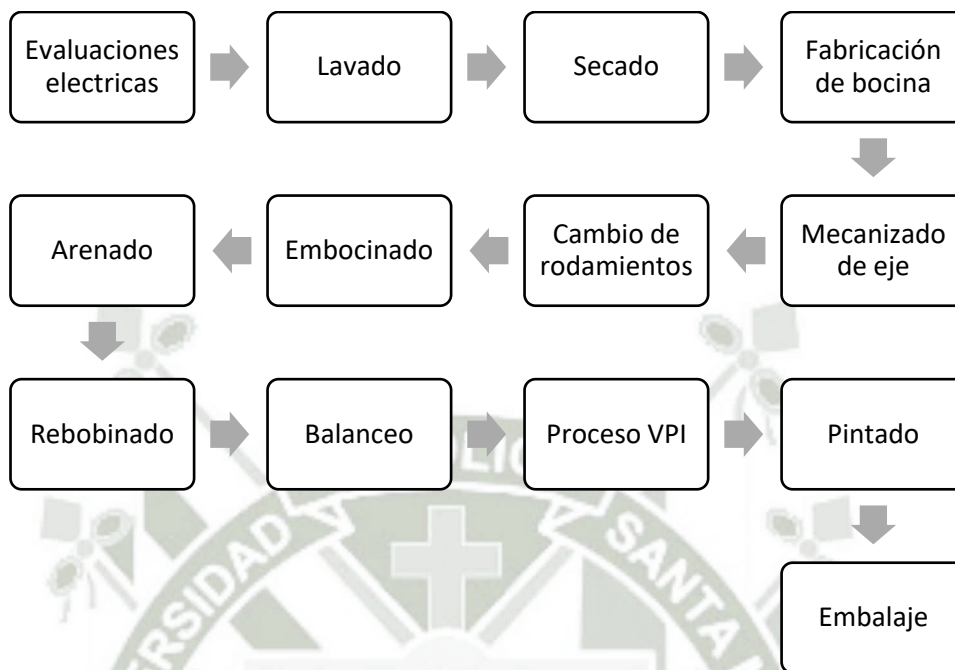
- *“Motor Blower”*,
- Transformador principal y auxiliar
- Colector de anillos
- Alternador principal
- Motor J2, *“Rotary”*
- *“Hoist, Crowd”*
- *“Propel”*
- *“Swing”*
- Generador
- Motor SR B60
- *“Cabinet Converter”*
- *“Dipper Trip”*
- *“Air Compressor”*

Mientras que los componentes de la línea no P&H son:

- Motor Toshiba
- Siemens, Hazleton
- Toyo, Crompton
- CAT, Reuland
- Marathon, Weg
- Teco
- Leroy Somer
- Sew
- “Wheel Motor”, etc

Las reparaciones de los componentes mencionados anteriormente comprenden algunas operaciones como: evaluaciones eléctricas, lavado, secado, cambio de rodamientos, mecanizado de eje, fabricación de bocina y embocinado, arenado, rebobinado, balanceo, proceso de VPI, pintado, embalaje, entre otras requeridas por el componente y/o cliente.

**Figura 7: Proceso de reparación componentes eléctricos**



**Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017) <sup>2</sup>**  
**Elaboración propia (05 de enero del 2018)**

<sup>2</sup> Anexo 1 (Check List de recepción Taller Electrico)

#### 4.2.2. Taller mecánico

Los componentes de la línea P&H que se reparan son:

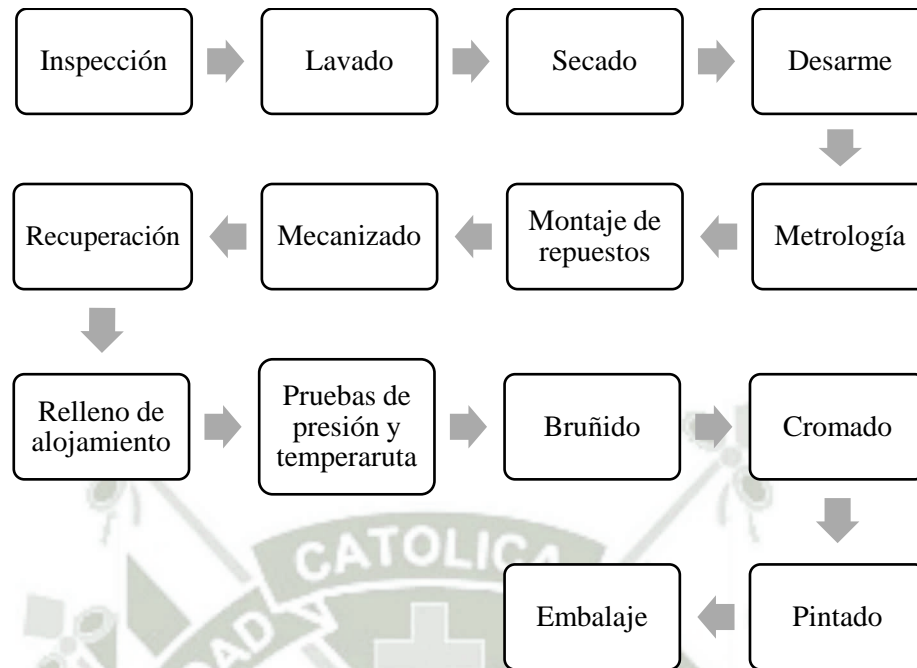
- Transmisión,
- Cilindro hidráulico,
- “Snubber”,
- Freno, Driver,
- Bomba de grasa y agua,
- “Gearcase Rotary”,
- “Wrench”,
- Piñón.

Mientras que los componentes de la línea no P&H son:

- Carcasa de bomba,
- Chasis, Suspensión,
- “Main Frame”, etc.

Las reparaciones de los componentes mencionados anteriormente comprenden algunas operaciones como: inspecciones, lavado, secado, desarmes, metrología, montaje de partes o repuestos, mecanizado, recuperación, relleno de alojamiento, pruebas de presión y temperatura, bruñido, cromado, pintado, embalaje, entre otras requeridas por el componente y/o cliente.

**Figura 8: Proceso de reparación componentes mecánicos**



**Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017)<sup>3</sup>**  
**Elaboración propia (05 de enero del 2018)**

<sup>3</sup> Anexo 2 (Check List de recepción Taller Mecánico)

#### 4.2.3. Taller estructural

Los componentes de la línea P&H que se reparan son:

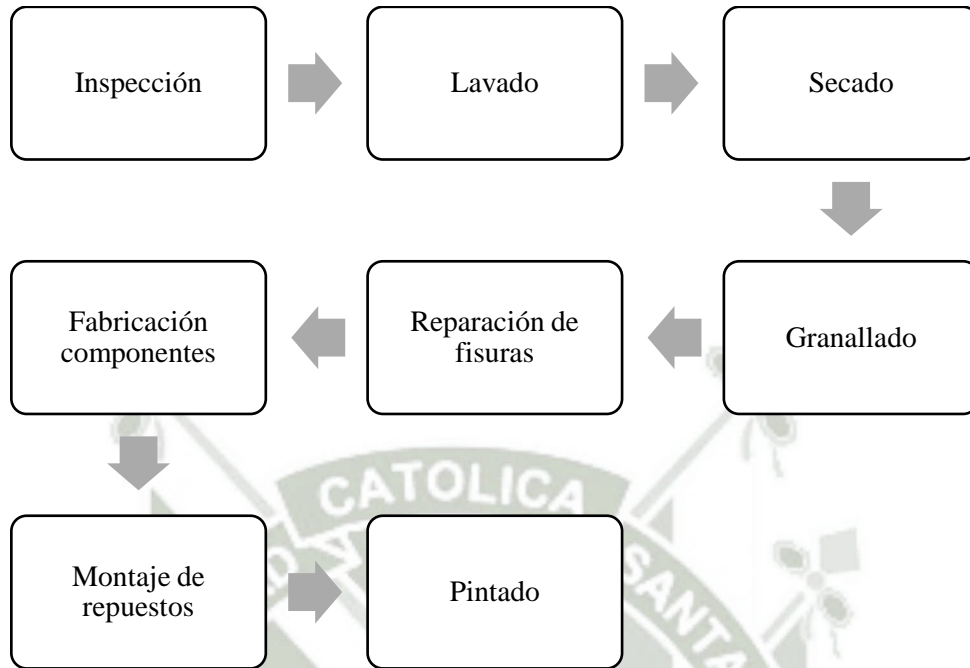
- “Liftarm”,
- “Bucket”,
- “Bellcrank”,
- “Dipper”,
- “Roller”.

Mientras que los componentes de la línea no P&H son:

- Tolva,
- Chasis
- Fabricación de paneles.

Las reparaciones de los componentes mencionados anteriormente comprenden algunas operaciones como: inspección, lavado, secado, fabricación componentes, reparación de fisuras, granallado, montaje de repuestos, pintado, entre otras.

**Figura 9: Proceso de reparación de estructuras**



**Fuente SAP ERP 6.0 Production System (2017) <sup>4</sup>**  
**Elaboración propia (05 de enero del 2018)**

### 4.3. Identificación de los equipos críticos

Los equipos críticos en la empresa Komatsu Mining Corp. son aquellos que generan una parada total del proceso de reparación, la cual puede ocasionar daños a los componentes y retrasos en la fecha de entrega a los clientes.

<sup>4</sup> Anexo 3 (Check List de entrega final Taller Estructural)

Además, los equipos críticos también pueden ser denominados así por el tiempo que demanda conseguir los repuestos necesarios para que un equipo o herramienta se encuentre operativo.

En KMC, existen equipos que fueron importados y sus repuestos tienen que ser traídos del país de procedencia del equipo para asegurar la funcionalidad y operatividad de los mismos; lo cual implica considerarlos como equipos críticos.

Para la determinación exhaustiva de la criticidad de los equipos de cada taller se tomó en cuenta algunos factores como:

- La frecuente falla de los equipos
- El impacto en la seguridad que ocasiona un equipo.
- El impacto en el medio ambiente que ocasiona un equipo.
- El impacto en la producción del equipo.
- Tiempo promedio para reparar el equipo.

Teniendo identificados los factores a considerar para el análisis, se procede con la elaboración del rango que se tendrá para cada factor y la calificación correspondiente como se observa en la **Tabla N°5**.

Para la determinación del valor final que nos indicará la criticidad del equipo se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{frecuencia} \times [\text{seguridad} + \text{ambiente} + (\text{produccion} \times \text{TPPR})] \quad (1.1)$$

**Tabla 5: Criterios para el análisis de la criticidad**

	<b>Criterios</b>	<b>Calificación</b>
<b>Frecuencia de falla</b>	Muy alta: De 11 a más veces al año	4
	Alta: De 8 a 11 veces al año	3
	Baja: De 5 a 8 veces al año	2
	Muy baja: De 0 a 5 veces al año	1
<b>Impacto en la seguridad</b>	Pérdida de vidas humanas	8
	Provoca discapacidad permanente	6
	Provoca daños severos	4
	Provoca lesiones leves	2
	No provoca daños	1
<b>Impacto en la producción</b>	Parada de todo el taller	5
	Pérdida de 2 horas a más	4
	Pérdida de menos de 2 horas	2
	No genera ningun efecto	1
<b>Impacto en el medio ambiente</b>	Genera daños irreversibles al medio ambiente	3
	Genera daños reversibles al medio ambiente	2
	No genera daños considerables	1
<b>Tiempo promedio para reparar el equipo</b>	Muy alto: Mayor a 2 meses	8
	Alto: De 1 a 2 meses	6
	Medio: De 2 a 3 semanas	4
	Bajo: 1 semana	2
	Mínimo: Menor a 1 semana	1

*Fuente: Elaboración propia (23 de febrero del 2018)*

Luego, se elaborado la matriz de criticidad donde se ubican los puntajes ponderados como resultados del análisis de la criticidad de los equipos. En esta matriz se identificará el nivel que tenga cada equipo dependiendo del puntaje obtenido.

En caso se obtenga un valor final entre 3 hasta 73 se considerará un nivel bajo de criticidad, mientras que para valores entre 74 hasta 141 se considerará un nivel intermedio de criticidad y por último para valores entre 142 y 204 el nivel de criticidad será alto.

Para una mejor visualización de los valores obtenido en el análisis de criticidad, se muestra en la **Tabla N°6** la matriz de criticidad donde se cruza información de la frecuencia y consecuencia para ubicarlo en su nivel correspondiente.

**Tabla 6: Matriz de criticidad**

<b>FRECUENCIA</b>	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184	204
	3	18	33	48	63	78	93	108	123	138	153
	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	102
	1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51
	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	
	<b>CONSECUENCIA</b>										

**Fuente: Elaboración propia (23 de febrero del 2018)**

Para identificar el nivel de criticidad de acuerdo con el rango de valores previamente mencionado, se utilizarán las variables: A (Criticidad Alta), M (Criticidad Media) y B (Criticidad Baja), como se muestra en la **Tabla N°7**.

**Tabla 7: Rango de valores y variables**

Criticidad	Rango de valores	Variables
ALTA	3 HASTA 73	<b>A</b>
MEDIA	74 HASTA 141	<b>M</b>
BAJA	142 HASTA 204	<b>B</b>

**Fuente: Elaboración propia (23 de febrero del 2018)**

Luego de determinar los criterios que se considerarán para la evaluación de los equipos y la matriz que es parte de la base para el análisis de la criticidad, se procede a evaluar cada equipo de los talleres para luego identificar sus niveles de criticidad utilizando la fórmula **(1.1)**

#### 4.3.1. Identificación criticidad equipos Taller Eléctrico

Como se observa en la **Tabla N°8**, en el taller eléctrico se determinaron 5 equipos con una criticidad alta, 10 equipos presentan una criticidad media y por último 20 equipos con una criticidad baja.

Para la evaluación de de costos realizada más adelante se tomarán en cuenta sólo los equipos de criticidad alta: Torno, VPI System, Crane 7 jib 5-ton, Crane 1 overhead 32, Crane 2 overhead 32; y los equipos de criticidad media: Booth Paint, Test Stand Motor, Test Stand T - Slot flooring for motor, Tester Core Loss , Crane 11 jib 2-ton column mounted, Crane 12 jib 2-ton column mounted, Crane 13 jib 2-ton column mounted, Crane 14 jib 2-ton column mounted, Crane 15 jib 2-ton column mounted y Crane 16 jib 2-ton column mounted.

*Tabla 8: Nivel de criticidad Taller Eléctrico*

N°	Equipo	Frecuencia	Seguridad	Ambiente	Producción	TPPR	Consecuencia	Valoración	Criticidad
1	Blast Cabinet	1	1	3	1	4	8	8	B
2	Torno 40 x 120	4	8	3	5	6	41	164	A
3	Press drill 5/8	2	2	1	1	1	4	8	B
4	Grinder Pedestal 8"	1	6	1	1	1	8	8	B
5	Grinder Bench 8 #1	1	6	1	1	1	8	8	B
6	VPI System	4	1	3	5	8	44	176	A
7	Balancing machine	2	8	2	4	6	34	68	B
8	Saw Cut Zip	1	1	1	1	1	3	3	B
9	Banding machine	1	6	1	1	4	11	11	B
10	Automatic undercutter	1	1	1	1	1	3	3	B
11	Maquina de soldadura TIG	1	1	1	1	4	6	6	B
12	Stand de rebobinado de armadura #1	1	1	1	4	1	6	6	B
13	Stand de rebobinado de armadura #2	1	1	1	4	1	6	6	B
14	Shears manual	1	1	1	1	1	3	3	B
15	Crimping machine hydraulic	1	1	1	1	1	3	3	B
16	Resistance welding clamps/brassing machine	3	4	2	2	1	8	24	B
17	Horno secador 2	2	2	3	5	6	35	70	B
18	Booth Paint	4	1	3	5	6	34	136	M
19	Calentador de rodamientos	1	1	1	1	1	3	3	B
20	Wedge Cutting Table	1	1	1	1	1	3	3	B
21	Test Stand Motor	3	1	1	5	8	42	126	M
22	Test Stand T - Slot flooring for motor	3	1	1	5	8	42	126	M
23	Tester Core Loss	3	1	1	5	8	42	126	M
24	Saw Band	1	1	1	1	1	3	3	B
25	Crane 11 jib 2-ton column mounted	3	8	2	4	8	42	126	M
26	Crane 12 jib 2-ton column mounted	3	8	2	4	8	42	126	M
27	Crane 13 jib 2-ton column mounted	3	8	2	4	8	42	126	M
28	Crane 14 jib 2-ton column mounted	3	8	2	4	8	42	126	M
29	Crane 15 jib 2-ton column mounted	3	8	2	4	8	42	126	M
30	Crane 16 jib 2-ton column mounted	3	8	2	4	8	42	126	M
31	Crane 7 jib 5-ton	4	8	2	5	8	50	200	A
32	Crane 1 overhead 32	4	8	2	5	8	50	200	A
33	Crane 2 overhead 32	4	8	2	5	8	50	200	A
34	Smoke Extractor Wall	1	1	3	1	1	5	5	B
35	Smoke Extractor	1	1	3	1	1	5	5	B

*Fuente: Elaboración propia (28 de febrero del 2018)*

#### 4.3.2. Identificación criticidad equipos Taller Mecánico

Como se observa en la **Tabla N°9**, en el taller mecánico se determinaron 4 equipos con una criticidad alta, 9 equipos presentan una criticidad media y por último 14 equipos con una criticidad baja.

Para la evaluación de de costos realizada más adelante se tomarán en cuenta sólo los equipos de criticidad alta: Mill Table Top HBM o GML-6, Torno, lavadora de partes, Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #3, Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #4; y los equipos de criticidad media: limpiador a vapor, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #17, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #18, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #19, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #20, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #21, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #22, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #23, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #24.

*Tabla 9: Nivel de criticidad Taller Mecánico*

N°	Equipo	Frecuencia	Seguridad	Ambiente	Producción	TPPR	Consecuencia	Valoración	Criticidad
1	Mill Table Top HBM	4	8	3	5	8	51	204	A
2	Torno 45 x 120	4	8	3	5	6	41	164	A
3	Drill Radial	2	2	1	1	1	4	8	B
4	Mill Horizontal Machine	2	1	1	2	1	4	8	B
5	Honing Machine - Sunnen	1	4	3	1	4	11	11	B
6	Press Vertical 200	2	2	1	1	2	5	10	B
7	Test Stand Snubrite	2	1	1	2	1	4	8	B
8	Boring Machine	1	1	1	1	2	4	4	B
9	Limpiador a vapor	4	2	1	5	6	33	132	M
10	Lavadora de partes	4	6	3	5	8	49	196	A
11	Horno secador	2	1	2	5	1	8	16	B
12	Horno quemador	2	1	2	5	1	8	16	B
13	Press Drill 3/4	3	1	1	1	1	3	9	B
14	Grinder Pedestal 8" #2	1	8	1	1	1	10	10	B
15	Banco ensamble de cilindro hidráulico	1	2	1	2	1	5	5	B
16	Banco pruebas de cilindro hidráulico	1	1	1	2	1	4	4	B
17	Brake Repair Stand	1	1	1	2	2	6	6	B
18	Booth Wash	1	1	1	5	2	12	12	B
19	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #3	3	8	1	5	8	49	147	A
20	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #4	3	8	1	5	8	49	147	A
21	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #17	3	8	1	2	8	25	75	M
22	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #18	3	8	1	2	8	25	75	M
23	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #19	3	8	1	2	8	25	75	M
24	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #20	3	8	1	2	8	25	75	M
25	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #21	3	8	1	2	8	25	75	M
26	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #22	3	8	1	2	8	25	75	M
27	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #23	3	8	1	2	8	25	75	M
28	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #24	3	8	1	2	8	25	75	M

*Fuente: Elaboración propia (01 de marzo del 2018)*

#### 4.3.3. Identificación criticidad equipos Taller Estructural

Como se observa en la **Tabla N°10**, en el taller estructural se determinaron 1 equipos con una criticidad alta, 33 equipos presentan una criticidad media y por último 16 equipos con una criticidad baja.

Para la evaluación de de costos realizada más adelante se tomarán en cuenta sólo los equipos de criticidad alta: Booth Sandblast / Paint, Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #5, Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #6, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #24, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #25, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #26, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #27, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #28, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #29, Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #30; y los equipos con criticidad media: Máquina de soldadura Mig #1 al # 15 y Wire Feeder #1 al #15.

Tabla 10: Nivel de criticidad Taller Estructural

N°	Equipo	Frecuencia	Seguridad	Ambiente	Producción	TPPR	Consecuencia	Valoración	Criticidad
1	Air Cleaner 11000 CFM #1 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
2	Air Cleaner 11000 CFM #2 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
3	Air Cleaner 11000 CFM #3 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
4	Air Cleaner 11000 CFM #4 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
5	Air Cleaner 11000 CFM #5 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
6	Air Cleaner 11000 CFM #6 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
7	Air Cleaner 11000 CFM #7 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
8	Air Cleaner 11000 CFM #8 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
9	Air Cleaner 11000 CFM #9 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
10	Air Cleaner 11000 CFM #10 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
11	Air Cleaner 11000 CFM #11 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
12	Air Cleaner 11000 CFM #12 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
13	Air Cleaner 11000 CFM #13 flowtron	3	4	3	1	8	15	45	B
14	Bug - O Welding car	1	1	1	1	4	6	6	B
15	Máquina de soldadura Mig #1	4	4	2	4	4	22	88	M
16	Máquina de soldadura Mig #2	4	4	2	4	4	22	88	M
17	Máquina de soldadura Mig #3	4	4	2	4	4	22	88	M
18	Máquina de soldadura Mig #4	4	4	2	4	4	22	88	M
19	Máquina de soldadura Mig #5	4	4	2	4	4	22	88	M
20	Máquina de soldadura Mig #6	4	4	2	4	4	22	88	M
21	Maquina de soldadura Mig #7	4	4	2	4	4	22	88	M
22	Máquina de soldadura Mig #8	4	4	2	4	4	22	88	M
23	Máquina de soldadura Mig #9	4	4	2	4	4	22	88	M
24	Máquina de soldadura Mig #10	4	4	2	4	4	22	88	M
25	Máquina de soldadura Mig #11	4	4	2	4	4	22	88	M
26	Máquina de soldadura Mig #12	4	4	2	4	4	22	88	M
27	Máquina de soldadura Mig #13	4	4	2	4	4	22	88	M
28	Máquina de soldadura Mig #14	4	4	2	4	4	22	88	M
29	Máquina de soldadura Mig #15	4	4	2	4	4	22	88	M
30	Wire Feeder #1	4	4	2	4	4	22	88	M
34	Wire Feeder #2	4	4	2	4	4	22	88	M
35	Wire Feeder #3	4	4	2	4	4	22	88	M
36	Wire Feeder #4	4	4	2	4	4	22	88	M
37	Wire Feeder #5	4	4	2	4	4	22	88	M
38	Wire Feeder #6	4	4	2	4	4	22	88	M
39	Wire Feeder #7	4	4	2	4	4	22	88	M
40	Wire Feeder #8	4	4	2	4	4	22	88	M
41	Wire Feeder #9	4	4	2	4	4	22	88	M
42	Wire Feeder #10	4	4	2	4	4	22	88	M
43	Wire Feeder #11	4	4	2	4	4	22	88	M
44	Wire Feeder #12	4	4	2	4	4	22	88	M
45	Wire Feeder #13	4	4	2	4	4	22	88	M
46	Wire Feeder #14	4	4	2	4	4	22	88	M
47	Wire Feeder #15	4	4	2	4	4	22	88	M
48	Smoke Extractor	1	1	1	1	4	6	6	B
49	Booth Sandblast / Paint	4	6	3	4	8	41	164	A
50	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #5	3	8	1	5	8	49	147	A
51	Crane Overhead 32/10 Ton Bridge #6	3	8	1	5	8	49	147	A
52	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #24	3	8	1	2	8	25	75	M
53	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #25	3	8	1	2	8	25	75	M
54	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #26	3	8	1	2	8	25	75	M
55	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #27	3	8	1	2	8	25	75	M
56	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #28	3	8	1	2	8	25	75	M
57	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #29	3	8	1	2	8	25	75	M
58	Crane 11 JIB 2 - Ton Column Mounted #30	3	8	1	2	8	25	75	M

Fuente: Elaboración propia (02 de marzo del 2018)

#### 4.3.4. Identificación criticidad equipos Taller General

Como se observa en la **Tabla N°11**, en el taller general se determinó que los 14 equipos tienen una baja criticidad; por lo tanto, no serán parte del estudio para el análisis de costos.

**Tabla 11: Nivel de criticidad Taller General**

N°	Equipo	Frecuencia	Seguridad	Ambiente	Producción	TPPR	Consecuencia	Valoración	Criticidad
1	Montacargas CAT	1	4	1	1	2	7	7	B
2	Aire acondicionado #1	2	1	2	1	1	4	8	B
3	Aire acondicionado #2	2	1	2	1	1	4	8	B
4	Montacarga manual	1	1	1	1	1	3	3	B
5	Scale	1	1	1	1	1	3	3	B
6	Racks	1	1	1	1	1	3	3	B
8	Sistema de compresor de aire	2	6	3	1	4	13	26	B
9	Sistema de compresor de aire	2	6	3	1	4	13	26	B
10	Water Pump	2	4	3	5	2	17	34	B
11	Water Pump	2	4	3	5	2	17	34	B
12	Water Pump	2	4	3	5	2	17	34	B
13	Sistema contra incendios	1	8	1	2	6	21	21	B
14	Grupo electrógeno 800 - GED-001	1	1	2	2	4	11	11	B

*Fuente: Elaboración propia (02 de marzo del 2018)*

#### 4.4. Diagnóstico sistema de mantenimiento actual

Para el diagnóstico del mantenimiento se procedió a evaluar las reparaciones y procesos que se realizaban para atender los pedidos de sus clientes.

Durante el proceso de evaluación, se realizó la identificación de los equipos críticos en la empresa basados en aspectos que generen un incumplimiento, demora o problemas en la entrega.

En Komatsu Mining Corp. el plan de mantenimiento preventivo no era parte de su gestión, la única manera en la que realizaban mantenimientos a los equipos era cuando se evidenciaba alguna falla que era motivo de programar un mantenimiento correctivo.

En el módulo PM de SAP se generaba una orden de mantenimiento sin notificación, número de equipo, prioridad, ni otros puntos importantes debido a la falta de capacitación para el ingreso de lo mencionado.

En esta empresa no se contaba con un área de mantenimiento que gestione toda la planificación necesaria para evitar retrasos, por lo que cada supervisor de taller con sus respectivos técnicos se encargaba de realizar las acciones correctivas al momento de falla y en caso se necesitaba apoyo se solicitaba a los técnicos de los otros talleres.

Dentro de las actividades que realizaban los técnicos al momento de ejecutar la acción correctiva se puede mencionar: inspección de equipos, instalación y cambio de repuestos, lubricación y/o aceitado, soldado de partes, entre otras;

todas éstas siendo realizadas sólo bajo el conocimiento técnico y según manuales de equipos, sin tener en consideración un plan, estrategia o procedimiento a seguir.

En algunas ocasiones, se realizaba un mantenimiento preventivo empírico, en el cual el técnico que utilizaba el equipo en cuestión se daba cuenta que éste estaba próximo a presentar una falla, por lo que basándose en su experiencia y las condiciones de la máquina, consideraban y realizaba el mantenimiento respectivo.

Así mismo, muchos equipos de la compañía considerados como parte de un contrato por un tiempo determinado, presentaban un respaldo de la empresa que lo alquilaba siendo el plan de mantenimiento de estos equipos parte del mismo contrato y siendo ellos los que programaban dicho plan. Para algunos, la empresa que alquilaba incluía en su plan insumos, mano de obra, herramientas y demás para la ejecución del mismo. Sin embargo, otros solicitaban a la compañía lo necesario para realizar el plan determinado.

Por lo observado y analizado anteriormente, se planteó la implementación de un plan de mantenimiento que permita el registro de información y notificación de la realización de los planes.

#### 4.5. Análisis de costos actuales

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el mantenimiento realizado en Komatsu Mining Corp es el correctivo. Este tipo de mantenimiento es más costoso debido a gastos no programados como: pasajes de especialista de empresas que brindan el servicio de mantenimiento, transporte adicional, repuestos que se consiguen fuera del Perú lo cuales incrementar su valor cuando se necesitan con urgencia, proveedores que tienen los consumibles y/o repuestos con menor tiempo de espera, pero más costosos.

A continuación, se detallan los costos de algunos equipos de cada taller.

##### 4.5.1. Costos de mantenimiento correctivo Taller Eléctrico

Dentro de los costos del taller eléctrico se debe tener en cuenta que el costo de hora -hombre es de 54 dólares siendo para los técnicos contratados, mientras que para los practicantes se considera un sueldo fijo de 1500 soles, lo cuales representan 8.82 soles la hora-hombre.

Tabla 12: Costos de mantenimiento mensual de Torno

Nombre del equipo:	Torno 45 x 120	Código:		SAP 10055176		
		Marca:		Lagun Republic Machine Tool		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	15.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 16.50
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.80	S/. 57.60
alcohol isopropilico		Perú Quimicos	2.0	Litro	S/. 20.40	S/. 40.80
aceite mobil hydraulic		Mobil	0.3	Litro	S/. 12.20	S/. 3.05
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 317.95</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Calibración punta y bancada		Hartmetall	1.0	Srv	S/. 2,453.00	S/. 2,453.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,453.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 896.40</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 3,667.35</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves conbinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Urrea	1.0	Unidad		
Brocha		Générico	2.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		
Multimetro		Fluke	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (04 de abril del 2018)

Tabla 13: Costos de mantenimiento mensual de VPI System

Nombre del equipo:	VPI System	Código:		SAP 10055188		
		Marca:		IMPREX		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.81	S/. 57.62
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Válvula de bola W/5220		Gemini	1.0	Unidad	S/. 165.17	S/. 165.17
Sensor nivel bajo		Imprex	1.0	Unidad	S/. 348.30	S/. 348.30
Sensor nivel alto		Imprex	1.0	Unidad	S/. 194.22	S/. 194.22
Empaque		Genérico	4.0	Unidad	S/. 2.70	S/. 10.80
Sensor RTD		Imprex	1.0	Unidad	S/. 28.49	S/. 28.49
Sello del tanque		Genérico	2.0	Unidad	S/. 82.45	S/. 164.90
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,232.97</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Instalación repuestos		Imprex	1.0	Srv	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,200.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		2.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 1,792.80
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 1,792.80</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 5,225.77</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Urrea	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente y elaboración propia (05 de abril del 2018)

Tabla 14: Costos de mantenimiento mensual de Cabina de pintado

Nombre del equipo:	Cabina de pintado	Código:		SAP 10055201		
		Marca:		Spray Systems		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	5.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 5.50
WD40		WD40	1.0	Botella	S/. 28.80	S/. 28.80
Detergente		Simply Green	0.6	Galón	S/. 96.00	S/. 57.60
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Plástico		Genérico	2.0	Metros	S/. 3.19	S/. 6.38
Filtros de aire		G&G	15.0	Unidad	S/. 46.79	S/. 701.85
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,063.60</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Cortado de filtros		M&J Consorcio	1.0	Srv	S/. 150.00	S/. 150.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 150.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 896.40</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 2,110.00</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Stanley	1.0	Unidad		
Alicate universal		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (05 de abril del 2018)

Tabla 15: Costos de mantenimiento mensual de Test Stand Motor

Nombre del equipo:	Test Stand Motor	Código:		SAP 10055235		
		Marca:		Phenix		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
Repuestos		Phenix	1.0	Paquete	S/. 1,396.61	S/. 1,396.61
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,795.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Calibración		Phenix	1.0	Srv	S/. 6,877.00	S/. 6,877.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 6,877.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 896.40</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 9,569.01</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (06 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 16: Costos de mantenimiento mensual de JIB Crane

Nombre del equipo:	JIB Crane	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	3.0	Botella	S/. 28.80	S/. 86.40
HSS 2000		Wurth	3.0	Botella	S/. 44.52	S/. 133.56
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	0.5	Galón	S/. 13.66	S/. 6.83
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 510.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento correctivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 3,528.00	S/. 3,528.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 3,528.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 179.28	S/. 6,095.52
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 6,095.52</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 10,134.13</b>

Fuente: Elaboración propia (07 de abril del 2018)

Tabla 17: Costos de mantenimiento mensual de Puente Grúa

Nombre del equipo:	Puente Grúa	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
HSS 2000		Wurth	5.0	Botella	S/. 44.52	S/. 222.60
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	1.0	Galón	S/. 13.66	S/. 13.66
Trapo industrial		Genérico	100.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 110.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 719.08</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento correctivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,200.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	17.0	Hora	S/. 179.28	S/. 3,047.76
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 3,047.76</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 5,966.84</b>

Fuente: Elaboración propia (07 de abril del 2018)

#### 4.5.2. Costos de mantenimiento preventivo Taller Mecánico

Dentro de los costos del taller mecánico se debe tener en cuenta que el costo de hora -hombre es de 53 dólares siendo para los técnicos contratados, mientras que para los practicantes se considera un sueldo fijo de 1500 soles, lo cuales

representan 8.82 soles la hora-hombre.

Tabla 18: Costos de mantenimiento mensual del GML-6

Nombre del equipo:	GML-6	Código:		SAP 10055174		
		Marca:		Lagun Republic Machine Tool		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.80	S/. 57.62
Alcohol isopropilico		Wurth	0.5	Litro	S/. 44.52	S/. 22.26
Muela abrasiva		Norton	1.0	Unidad	S/. 1,052.77	S/. 1,052.77
Aceite mobil hydraulic		Mobil	0.5	Litro	S/. 12.22	S/. 6.11
Escobas		Clorinda	1.0	Unidad	S/. 15.25	S/. 15.25
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,417.48</b>
Servicio contratados	Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total	
Succión de grasa	DISAL	1.0	Cisterna	S/. 2,600.00	S/. 2,600.00	
Limpieza	AquaPlas	1.0	Cisterna	S/. 200.00	S/. 200.00	
Calibración cuñas de los ejes	Hartmetall	1.0	Srv	S/. 2,254.76	S/. 2,254.76	
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 5,054.76</b>
Horas - Hombre	Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total	
Técnico	2.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 1,759.60	
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 1,759.60</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 8,231.84</b>
Herramientas	Marca	Cantidad	U.M			
Llaves combinadas	Stanley	1.0	Juego			
Llaves allen milimetricas	Stanley	1.0	Juego			
Llaves allen pulgadas	Stanley	1.0	Juego			
Espatula	Urrea	1.0	Unidad			
Cintillos	Kec	10.0	Unidad			
Desarmador estrella	Stanley	1.0	Unidad			
Desarmamdor plano	Stanley	1.0	Unidad			

Fuente: Elaboración propia (15 de abril del 2018)

Tabla 19: Costos de mantenimiento mensual del Torno

Nombre del equipo:	Torno 45 x 120	Código:		SAP 10055175		
		Marca:		Lagun Republic Machine Tool		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	15.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 16.50
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.80	S/. 57.60
Alcohol isopropilico		Perú Quimicos	2.0	Litro	S/. 20.40	S/. 40.80
Aceite mobil hydraulic		Mobil	0.3	Litro	S/. 12.20	S/. 3.05
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 317.95</b>
Servicio contratados	Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total	
Calibración punta y bancada	Hartmetall	1.0	Srv	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,000.00</b>
Horas - Hombre	Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total	
Técnico	1.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 879.80	
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 879.80</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 3,197.75</b>
Herramientas	Marca	Cantidad	U.M			
Llaves conbinadas	Stanley	1.0	Juego			
Llaves allen milimetricas	Stanley	1.0	Juego			
Llaves allen pulgadas	Stanley	1.0	Juego			
Espatula	Urrea	1.0	Unidad			
Brocha	Genérico	2.0	Unidad			
Desarmador estrella	Stanley	1.0	Unidad			
Desarmamdor plano	Stanley	1.0	Unidad			
Multímetro	Fluke	1.0	Unidad			

Fuente: Elaboración propia (16 de abril del 2018)

Tabla 20: Costos de mantenimiento mensual de Lavadora a vapor

Nombre del equipo:	Lavadora a vapor	Código:		SAP 10055168		
		Marca:		Hotsy		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	20.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 22.00
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.80	S/. 57.60
alcohol isopropilico		Perú Químicos	0.5	Litro	S/. 20.40	S/. 10.20
Detergente		Simply Green	0.6	Galón	S/. 96.00	S/. 57.60
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Mangueras		Hidro	2.0	Metros	S/. 430.00	S/. 860.00
Boquilla		HidroJet	2.0	Unidad	S/. 12.00	S/. 24.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,294.87</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento total		Lubermann	1.0	Srv	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,400.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 879.80
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 879.80</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 3,574.67</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Stanley	1.0	Unidad		
Alicate universal		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (16 de abril del 2018)

Tabla 21: Costos de mantenimiento mensual de Lavadora de partes

Nombre del equipo:	Lavadora de partes	Código:		SAP 10055168		
		Marca:		Hotsy		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
Alcohol isopropilico		Perú Químicos	4.0	Litro	S/. 20.40	S/. 81.60
Detergente		Power Kleen	18.3	Galón	S/. 63.92	S/. 1,169.74
Esponja industrial		Scotchbrite	3.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 190.41
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,840.75</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Succión de grasa		DISAL	1.0	Cisterna	S/. 2,600.00	S/. 2,600.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,600.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 879.80
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 879.80</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 5,320.55</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Stanley	1.0	Unidad		
Alicate universal		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (17 de abril del 2018)

Tabla 22: Costos de mantenimiento mensual de JIB Crane

Nombre del equipo:	JIB Crane	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Mecánico		
Consumibles		Ubicación:		Taller Mecánico		
		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	3.0	Botella	S/. 28.80	86.40
HSS 2000		Wurth	3.0	Botella	S/. 44.52	133.56
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	0.5	Galón	S/. 13.66	6.83
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	55.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 510.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento correctivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 4,032.00	4,032.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 4,032.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 175.96	5,982.64
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 5,982.64</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 10,525.25</b>

Fuente: Elaboración propia (18 de abril del 2018)

Tabla 23: Costos de mantenimiento mensual de Puente Grúa

Nombre del equipo:	Puente Grúa	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Mecánico		
Consumibles		Ubicación:		Taller Mecánico		
		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	144.00
HSS 2000		Wurth	5.0	Botella	S/. 44.52	222.60
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	1.0	Galón	S/. 13.66	13.66
Trapo industrial		Genérico	100.0	Unidad	S/. 1.10	110.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	unidad	S/. 200.00	200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 719.08</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventive		Konecranes	1.0	Srv	S/. 2,200.00	2,200.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,200.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 175.96	5,982.64
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 5,982.64</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 8,901.72</b>

Fuente: Elaboración propia (18 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

#### 4.5.3. Costos de mantenimiento preventivo Taller Estructural

Dentro de los costos del taller estructural se debe tener en cuenta que el costo de hora -hombre es de 62 dólares siendo para los técnicos contratados, mientras que para los practicantes se considera un sueldo fijo de 1500 soles, lo cuales representan 8.82 soles la hora-hombre.

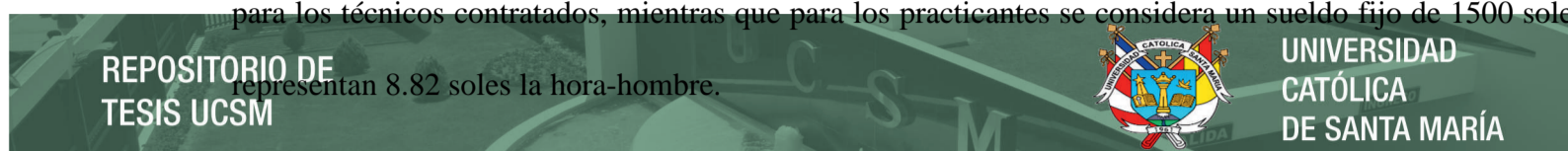


Tabla 24: Costos de mantenimiento mensual de Fuente

Nombre del equipo:	Fuente	Código:		Miller			
		Marca:		Taller Estructural			
Ubicación:		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total	
Servicio contratados		Soldexa	18.0	Srv	S/. 879.23	S/. 15,826.14	
Mantenimiento correctivo							
<b>Total</b>						<b>S/. 15,826.14</b>	

Fuente y elaboración propia (20 de abril del 2018)

Tabla 25: Costos de mantenimiento mensual de Alimentador

Nombre del equipo:	Alimentador	Código:		Miller			
		Marca:		Taller Estructural			
Ubicación:		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total	
Servicio contratados		Soldexa	15.0	Srv	S/. 44.50	S/. 667.50	
Mantenimiento correctivo							
<b>Total</b>						<b>S/. 667.50</b>	

Fuente y elaboración propia (20 de abril del 2018)

Tabla 26: Costos de mantenimiento mensual de Cabina de granallado

Nombre del equipo:	Cabina de granallado	Código:		SAP 1005228			
		Marca:		Spray Systems			
Ubicación:		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total	
Consumibles							
Trapo industrial		Genérico	5.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 5.50	
WD40		WD40	1.0	Botella	S/. 28.80	S/. 28.80	
Detergente		Simply Green	0.6	Galón	S/. 96.00	S/. 57.60	
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47	
Plástico		Genérico	2.0	Metros	S/. 3.19	S/. 6.38	
Filtros de aire succión		G&G	25.0	Unidad	S/. 52.34	S/. 1,308.50	
Filtros de aire impulsión		G&G	15.0	Unidad	S/. 101.00	S/. 1,515.00	
Costo por transporte (desde lima)		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 600.00	S/. 600.00	
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,470.25</b>	
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total	
Cortado de filtros		M&J Consorcio	1.0	Srv	S/. 150.00	S/. 150.00	
Mantenimiento total		CSI	1.0	Srv	S/. 956.70	S/. 956.70	
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,106.70</b>	
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total	
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 205.84	S/. 1,029.20	
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 1,029.20</b>	
<b>Total</b>						<b>S/. 3,606.15</b>	

Fuente y elaboración propia (21 de abril del 2018)

Tabla 27: Costos de mantenimiento mensual de JIB Crane

Nombre del equipo:	JIB Crane	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	3.0	Botella	S/. 28.80	S/. 86.40
HSS 2000		Wurth	3.0	Botella	S/. 44.52	S/. 133.56
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	0.5	Galón	S/. 13.66	S/. 6.83
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 510.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento correctivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 3,528.00	S/. 3,528.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 3,528.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 205.84	S/. 6,998.56
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 6,998.56</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 11,037.17</b>

Fuente: Elaboración propia (22 de abril del 2018)

Tabla 28: Costos de mantenimiento mensual de Puente Grúa

Nombre del equipo:	Puente Grúa	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
HSS 2000		Wurth	5.0	Botella	S/. 44.52	S/. 222.60
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	1.0	Galón	S/. 13.66	S/. 13.66
Trapo industrial		Genérico	100.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 110.00
Costo por transporte		Rojo Express	1.0	Unidad	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 719.08</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento correctivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,200.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	17.0	Hora	S/. 205.84	S/. 3,499.28
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 3,499.28</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 6,418.36</b>

Fuente: Elaboración propia (22 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

## CAPÍTULO V. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA KMC

### 5.1. Indicadores de mantenimiento

Todo plan de mantenimiento debe ir acompañado de indicadores que permita medir la situación en la que se encuentra la empresa respecto a datos anteriores. Por lo mencionado anteriormente, se debe comprender que es importante conocer el valor de un indicador, pero aún más importante es conocer su evolución (García S. ).

En esta investigación se propone utilizar los indicadores más resaltantes al término de la aplicación del plan de mantenimiento propuesto

Los indicadores propuestos son: disponibilidad, cumplimiento de la planificación, tiempo medio de resolución de un OT y costo de hora medio.

### 5.1.1. Índice de disponibilidad

El índice de disponibilidad indica el porcentaje de tiempo que el equipo evaluado estuvo disponible durante un determinado periodo, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

### 5.1.2. Índice de cumplimiento de la planificación

El índice de cumplimiento de la planificación se refiere al nivel de acierto con lo realizado respecto a lo planificado, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$ICP = \frac{\text{Nº ordenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{Nº ordenes totales}}$$

### 5.1.3. Tiempo medio de resolución de un OT

El tiempo medio de resolución de un orden de trabajo permite tener un promedio de cuantas OT se realizaron en un determinado tiempo.

$$\textit{Tiempo medio} = \frac{\textit{N}^\circ \textit{ de OT resueltas}}{\textit{N}^\circ \textit{ de horas dedicadas a mantenimiento}}$$

#### 5.1.4. Proporción de coste de mano de obra de mantenimiento

El costo de hora medio resulta de dividir las horas de mantenimiento y el costo tal de la mano de obra de mantenimiento

$$\textit{Costo hora medio} = \frac{\textit{N}^\circ \textit{ de horas de mantenimiento}}{\textit{Costo total de MO de mantenimiento}}$$

## 5.2. Elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo

Las rutinas de mantenimiento se refieren a una inspección periódica de los equipos con la finalidad de evitar las fallas posteriores del mismo. Por tal motivo, se consideran un aspecto imprescindible dentro de la gestión del mantenimiento preventivo y RCM, siendo también un documento que permite tener la información clara y explícita de las actividades que se deben realizar para llevar a cabo las inspecciones y/o ejecutar acciones para evitar paradas en el taller.

Además, estas rutinas son consideradas como el primer paso para la elaboración de un efectivo plan de mantenimiento.

Para la realización de las rutinas se requirió el apoyo de los técnicos y de los manuales de cada equipo donde indicaban los aspectos más relevantes para tener en cuenta al momento de inspeccionar y realizar sus correcciones al momento de falla. También se incluyó la opinión de los proveedores, quienes proporcionaron los equipos a la empresa y de aquellos que ofrecieron mantenimiento correctivo anteriormente.

A continuación, se muestra el formato que se utilizará para el registro de las rutinas de mantenimiento, donde se considera el servicio de la actividad, las recomendaciones y cantidad.

*Tabla 29: Formato de rutina de mantenimiento*

<i>LOGO</i>	<b>FORMATO DE RUTINA DE MANTENIMIENTO</b>
-------------	---

<b>Mantenimiento Preventivo</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Actividad</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Insumos</b>
<b>Actividad</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Insumos</b>
<b>Actividad</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Insumos</b>

*Fuente: Elaboración propia (30 de abril del 2018)*

### 5.3. Programación de frecuencias de las rutinas

Luego de tener la rutina de mantenimiento se procede a realizar la programación de las frecuencias de las actividades que se deben realizar como parte de las rutinas ya establecidas.

Las frecuencias de las rutinas se pueden establecer basándose en dos aspectos:

- Periodicidad fija, la cual se determina llevando un registro histórico de las actividades realizadas
- Horas de funcionamiento que tiene cada equipo, las cuales indican cuales son los equipos que se deben considerar con una frecuencia más continua.

Para este estudio se consideraron ambos aspectos tomando en cuenta la información establecida en los manuales de cada equipo y con la experiencia de los técnicos y personas especializadas en ellos.

Además, se está considerando la criticidad que indicó cada equipo en el análisis de criticidad realizado anteriormente para tener una idea más clara sobre cuáles son los equipos que deben tener mayor prioridad.

A continuación, se muestra el formato de rutina de mantenimiento incluyendo las frecuencias para cada actividad.

*Tabla 30: Formato de rutina de mantenimiento y frecuencias*

<i>LOGO</i>	<b>FORMATO DE RUTINA DE MANTENIMIENTO</b>
-------------	---

<b>Mantenimiento Preventivo</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Insumos</b>
<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Servicio</b>	<b>Recomendación</b>	<b>Insumos</b>

*Fuent: Elaboración propia (30 de abril del 2018)*

#### 5.4. Determinación de horas-hombre por plan de mantenimiento

Las horas – hombre que se establecieron para los planes de mantenimiento fueron producto de la asignación de parte de los técnicos al indicar el tiempo promedio que se iban a demorar por actividad, para luego tener un total para el plan de mantenimiento dependiendo de la frecuencia a la que le corresponda.

Como medio de comprobación de las horas – hombre propuestas se realizó una inspección visual del tiempo que dedicaban a cada actividad durante el primer mantenimiento preventivo realizado para cada equipo.

Para ordenar y tener clara la información de las horas - hombres para cada mantenimiento que se realizó un formato de registro (**Tabla N°14**)

**Tabla 31: Formato de registro horas -hombre**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO " _____ "							
Actividad	Frecuencia	Servicio	Functional Location	Planned Labor Hrs	Work Center	IMAGEN	

*Fuente y elaboración propia (30 de abril del 2018)*

## 5.5. Elaboración de plan de mantenimiento anual

Teniendo toda la información previa se puede proponer el plan de mantenimiento anual para los equipos de la empresa KMC, el cual incluye las frecuencias correspondientes para cada rutina de mantenimiento con sus fechas en las cuales se ejecutarán los planes y el tiempo que tomará en realizar el mantenimiento planificado.

Además, es importante tener en cuenta el cumplimiento que se tiene del plan de mantenimiento y para un mejor entendimiento un diagrama Gantt donde se ubicará el avance de lo ejecutado con relación a lo planeado. <sup>5</sup>

### 5.5.1. Aplicación de SAP: Mantenimiento de equipos

El módulo PM en SAP es una herramienta efectiva para realizar la programación de los planes de mantenimiento y darle seguimiento a cada uno de ellos. Este módulo nos permite tener toda la información explícita de los planes de mantenimiento, rutinas, frecuencias, fechas de ejecución, notificaciones, y el porcentaje de cumplimiento de las todas las ordenes de trabajo generadas.

Es necesario que conozcamos la nominación que el SAP le da a las distintas acciones y funciones mencionadas anteriormente, las cuales

---

<sup>5</sup> Anexo 4 (Plan de mantenimiento anual)

son proporcionadas por esta herramienta. A continuación, una breve explicación de las denominaciones:

- Las *hojas de ruta* son las rutinas o actividades que se deben realizar como parte del mantenimiento de un equipo.
- El *ítem de mantenimiento* es representado mediante un número, que presenta la siguiente forma: 105481, el cual va asociado a un equipo y el cual me determina la estrategia que voy a utilizar para dicho equipo.
- La *estrategia* se refiere a la frecuencia que se les asigna a las distintas actividades que se realizarán en el mantenimiento del equipo.
- El *plan de mantenimiento* que es representado mediante un número, que presenta la siguiente forma: 97550, hace referencia a la asociación de la hoja de ruta y al ítem de mantenimiento del equipo en evaluación.
- El *programa de mantenimiento* se refiere al seguimiento o monitoreo que se le hace a un determinado plan de mantenimiento.

- La *orden de trabajo* que es representada mediante un número, que presenta la siguiente forma: 8138021, se refiere al documento virtual en el que se asocia al plan de mantenimiento y todos sus demás anexos para ser ejecutado en el momento que se planificó.
- Las *revisiones* hacen referencia a las fechas en las que se han programado las órdenes de trabajo.

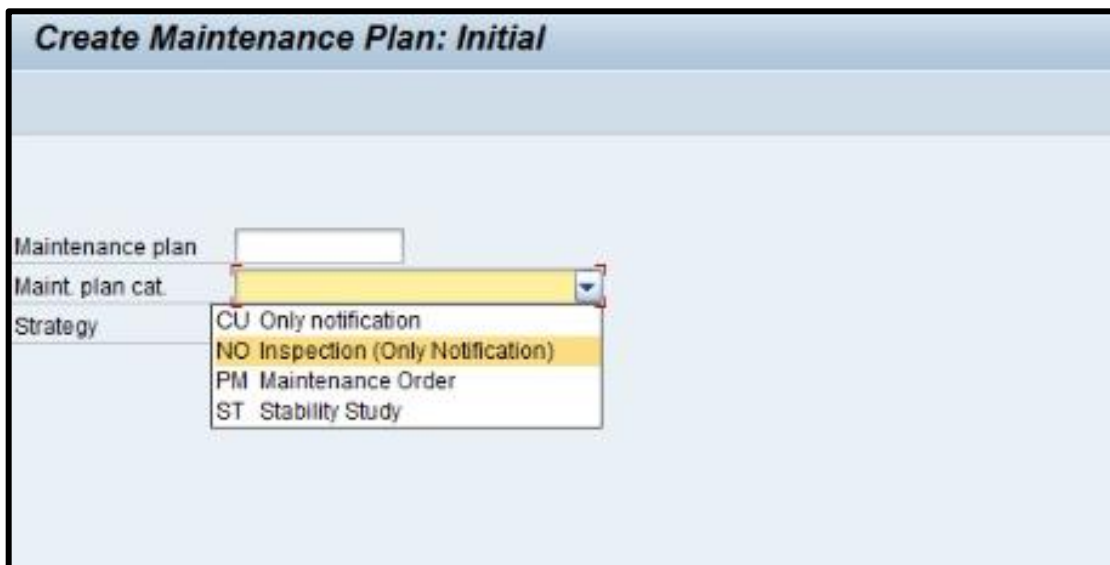
Dada toda la nominación del módulo PM para la ejecución de los mantenimientos, se procede a dar una explicación de la aplicación del SAP en mantenimiento. A continuación, las etapas para la ejecución:

#### 5.5.1.1. Etapa 1: “Crear número de plan de mantenimiento”

En la **transacción IP01** se crea el número del plan de mantenimiento al que se le asociarán las hojas de rutas que se crearán más adelante.

Para la creación, se necesita seleccionar una categoría al plan de mantenimiento que en este caso sería *Orden de mantenimiento*.

*Figura 10: Crear plan de mantenimiento*



**Create Maintenance Plan: Initial**

Maintenance plan

Maint. plan cat.

Strategy

- CU Only notification
- NO Inspection (Only Notification)**
- PM Maintenance Order
- ST Stability Study

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

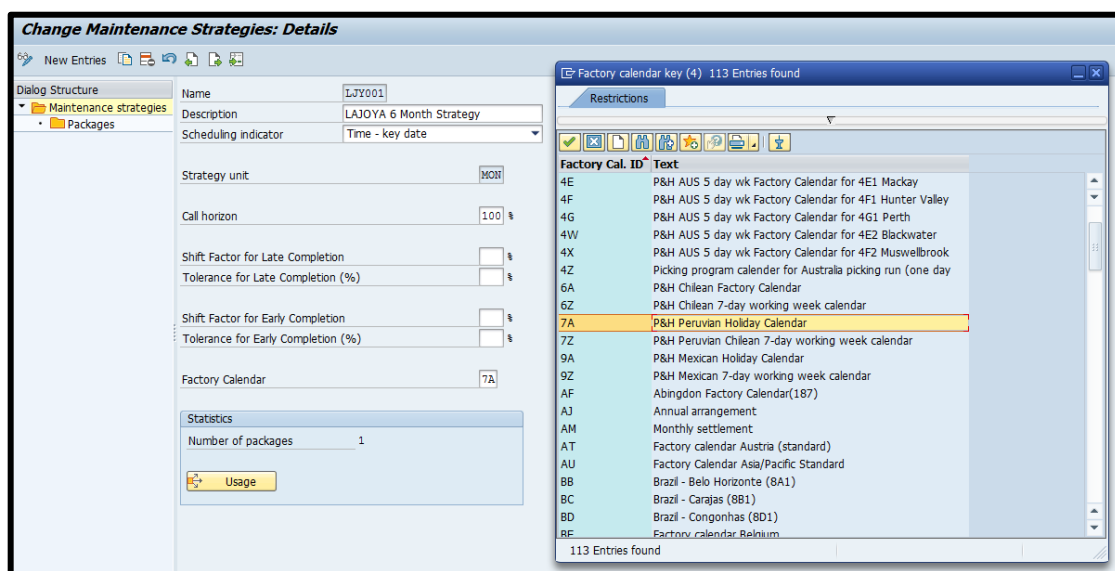
#### 5.5.1.2. Etapa 2: “Crear estrategias de mantenimiento”

En la **transacción IP11** se genera nuevas estrategias para que luego se las pueda asignar en la creación de la hoja de ruta.

Para que la estrategia tenga la información necesaria que le permita reconocer la periodicidad que se le desea asignar, se debe completar el nombre de la estrategia que debe ser corto cómo, por ejemplo: **LJY001** y en la descripción de la estrategia, para el ejemplo, se colocaría **LAJOYA 6 Month Strategy**.

Además, es importante considerar el calendario para evitar confusión en el sistema.

**Figura 11: Crear estrategia**



**Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)**

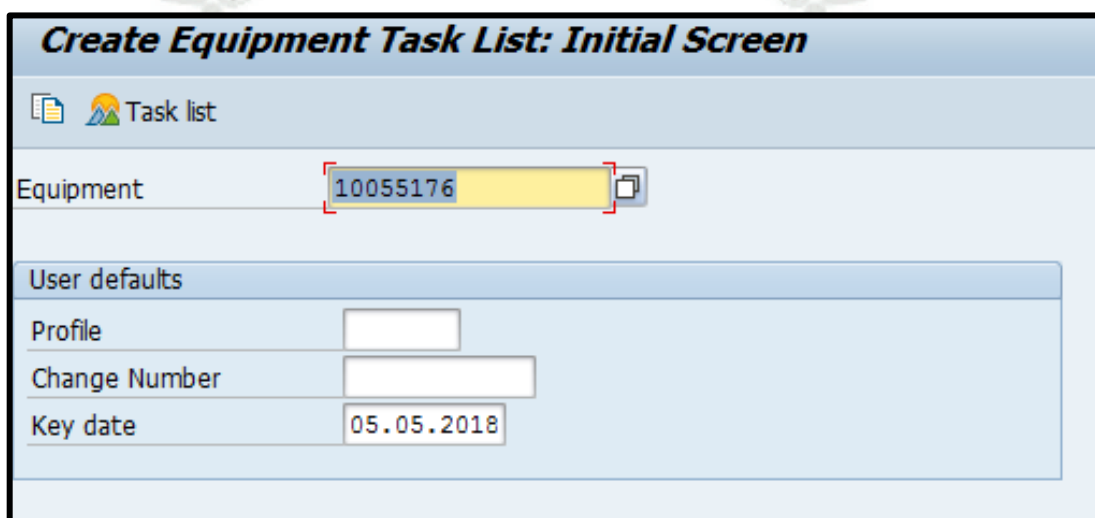
Para este estudio se crearon las siguientes estrategias:

- LJY001 - LAJOYA 6 Month Strategy
- LJY002 - LAJOYA 12 Monthly Strategy
- LJY003 - LAJOYA 250HR Strategy
- LJY004 - LAJOYA Yearly Strategy
- LJY005 - LAJOYA 3 Month Strategy

### 5.5.1.3. Etapa 3: “Crear hoja de ruta”

En la **transacción IA01** se genera la hoja de ruta donde se especifica las actividades que se realizarán para el mantenimiento del equipo.

*Figura 12: Crear hoja de ruta*



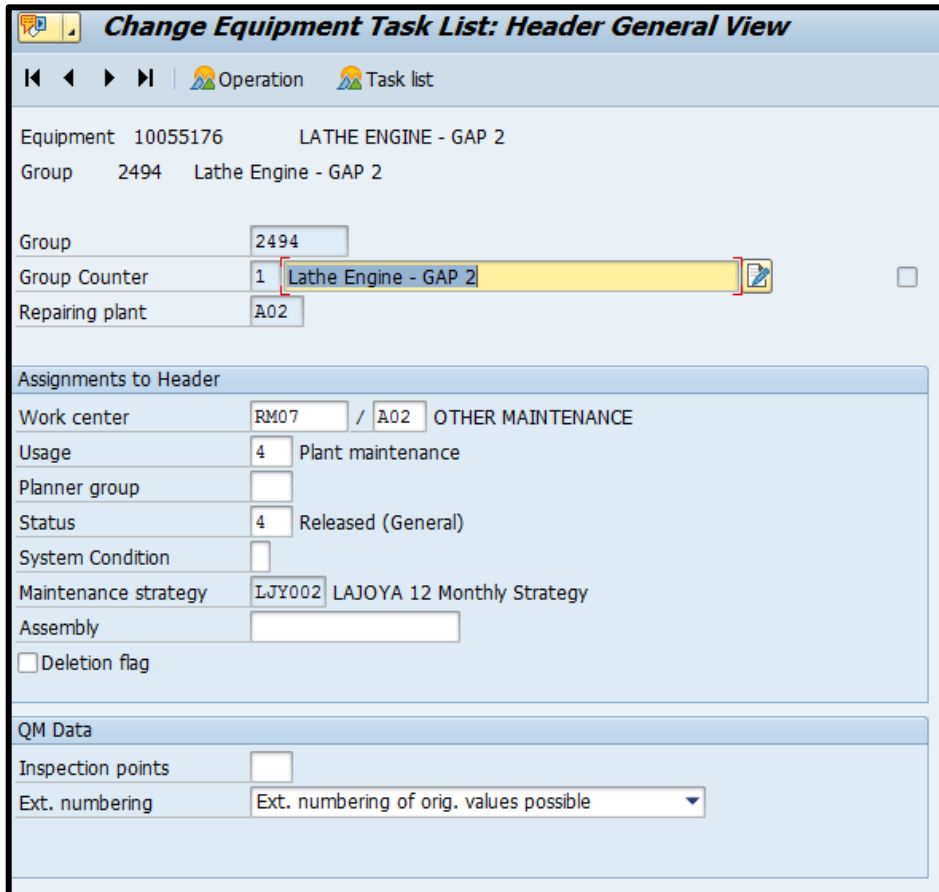
Create Equipment Task List: Initial Screen	
Task list	
Equipment	10055176
User defaults	
Profile	
Change Number	
Key date	05.05.2018

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*




La hoja de ruta va asociada al equipo en evaluación y se le asocia una estrategia.

Además, se debe completar información como: uso de la hoja de ruta al que irá asociado, que en este caso sería **Planta de mantenimiento** y se debe liberar la hoja de ruta en el estatus.


*Figura 13: Generalidad de la hoja de ruta*



**Change Equipment Task List: Header General View**

Navigation:  |  Operation |  Task list

Equipment 10055176      LATHE ENGINE - GAP 2  
 Group 2494      Lathe Engine - GAP 2

Group   
 Group Counter 1     
 Repairing plant

**Assignments to Header**

Work center  /  OTHER MAINTENANCE  
 Usage  Plant maintenance  
 Planner group   
 Status  Released (General)  
 System Condition   
 Maintenance strategy  LAJOYA 12 Monthly Strategy  
 Assembly   
 Deletion flag

**QM Data**

Inspection points   
 Ext. numbering

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

Luego se debe colocar las operaciones, también llamadas actividades, que corresponden a las rutinas de mantenimiento previamente establecidas. Cada una de ellas debe ir con su duración planeada de ejecución.

Además, se debe colocar el centro de trabajo al que se cargarán las horas empleadas en cada operación, para este caso sería **RM07**.

Los centros de costos que se tiene en la empresa y los cuales son asociados al área de mantenimiento con un costo HH mínimo de \$0.01 son:

- RE18 – Mantenimiento Taller Eléctrico
- RM07 – Mantenimiento Taller Mecánico
- RW04 – Mantenimiento Taller Estructural

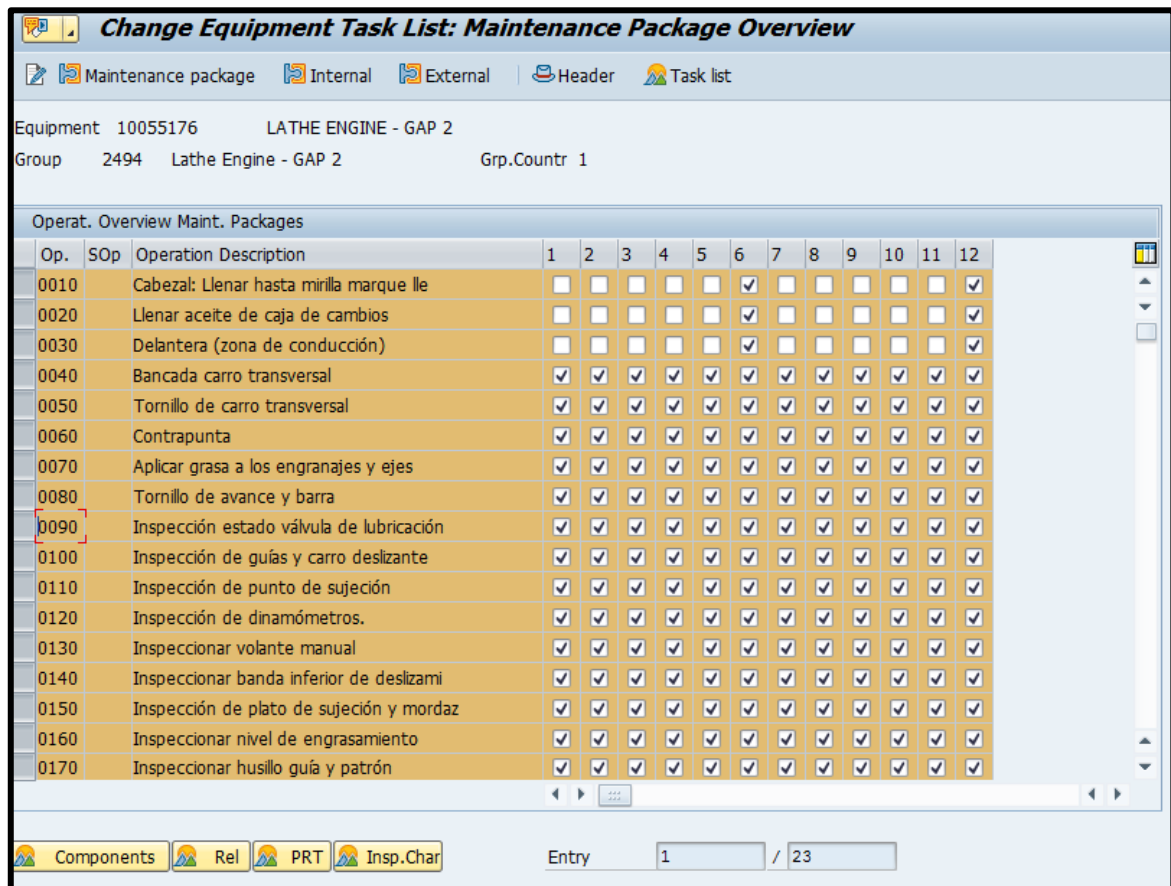
**Figura 14: Operaciones asociadas a la hoja de ruta**

Op...	SOp	Work ctr	Plnt	Ctrl	Operation Description	LT	Work	Un.	No.	Duration	Un.	C	Pct	Int. distr	Fac	ActTyp
0010		RM07	A02	PM01	Cabezal: Llenar hasta mirilla marque lle	<input type="checkbox"/>	1.0	HR		1.0	HR				1	ATC029
0020		RM07	A02	PM01	Llenar aceite de caja de cambios	<input type="checkbox"/>	1.0	HR		1.0	HR				1	ATC029
0030		RM07	A02	PM01	Delantera (zona de conducción)	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0040		RM07	A02	PM01	Bancada carro transversal	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0050		RM07	A02	PM01	Tornillo de carro transversal	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0060		RM07	A02	PM01	Contrapunta	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0070		RM07	A02	PM01	Aplicar grasa a los engranajes y ejes	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0080		RM07	A02	PM01	Tornillo de avance y barra	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0090		RM07	A02	PM01	Inspección estado válvula de lubricación	<input type="checkbox"/>	1.5	HR		1.5	HR				1	ATC029
0100		RM07	A02	PM01	Inspección de guías y carro deslizante	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0110		RM07	A02	PM01	Inspección de punto de sujeción	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0120		RM07	A02	PM01	Inspección de dinamómetros.	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0130		RM07	A02	PM01	Inspeccionar volante manual	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0140		RM07	A02	PM01	Inspeccionar banda inferior de deslizami	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0150		RM07	A02	PM01	Inspección de plato de sujeción y mordaz	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0160		RM07	A02	PM01	Inspeccionar nivel de engrasamiento	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029
0170		RM07	A02	PM01	Inspeccionar husillo guía y patrón	<input type="checkbox"/>	2.0	HR		2.0	HR				1	ATC029

**Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)**

Finalmente, en el pack de mantenimiento se determina la frecuencia que le corresponde a cada operación de la hoja de ruta.

**Figura 15: Operaciones asociadas a la hoja de ruta**



Op.	SOp	Operation Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0010		Cabezal: Llenar hasta mirilla marque lle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0020		Llenar aceite de caja de cambios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0030		Delantera (zona de conducción)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0040		Bancada carro transversal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0050		Tornillo de carro transversal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0060		Contrapunta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0070		Aplicar grasa a los engranajes y ejes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0080		Tornillo de avance y barra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0090		Inspección estado válvula de lubricación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0100		Inspección de guías y carro deslizante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0110		Inspección de punto de sujeción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0120		Inspección de dinamómetros.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0130		Inspeccionar volante manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0140		Inspeccionar banda inferior de deslizami	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0150		Inspección de plato de sujeción y mordaz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0160		Inspeccionar nivel de engrasamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
0170		Inspeccionar husillo guía y patrón	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

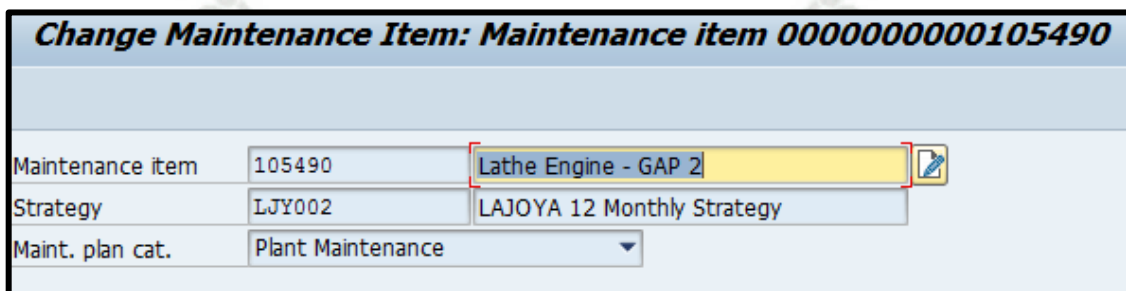
**Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)**

De esta manera obtenemos un numero de grupo que le corresponde a la hoja de ruta creada que para el estudio sería **2494**.

#### 5.5.1.4. Etapa 4: “Crear ítem de mantenimiento”

Al tener creado el equipo y la hoja de ruta, se debe generar un ítem de mantenimiento en la **transacción IP05** que irá ligado al número de equipo.

*Figura 16: Ítem de mantenimiento*



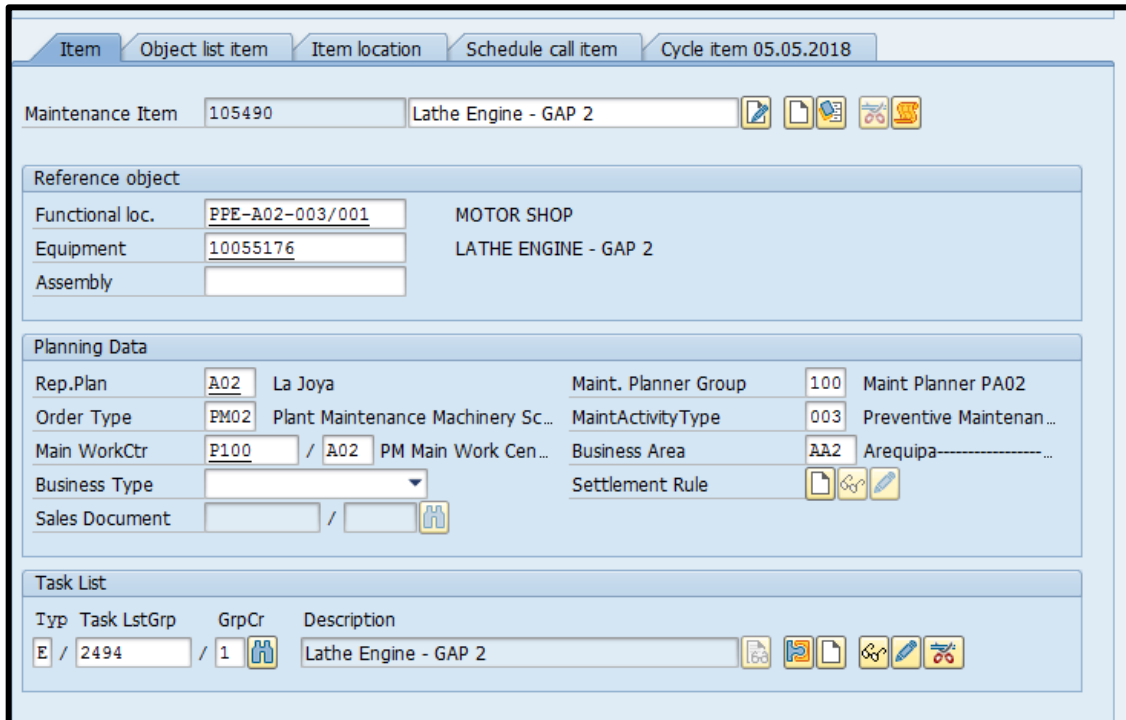
<b>Change Maintenance Item: Maintenance item 0000000000105490</b>		
Maintenance item	105490	Lathe Engine - GAP 2
Strategy	LJY002	LAJOYA 12 Monthly Strategy
Maint. plan cat.	Plant Maintenance	

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

Este ítem de mantenimiento tendrá toda la información que se le pueda asignar al equipo o todo el detalle para lo que el equipo sea asignado.

Dentro de la hoja de ruta del ítem de mantenimiento, se debe considerar el tipo y el número de hoja de ruta, los cuales serán concadenados al plan de mantenimiento posteriormente.

*Figura 17: Hoja de ruta asociada al ítem de mantenimiento*



The screenshot displays the SAP ERP 6.0 Production System interface for a maintenance item. The main window shows the following data:

- Item:** 105490, Lathe Engine - GAP 2
- Reference object:**
  - Functional loc.: PPE-A02-003/001, MOTOR SHOP
  - Equipment: 10055176, LATHE ENGINE - GAP 2
  - Assembly: (empty)
- Planning Data:**
  - Rep. Plan: A02, La Joya
  - Order Type: PM02, Plant Maintenance Machinery Sc...
  - Main WorkCtr: P100 / A02, PM Main Work Cen...
  - Business Type: (dropdown menu)
  - Sales Document: (empty) / (empty)
  - Maint. Planner Group: 100, Maint Planner PA02
  - MaintActivityType: 003, Preventive Mainten...
  - Business Area: AA2, Arequipa
  - Settlement Rule: (dropdown menu)
- Task List:**

Typ	Task LstGrp	GrpCr	Description
E	2494	1	Lathe Engine - GAP 2

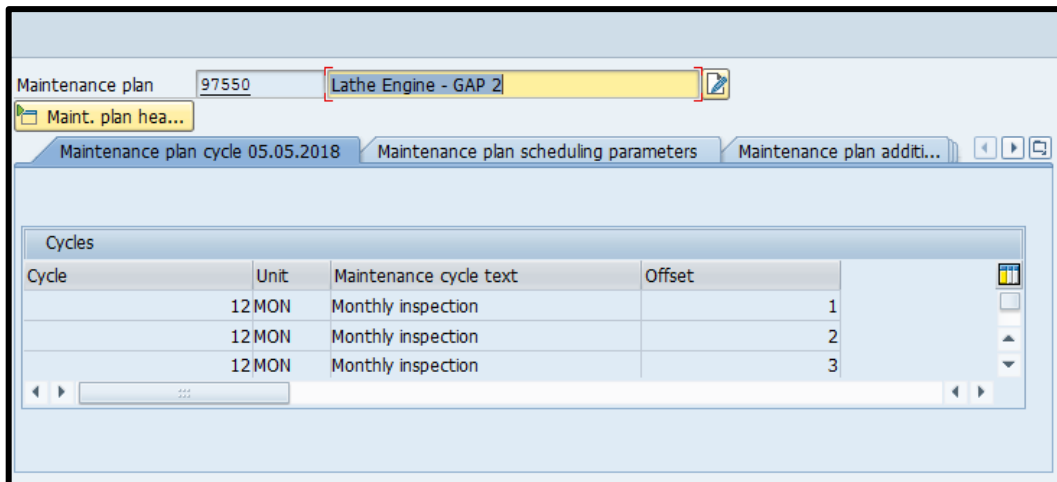
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

#### 5.5.1.5. Etapa 5: “Crear el plan de mantenimiento y programación”

Al tener un número de plan de mantenimiento, las hojas de rutas creadas para el equipo en evaluación, y el ítem de mantenimiento, el siguiente paso es asociarlos y planear la estrategia a utilizarse. Para ello se debe ingresar a la **transacción IP02**

Dentro de la pestaña de los ciclos de mantenimientos se desplegarán las operaciones y la periodicidad que corresponde a la estrategia asignada.

*Figura 18: Ciclos de mantenimiento*



The screenshot shows the SAP ERP 6.0 Production System interface for maintenance cycles. The 'Maintenance plan' is 97550 and the equipment is 'Lathe Engine - GAP 2'. The active tab is 'Maintenance plan cycle 05.05.2018'. Below the tabs is a table with the following data:

Cycle	Unit	Maintenance cycle text	Offset
	12 MON	Monthly inspection	1
	12 MON	Monthly inspection	2
	12 MON	Monthly inspection	3

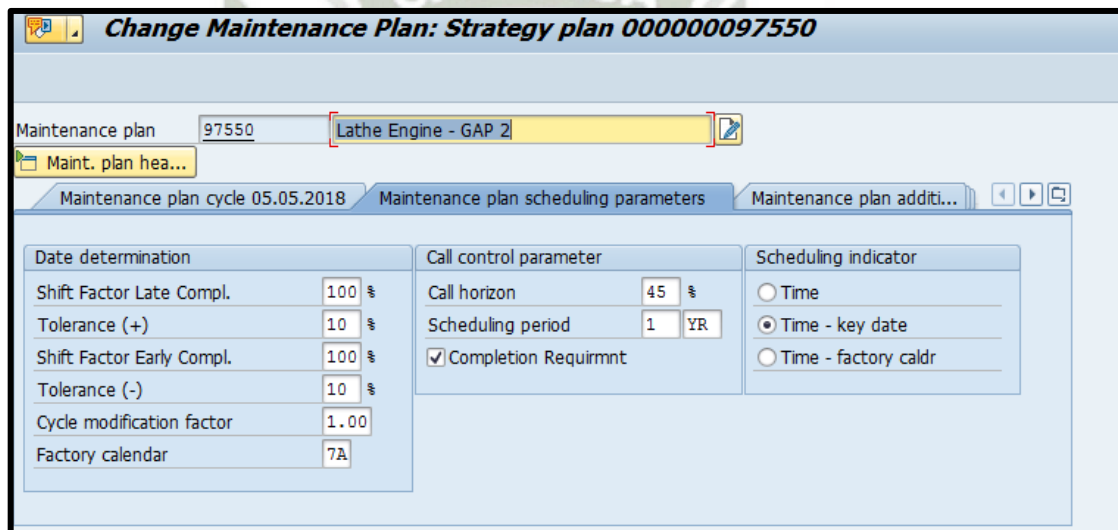
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

Además, en la misma transacción encontraremos líneas abajo, los detalles del ítem de mantenimiento, los mismo que fueron mostrados en la **Figura N°17**.

En la **transacción IP02**, en la pestaña de programación del plan de mantenimiento se genera las llamadas o notificaciones de la Orden de trabajo (OT), la cual se explicará más adelante.

Para este estudio se ha tomado como referencia un 45% en el horizonte de llamada lo que significa que la orden se generará con uno 12 días antes que se deba ejecutar, según el plan establecido. Además, se debe considera un periodo de programación de 1 año por motivo de registro de historial de mantenimientos.

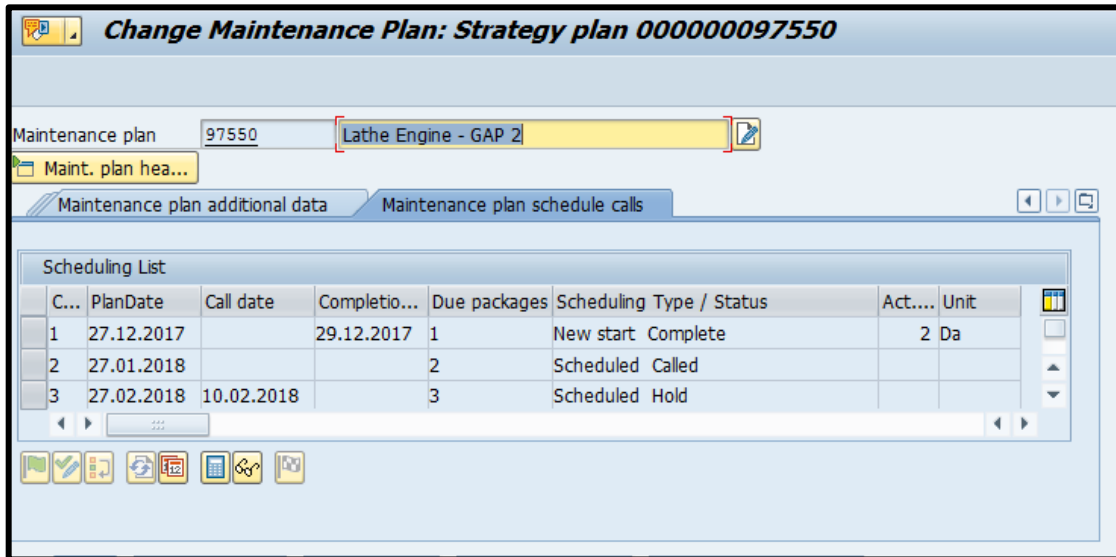
**Figura 19: Parámetro de la programación**



**Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)**

Finalmente, en la pestaña programación de llamadas se genera el plan de mantenimiento para el equipo en evaluación.

*Figura 20: Programación de llamadas del plan de mantenimiento*



C...	PlanDate	Call date	Completo...	Due packages	Scheduling Type / Status	Act....	Unit
1	27.12.2017		29.12.2017	1	New start Complete		2 Da
2	27.01.2018			2	Scheduled Called		
3	27.02.2018	10.02.2018		3	Scheduled Hold		

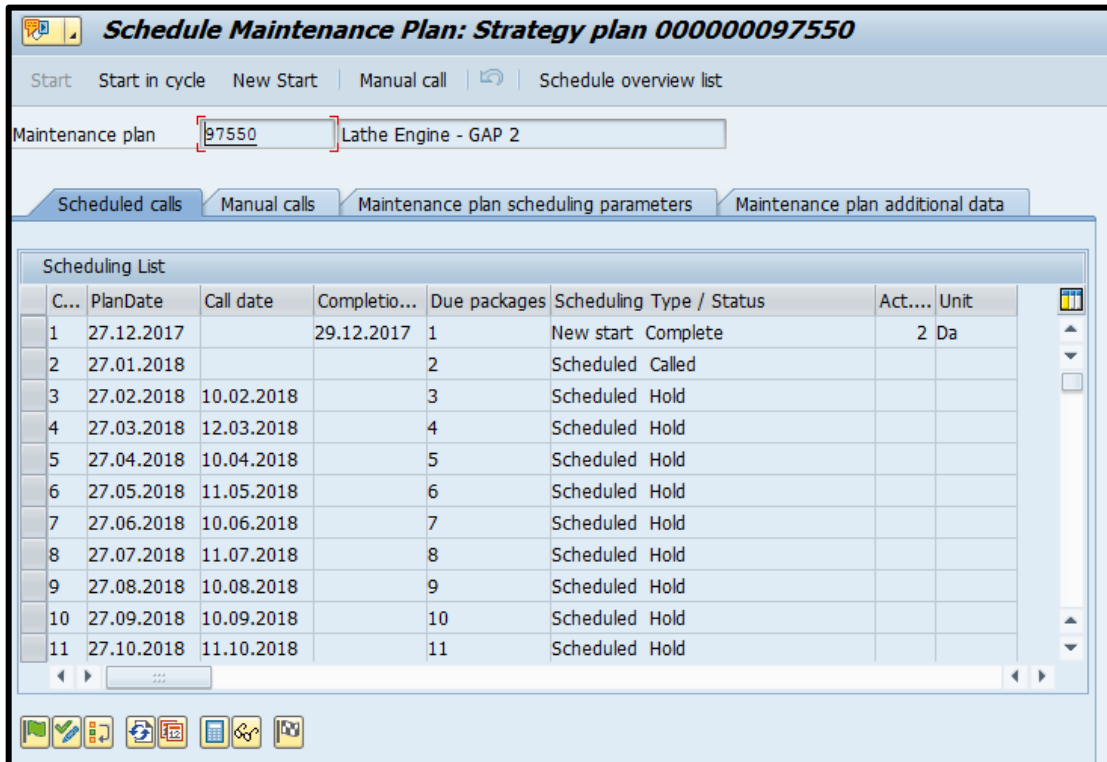
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

#### 5.5.1.6. Etapa 6: “Visualizar la programación de plan de mantenimiento”

En la **transacción IP10**, se puede visualizar toda la programación que se realizó al momento de crear el plan de mantenimiento.

En la Figura N°21, se observa las fechas planeadas para el mantenimiento del equipo, las fechas en las que se notificará la OT, las fechas de ejecución del mantenimiento planeado y el status de la programación.

*Figura 21: Llamadas o notificaciones generadas*



C...	PlanDate	Call date	Completio...	Due packages	Scheduling Type / Status	Act....	Unit
1	27.12.2017		29.12.2017	1	New start Complete		2 Da
2	27.01.2018			2	Scheduled Called		
3	27.02.2018	10.02.2018		3	Scheduled Hold		
4	27.03.2018	12.03.2018		4	Scheduled Hold		
5	27.04.2018	10.04.2018		5	Scheduled Hold		
6	27.05.2018	11.05.2018		6	Scheduled Hold		
7	27.06.2018	10.06.2018		7	Scheduled Hold		
8	27.07.2018	11.07.2018		8	Scheduled Hold		
9	27.08.2018	10.08.2018		9	Scheduled Hold		
10	27.09.2018	10.09.2018		10	Scheduled Hold		
11	27.10.2018	11.10.2018		11	Scheduled Hold		

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

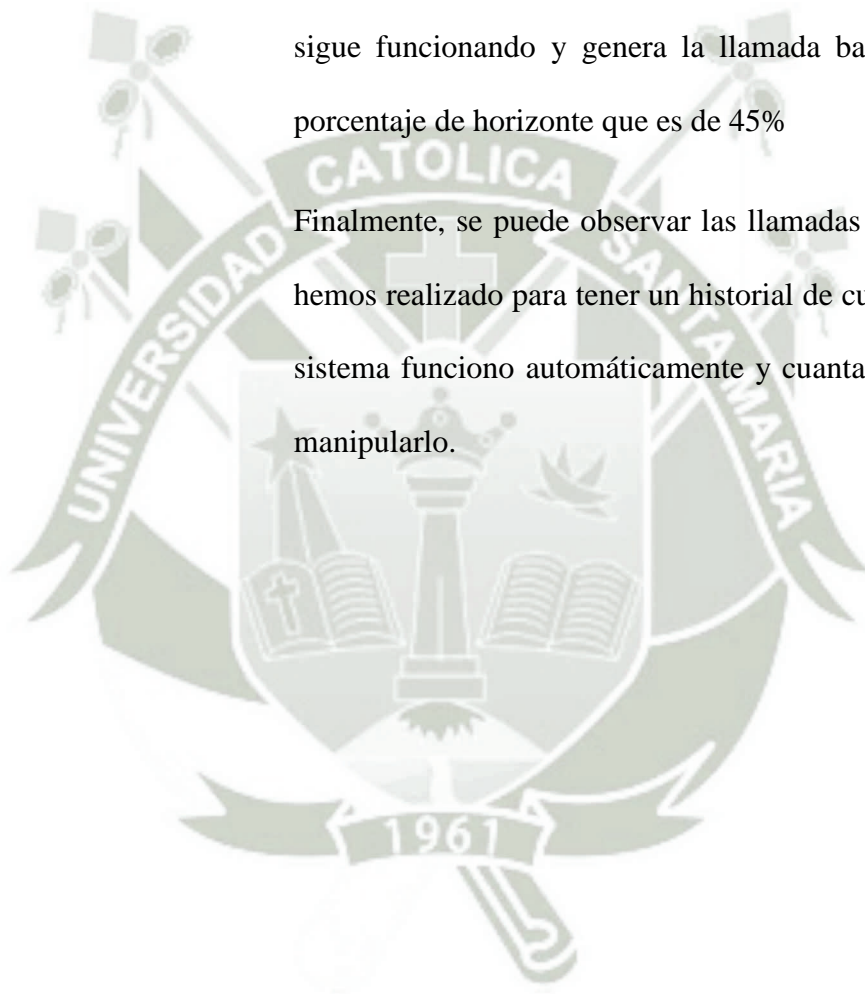
Cabe mencionar que, las llamadas generadas son automáticas y se basan en la periodicidad determinada anteriormente. Sin embargo, es posible realizar llamadas manuales de acuerdo con nuestra necesidad.

Estas llamadas manuales generalmente son generadas cuando el mantenimiento del equipo no se realizó en su fecha programada y la OT fue cerrada, por lo que necesita ser pospuesta y/o reprogramada manualmente.

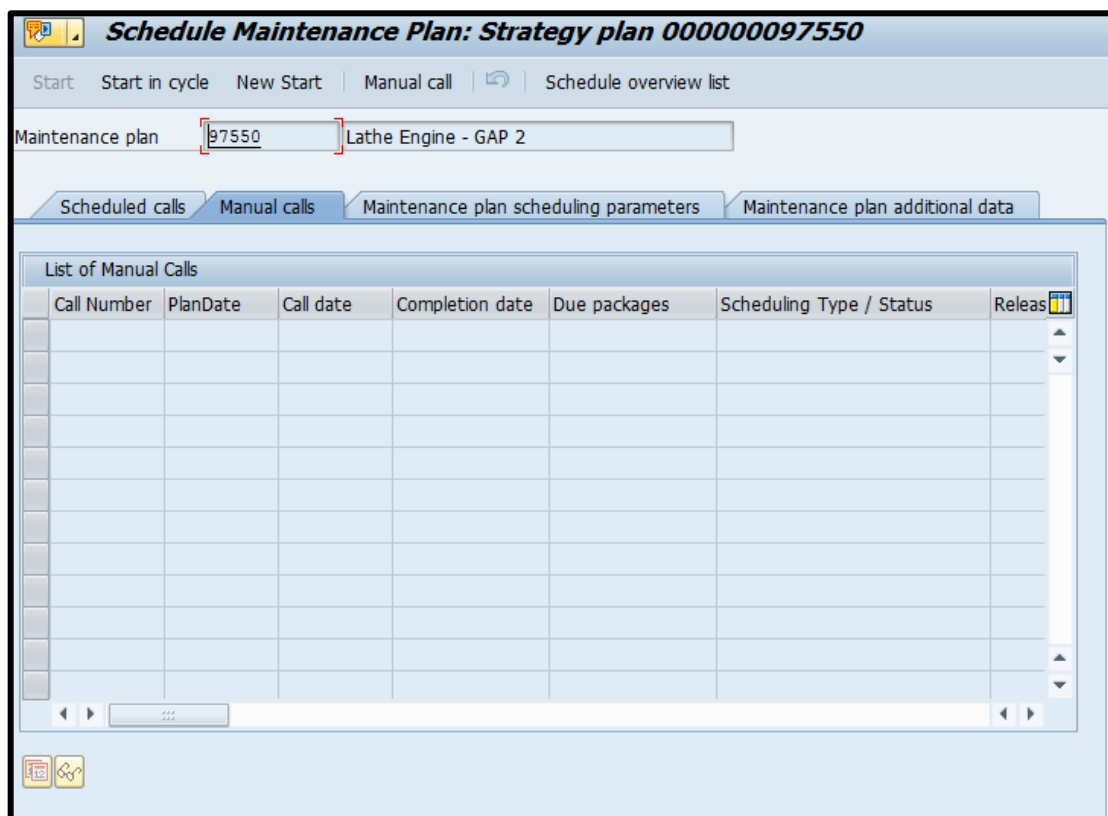
Para proceder con la llamada manual, se debe seleccionar la fecha que se desea adelantar y se libera la llamada, dando pase a que se introduzca la nueva fecha de ejecución para el mantenimiento que se desee.

De esa manera, la fecha de ejecución cambia, pero eso no significa que la llamada será inmediata, sino que el sistema sigue funcionando y genera la llamada basándose en el porcentaje de horizonte que es de 45%

Finalmente, se puede observar las llamadas manuales que hemos realizado para tener un historial de cuántas veces el sistema funcionó automáticamente y cuántas tuvimos que manipularlo.



*Figura 22: Llamadas manuales en el plan de mantenimiento*



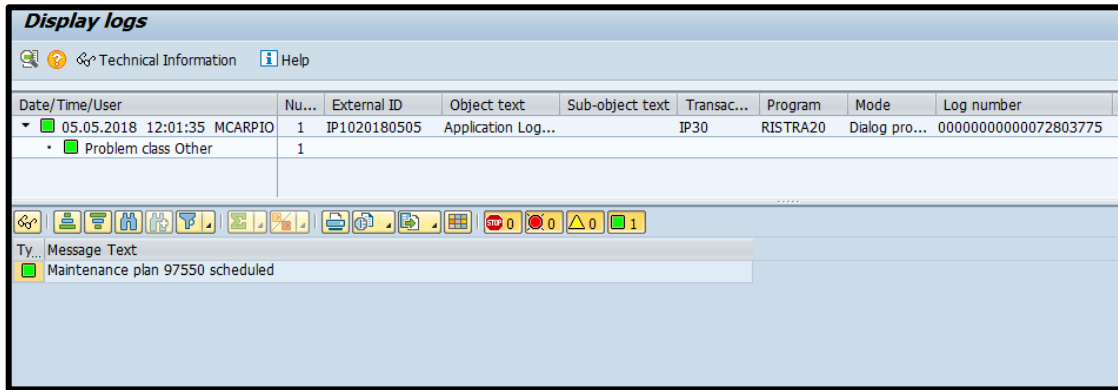
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

#### 5.5.1.7. Etapa 7: “Monitoreo de la programación de los planes de mantenimiento”

En la **transacción IP30**, se monitorea la programación que se ha realizado de acuerdo las llamadas y/o notificaciones de los mantenimientos del equipo.

Esta transacción monitorea los planes de mantenimiento más no las OT.

*Figura 23: Registro de planes de mantenimiento*



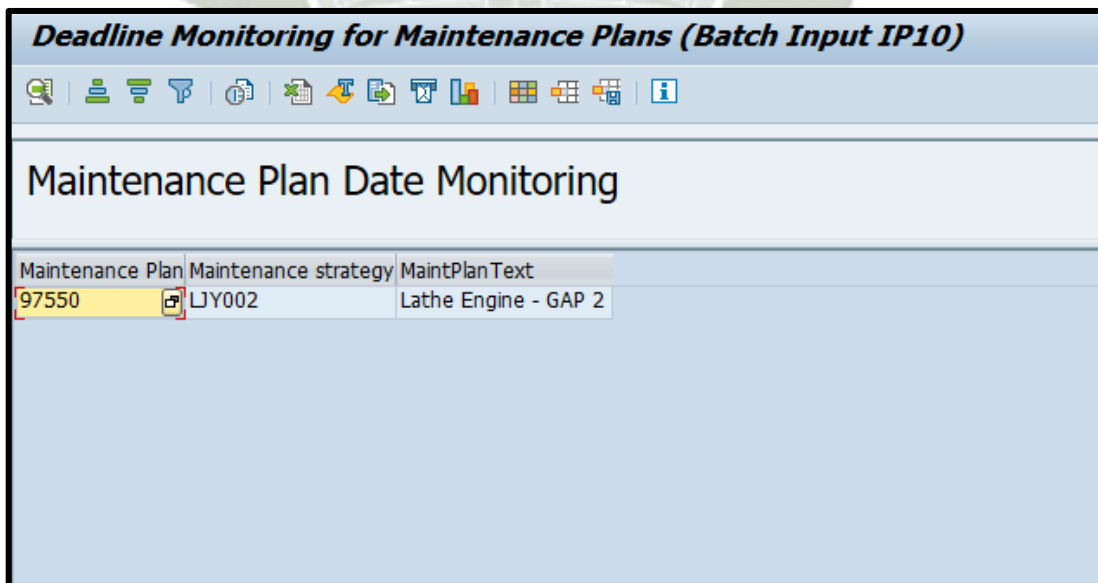
Date/Time/User	Nu...	External ID	Object text	Sub-object text	Transac...	Program	Mode	Log number
05.05.2018 12:01:35 MCARPIO	1	IP1020180505	Application Log...		IP30	RISTRA20	Dialog pro...	00000000000072803775
<ul style="list-style-type: none"> <li>Problem class Other</li> </ul>								

Message Text  
Maintenance plan 97550 scheduled

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

Además, nos muestra mayor detalle del plan de mantenimiento como su estrategia aplicada y el nombre del equipo al cual nos referimos.

*Figura 24: Detalle del registro de plan de mantenimiento*



Maintenance Plan	Maintenance strategy	MaintPlanText
97550	LJY002	Lathe Engine - GAP 2

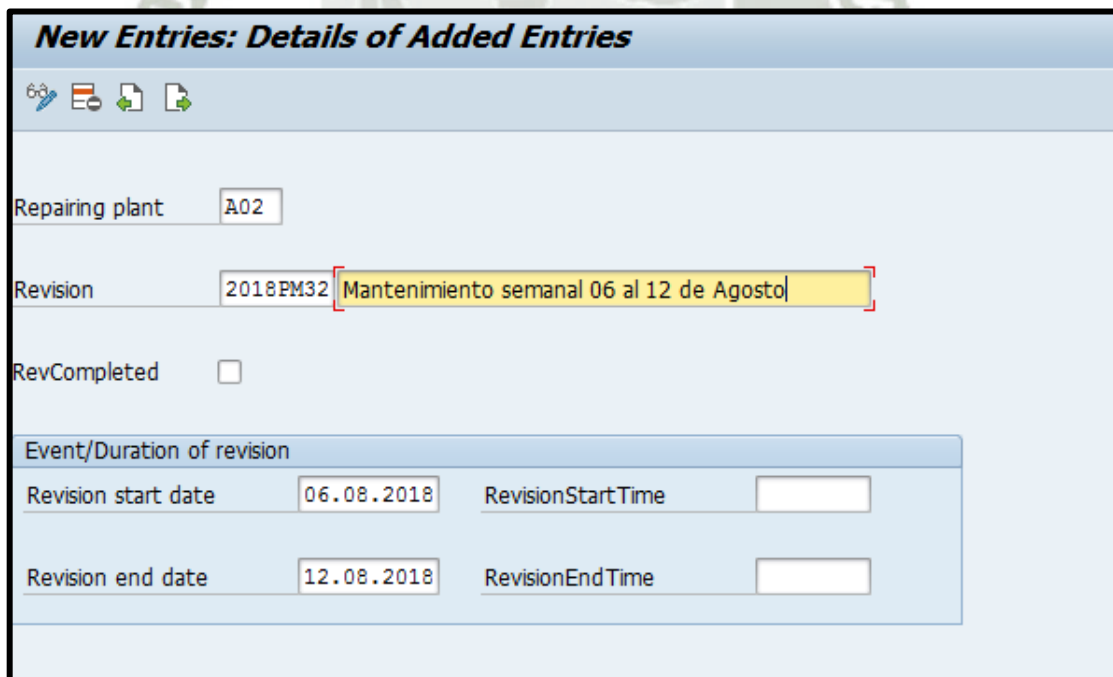
*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

### 5.5.1.8. Etapa 8: “Generación de revisiones”

Las revisiones o también llamadas semanas son creadas para todo el año y sirven para que las ordenes de trabajo que se generen vayan asignadas a ellas, de manera que se tenga un inicio y un fin, dando como holgura 7 días para poder ejecutar el mantenimiento planeado.

En la **transacción OIOB** se crean las revisiones introduciendo la planta en la que se están generando, el nombre de la revisión y su descripción, su fecha de inicio y de fin de la semana que se está añadiendo.

*Figura 25: Crear revisiones*



**New Entries: Details of Added Entries**

Repairing plant

Revision

RevCompleted

Event/Duration of revision

Revision start date	<input type="text" value="06.08.2018"/>	RevisionStartTime	<input type="text"/>
Revision end date	<input type="text" value="12.08.2018"/>	RevisionEndTime	<input type="text"/>

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

### 5.5.1.9. Etapa 9: “Generación de órdenes de trabajo”

Las órdenes de trabajo (OT) son generadas automáticamente por el SAP. Éstas tienen toda la información que se ha detallado anteriormente ya que a ellas van asociados el plan de mantenimiento, ítem de mantenimiento, hoja de ruta, etc.

Como se mencionó anteriormente las llamadas se liberan al 45% de la fecha de ejecución (12 días antes). Lo cual significa que la orden de trabajo será generada en el momento correspondiente por el plan de mantenimiento con estatus CTRD (creada), pero sólo serán liberadas manualmente cuando el usuario desee ejecutarlas.

Dentro de las OT se tienen dos tipos: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

Todas las órdenes de trabajo por un mantenimiento correctivo son generadas manualmente y el número que se genera es de la siguiente manera: **7277077**. Mientras que las órdenes de trabajo por un mantenimiento preventivo son las que mencionamos que son generadas automáticamente por el sistema y sus números son de la siguiente manera: **8138021**

Para el estudio realizado se tiene en cuenta el tipo de mantenimiento, el cual es identificado de la siguiente manera:

- PM01 - Plant Maintenance Machinery General
- PM02 - Plant Maintenance Machinery Scheduled
- PM11 - Plant Maintenance Building General
- PM12 - Plant Maintenance Building Scheduled

Además, cada orden presenta diferentes estatus. Los estatus que nos indican su situación en el sistema son:

- CRTD – Creado
- CSER – Error en el cálculo de costo
- MANC – Disponibilidad no verificada
- NMAT – Materiales no disponibles
- PRC – Precalculado

Los estatus que nos indican la necesidad de repuestos con números de parte (repuestos de fábrica) necesarios para la OT son:

- INIT -Inicial
- YPIC – Si recoger
- NPIC - No recoger
- LOCK – Bloqueado

Por último, los estatus que se consideran para la OT y los cuales reflejan la etapa en la que se encuentra son:

- COMP – Trabajo terminado
- ASSY – Ensamble

A continuación, se muestra la lista de ordenes de trabajo generadas y las revisiones que fueron creadas anteriormente y que ahora se les asignó a cada OT.

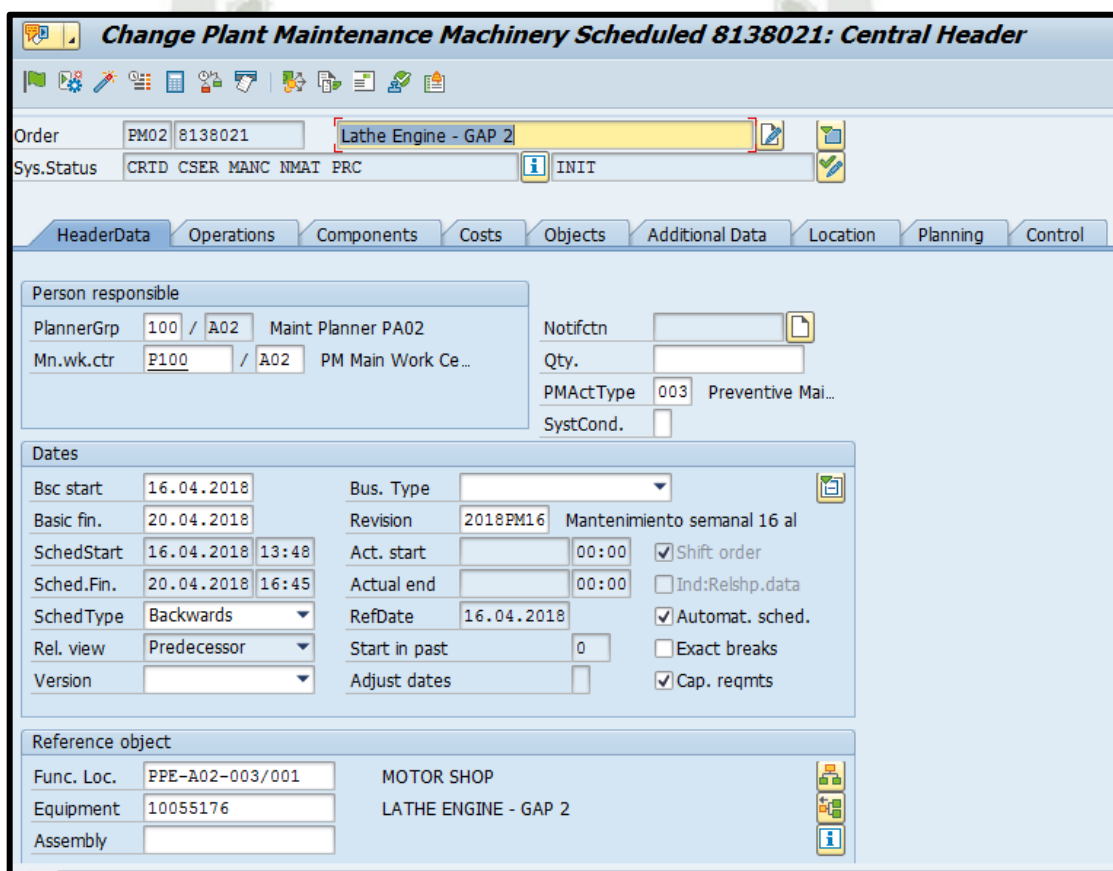
**Figura 26: Listado de órdenes generadas por el SAP**

Change Service Order: List of Orders												
Rev	Revision	Order	Type	Equipment	Description	System status	RPt	Mn.wk...	Assembly	CoCode	ΣActTotSum	ΣSumTotPl...
		8140063	PM02	10055177	Drill Radial	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	2,421.72
		8140064	PM02	10055180	Press Drill 3/4	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	1,383.84
		8140065	PM02	10055231	Bug-O Welding Car	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	1,556.82
		8140069	PM02	10057272	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140070	PM02	10057276	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140071	PM02	10057292	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140072	PM02	10057279	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140073	PM02	10057285	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	172.98
		8140074	PM02	10057280	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140075	PM02	10057281	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140076	PM02	10057288	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140077	PM02	10057283	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	217.86
		8140078	PM02	10055213	Mig Welding Machine...	CRTD CSER MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8140079	PM02	10057286	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	172.98
		8140080	PM02	10057287	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8140081	PM02	10057289	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8140082	PM02	10057290	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8140083	PM02	10057291	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8140084	PM02	10057293	Mig Welding Machine...	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8140241	PM02	10055182	Grinder Pedestal 12	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.03
		8140242	PM02	10055228	Booth Sandblast/Paint	CRTD MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.48
	2018PM16	8137435	PM02	10055195	Armature Winding S...	CRTD CSER MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8137436	PM02	10055196	Armature Winding S...	CRTD CSER MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8137437	PM02	10055197	Shears Manual	CRTD CSER MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8137439	PM02	10055199	Resistance Welding ...	CRTD CSER MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00
		8137440	PM02	10055201	Wedge Cutting Tabl...	CRTD CSER MANC NMAT PRC	A02	P100		PEP3	0.00	0.00

**Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)**

En cada orden de trabajo se muestra su información general y se puede añadir actividades que no fueron consideradas en las hojas de ruta, así como los consumibles y repuestos necesarios para el mantenimiento del equipo.

*Figura 27: Orden de trabajo*



**Change Plant Maintenance Machinery Scheduled 8138021: Central Header**

Order: PM02 8138021 | Lathe Engine - GAP 2

Sys.Status: CRTD CSER MANC NMAT PRC | INIT

HeaderData | Operations | Components | Costs | Objects | Additional Data | Location | Planning | Control

**Person responsible**

PlannerGrp: 100 / A02 | Maint Planner PA02

Mn.wk.ctr: P100 / A02 | PM Main Work Ce...

Notifctn: [ ]

Qty: [ ]

PMActType: 003 | Preventive Mai...

SystCond: [ ]

**Dates**

Bsc start: 16.04.2018 | Bus. Type: [ ]

Basic fin.: 20.04.2018 | Revision: 2018PM16 | Mantenimiento semanal 16 al

SchedStart: 16.04.2018 13:48 | Act. start: [ ] 00:00 |  Shift order

Sched.Fin.: 20.04.2018 16:45 | Actual end: [ ] 00:00 |  Ind:Relshp.data

SchedType: Backwards | RefDate: 16.04.2018 |  Automat. sched.

Rel. view: Predecessor | Start in past: 0 |  Exact breaks

Version: [ ] | Adjust dates: [ ] |  Cap. reqmts

**Reference object**

Func. Loc.: PPE-A02-003/001 | MOTOR SHOP

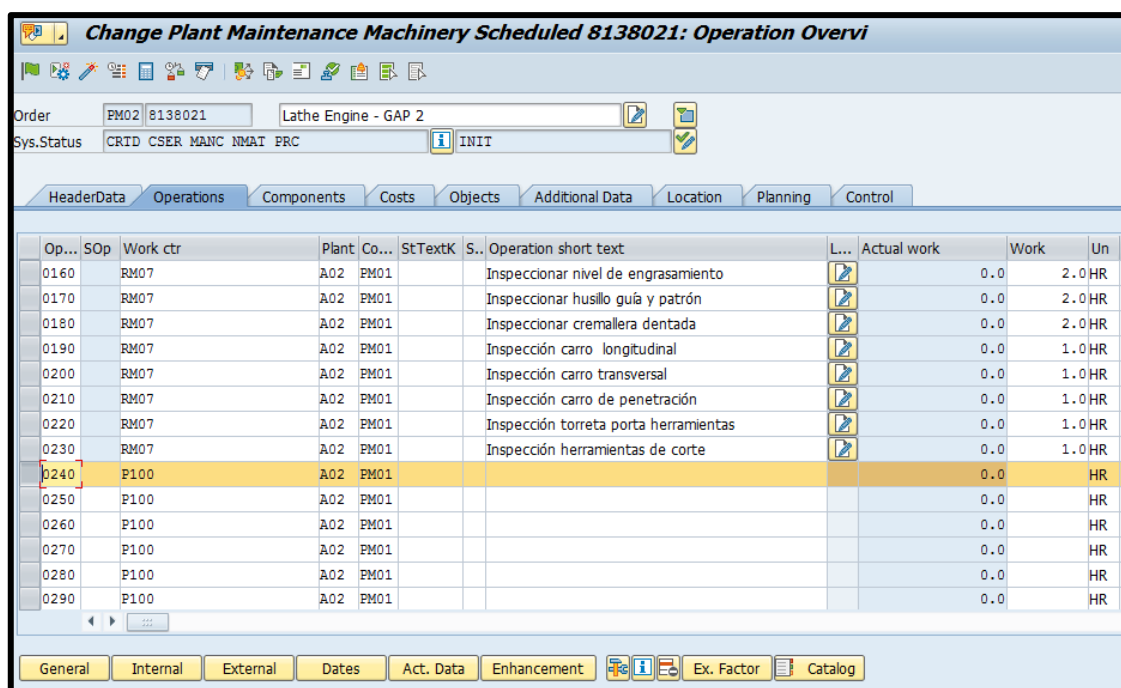
Equipment: 10055176 | LATHE ENGINE - GAP 2

Assembly: [ ]

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

Como se mencionó líneas arriba, para añadir actividades no consideradas en la hoja de ruta creada se entra a la pestaña operaciones y se ingresa manualmente lo necesario.

**Figura 28: Actividades en la OT**

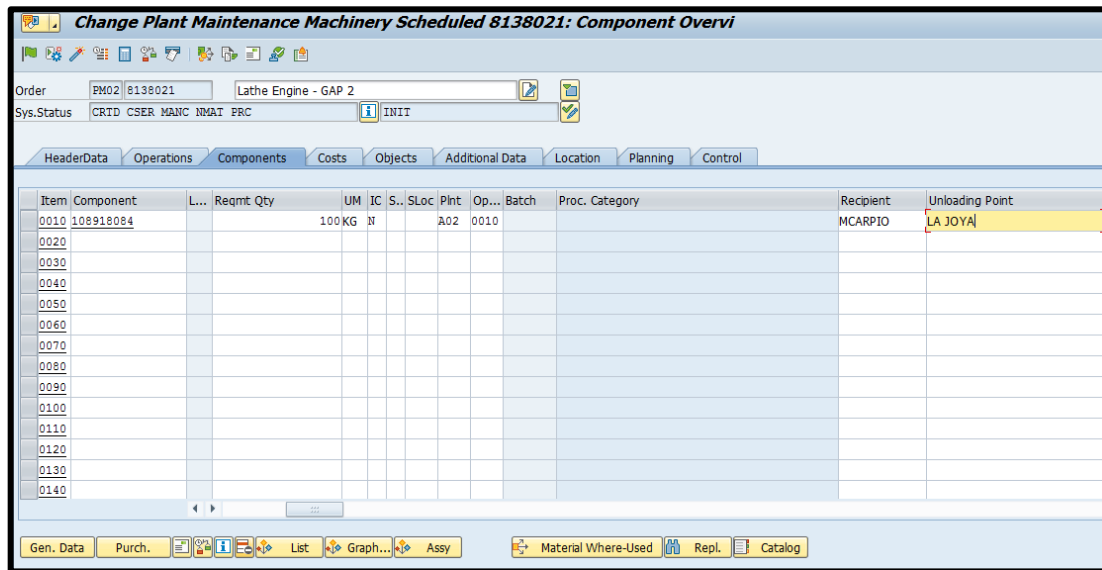


Op...	SOp	Work ctr	Plant	Co...	StTextK	S.	Operation short text	L...	Actual work	Work	Un
0160		RM07	A02	PM01			Inspeccionar nivel de engrasamiento		0.0	2.0	HR
0170		RM07	A02	PM01			Inspeccionar husillo guía y patrón		0.0	2.0	HR
0180		RM07	A02	PM01			Inspeccionar cremallera dentada		0.0	2.0	HR
0190		RM07	A02	PM01			Inspección carro longitudinal		0.0	1.0	HR
0200		RM07	A02	PM01			Inspección carro transversal		0.0	1.0	HR
0210		RM07	A02	PM01			Inspección carro de penetración		0.0	1.0	HR
0220		RM07	A02	PM01			Inspección torreta porta herramientas		0.0	1.0	HR
0230		RM07	A02	PM01			Inspección herramientas de corte		0.0	1.0	HR
0240		P100	A02	PM01					0.0		HR
0250		P100	A02	PM01					0.0		HR
0260		P100	A02	PM01					0.0		HR
0270		P100	A02	PM01					0.0		HR
0280		P100	A02	PM01					0.0		HR
0290		P100	A02	PM01					0.0		HR

**Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)**

Así mismo, para añadir consumibles o repuestos se ingresa a la pestaña componentes y se ingresa el código del material solicitado.

*Figura 29: Componentes en la OT*



The screenshot displays the SAP 'Change Plant Maintenance Machinery Scheduled 8138021: Component Overvi' window. The table below represents the data shown in the 'Components' tab.

Item	Component	L...	Reqmt Qty	UM	IC	S...	SLoc	Plnt	Op...	Batch	Proc. Category	Recipient	Unloading Point
0010	108918084			100 KG	N			A02	0010			MCARPIO	LA JOYA
0020													
0030													
0040													
0050													
0060													
0070													
0080													
0090													
0100													
0110													
0120													
0130													
0140													

*Fuente y elaboración: SAP ERP 6.0 Production System (2017)*

### 5.6. Análisis de costos por mantenimiento preventivo

Así como todo el proceso realizado para la obtención de un plan de mantenimiento preventivo efectivo y los distintos análisis de criticidad que se hizo para la obtención de mayor información para esta investigación; es importante considerar que los todos los mantenimientos realizados a los distintos equipos van a incurrir en costos, los cuales luego afectaran al margen de ganancia obtenido por el servicio brindado de reparación de componentes de los equipos de las minas.

A continuación, se muestran los costos del mantenimiento preventivo por taller, sólo para los equipos críticos.

### 5.6.1. Costos de mantenimiento preventivo Taller Eléctrico

Dentro de los costos del taller eléctrico se debe tener en cuenta que el costo de hora -hombre es de 54 dólares siendo para los técnicos contratados, mientras que para los practicantes se considera un sueldo fijo de 1500 soles, lo cuales representan 8.82 soles la hora-hombre.

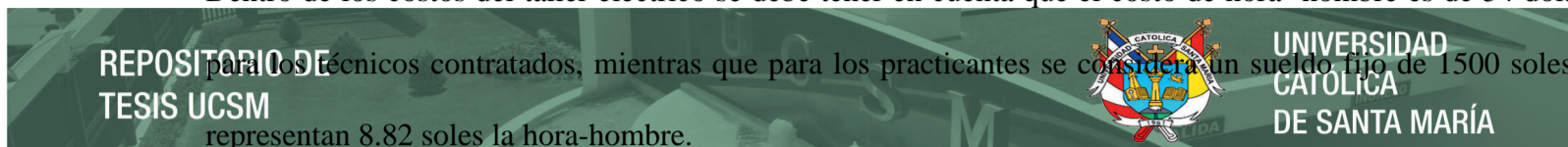


Tabla 32: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Torno

Nombre del equipo:	Torno 45 x 120	Código:		SAP 10055176		
		Marca:		Lagun Republic Machine Tool		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	15.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 16.50
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.80	S/. 57.60
alcohol isopropilico		Perú Quimicos	2.0	Litro	S/. 20.40	S/. 40.80
aceite mobil hydraulic		Mobil	0.3	Litro	S/. 12.20	S/. 3.05
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 117.95</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Calibración punta y bancada		Hartmetall	1.0	Srv	S/. 1,520.00	S/. 1,520.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,520.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 896.40</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 2,534.35</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Urrea	1.0	Unidad		
Brocha		Générico	2.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		
Multimetro		Fluke	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (23 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 33: Costos de mantenimiento preventivo mensual de VPI System

Nombre del equipo:	VPI System	Código:		SAP 10055188		
		Marca:		IMPRES		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.81	S/. 57.62
Espuma industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Válvula de bola W/5220		Gemini	1.0	Unidad	S/. 165.17	S/. 165.17
Sensor nivel bajo		Imprex	1.0	Unidad	S/. 348.30	S/. 348.30
Sensor nivel alto		Imprex	1.0	Unidad	S/. 194.22	S/. 194.22
Empaque		Genérico	4.0	Unidad	S/. 2.70	S/. 10.80
Sensor RTD		Imprex	1.0	Unidad	S/. 28.49	S/. 28.49
Sello del tanque		Genérico	2.0	Unidad	S/. 82.45	S/. 164.90
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,032.97</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Instalación repuestos		Imprex	1.0	Srv	S/. 1,107.00	S/. 1,107.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,107.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
Practicante		1.0	5.0	Hora	S/. 8.82	S/. 44.10
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 940.50</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 3,080.47</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Urrea	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (23 de abril del 2018)

Tabla 34: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Cabina de pintado

Nombre del equipo:	Cabina de pintado	Código:		SAP 10055201		
		Marca:		Spray Systems		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	5.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 5.50
WD40		WD40	1.0	Botella	S/. 28.80	S/. 28.80
Detergente		Simply Green	0.6	Galón	S/. 96.00	S/. 57.60
Espuma industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Plástico		Genérico	2.0	Metros	S/. 3.19	S/. 6.38
Filtros de aire		G&G	15.0	Unidad	S/. 46.79	S/. 701.85
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 863.60</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Cortado de filtros		M&J Consorcio	1.0	Srv	S/. 150.00	S/. 150.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 150.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 896.40</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 1,910.00</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Stanley	1.0	Unidad		
Alicate universal		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (24 de abril del 2018)

Tabla 35: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Test Stand Motor

Nombre del equipo:	Test Stand Motor	Código:		SAP 10055235		
		Marca:		Phenix		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
Repuestos		Phenix	1.0	Paquete	S/. 1,396.61	S/. 1,396.61
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,595.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Calibración		Phenix	1.0	Srv	S/. 4,515.00	S/. 4,515.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 4,515.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 179.28	S/. 896.40
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 896.40</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 7,007.01</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (24 de abril del 2018)

Tabla 36: Costos de mantenimiento preventivo mensual de JIB Crane

Nombre del equipo:	JIB Crane	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:		Taller Eléctrico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	3.0	Botella	S/. 28.80	S/. 86.40
HSS 2000		Wurth	3.0	Botella	S/. 44.52	S/. 133.56
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	0.5	Galón	S/. 13.66	S/. 6.83
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 310.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 2,128.00	S/. 2,128.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,128.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 179.28	S/. 6,095.52
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 6,095.52</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 8,534.13</b>

Fuente: Elaboración propia (25 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 37: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Puente Grúa

Nombre del equipo:	Puente Grúa	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
HSS 2000		Wurth	5.0	Botella	S/. 44.52	S/. 222.60
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	1.0	Galón	S/. 13.66	S/. 13.66
Trapo industrial		Genérico	100.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 110.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 519.08</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,600.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	17.0	Hora	S/. 179.28	S/. 3,047.76
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 3,047.76</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 5,166.84</b>

Fuente y elaboración propia (25 de abril del 2018)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 5.6.2. Costos de mantenimiento preventivo Taller Mecánico

Dentro de los costos del taller mecánico se debe tener en cuenta que el costo de hora-hombre es de 53 dólares siendo para los técnicos contratados, mientras que para los practicantes se considera un sueldo fijo de 1500 soles, lo cuales representan 8.82 soles la hora-hombre.

REPOSITORIO DE  
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA

Tabla 38: Costos de mantenimiento preventivo mensual de GML-6

Nombre del equipo:	GML-6	Código:		SAP 10055174		
		Marca:		Lagun Republic Machine Tool		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.81	S/. 57.62
Alcohol isopropilico		Wurth	0.5	Litro	S/. 44.52	S/. 22.26
Muela abrasiva		Norton	1.0	Unidad	S/. 1,052.77	S/. 1,052.77
Aceite mobil hydraulic		Mobil	0.5	Litro	S/. 12.22	S/. 6.11
Escobas		Clorinda	1.0	Unidad	S/. 15.25	S/. 15.25
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,217.48</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Succión de grasa		DISAL	1.0	Cisterna	S/. 2,333.33	S/. 2,333.33
Limpieza		AquaPlas	1.0	Cisterna	S/. 200.00	S/. 200.00
Calibración cuñas de los ejes		Hartmetall	1.0	Srv	S/. 1,643.38	S/. 1,643.38
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 4,176.71</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 879.80
Practicante		1.0	5.0	Hora	S/. 8.82	S/. 44.10
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 923.90</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 6,318.09</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Urrea	1.0	Unidad		
Cintillos		Kec	10.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuent: Elaboración propia (26 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 39: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Torno

Nombre del equipo:	Torno 45 x 120	Código:		SAP 10055175		
		Marca:		Lagun Republic Machine Tool		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	15.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 16.50
WD40		WD40	2.0	Botella	S/. 28.80	S/. 57.60
alcohol isopropilico		Perú Químicos	2.0	Litro	S/. 20.40	S/. 40.80
aceite mobil hydraulic		Mobil	0.3	Litro	S/. 12.20	S/. 3.05
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 117.95</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Calibración punta y bancada		Hartmetall	1.0	Srv	S/. 1,520.00	S/. 1,520.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,520.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 879.80
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 879.80</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 2,517.75</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves conbinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Urrea	1.0	Unidad		
Brocha		Générico	2.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		
Multímetro		Fluke	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (27 de abril del 2018)

Tabla 40: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Lavadora a vapor

Nombre del equipo:	Lavadora a vapor	Código:		SAP 10055168		
		Marca:		Hotsy		
		Ubicación:		Taller Mecánico		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	20.00	Unidad	S/. 1.10	S/. 22.00
WD40		WD40	2.00	Botella	S/. 28.80	S/. 57.60
alcohol isopropilico		Perú Químicos	0.50	Litro	S/. 20.40	S/. 10.20
Detergente		Simply Green	0.60	Galón	S/. 96.00	S/. 57.60
Esponja industrial		Scotchbrite	1.00	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Mangueras		Hidro	2.00	Metros	S/. 430.00	S/. 860.00
Boquilla		HidroJet	2.00	Unidad	S/. 12.00	S/. 24.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,094.87</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento total		Lubermann	1.0	Cisterna	S/. 900.00	S/. 900.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 900.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 175.96	S/. 879.80
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 879.80</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 2,874.67</b>
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Publicación conbinada con fines académicos e investigativos		Stanley	1.0	Juego		
Elase en el taller en el caso de referenciar esta tesis		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Stanley	1.0	Unidad		
Alicate universal		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmamdor plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (28 de abril del 2018)

Tabla 41: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Lavadora de partes

Nombre del equipo:	Lavadora de partes	Código:		SAP 10055168		
		Marca:		Hotsy		
Ubicación:		Taller Mecánico				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
TECS Industrial		Genérico	50.00	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
WD40		WD40	5.00	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
alcohol isopropilico		Perú Químicos	4.00	Litro	S/. 20.40	S/. 81.60
Detergente		Power Kleen	18.30	Galón	S/. 63.92	S/. 1,169.74
Esponja industrial		Scotchbrite	3.00	Unidad	S/. 63.47	S/. 190.41
<b>Total Consumibles</b>					<b>S/. 1,640.75</b>	
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Succión de grasa		DISAL	1.0	Srv	S/. 2,333.33	S/. 2,333.33
<b>Total Servicios</b>					<b>S/. 2,333.33</b>	
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Practicante		1.0	5.0	Hora	S/. 8.82	S/. 44.10
<b>Total Horas-Hombre</b>					<b>S/. 44.10</b>	
<b>Total</b>					<b>S/. 4,018.18</b>	
Herramientas		Marca	Cantidad	U.M		
Llaves combinadas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen milimetricas		Stanley	1.0	Juego		
Llaves allen pulgadas		Stanley	1.0	Juego		
Espatula		Stanley	1.0	Unidad		
Alicate universal		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador estrella		Stanley	1.0	Unidad		
Desarmador plano		Stanley	1.0	Unidad		

Fuente: Elaboración propia (28 de abril del 2018)

Tabla 42: Costos de mantenimiento preventivo mensual de JIB Crane

Nombre del equipo:	JIB Crane	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Mecánico		
Ubicación:		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Consumibles		WD40	3.00	Botella	S/. 28.80	S/. 86.40
WD40		WD40	3.00	Botella	S/. 44.52	S/. 133.56
HSS 2000		Wurth	3.00	Botella	S/. 44.52	S/. 133.56
Limpia contactos		3M	2.00	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	0.50	Galón	S/. 13.66	S/. 6.83
Trapo industrial		Genérico	50.00	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
<b>Total Consumibles</b>					<b>S/. 310.61</b>	
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 2,432.00	S/. 2,432.00
<b>Total Servicios</b>					<b>S/. 2,432.00</b>	
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 175.96	S/. 5,982.64
<b>Total Horas-Hombre</b>					<b>S/. 5,982.64</b>	
<b>Total</b>					<b>S/. 8,725.25</b>	

Fuente: Elaboración propia (29 de abril del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 43: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Puente Grúa

Nombre del equipo:	Puente Grúa	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Mecánico		
		Ubicación:		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
HSS 2000		Wurth	5.0	Botella	S/. 44.52	S/. 222.60
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	1.0	Galón	S/. 13.66	S/. 13.66
Trapo industrial		Genérico	100.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 110.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 519.08</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,600.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 175.96	S/. 5,982.64
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 5,982.64</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 8,101.72</b>

Fuente: Elaboración propia (29 de abril del 2018)

### 5.6.3. Costos de mantenimiento preventivo Taller Estructural

Dentro de los costos del taller estructural se debe tener en cuenta que el costo de hora -hombre es de 62 dólares siendo para los técnicos contratados, mientras que para los practicantes se considera un sueldo fijo de 1500 soles, lo cuales representan 8.82 soles la hora-hombre.

Tabla 44: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Fuente

Nombre del equipo:	Fuente	Código:		Miller		
		Marca:		Taller Estructural		
		Ubicación:		Taller Estructural		
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento total		Soldexa	18.0	Srv	S/. 459.86	S/. 8,277.48
<b>Total</b>						<b>S/. 8,277.48</b>

Fuente: Eaboración propia (30 de abril del 2018)

Tabla 45: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Alimentador

Nombre del equipo:	Alimentador	Código:		Miller		
		Marca:		Taller Estructural		
		Ubicación:		Taller Estructural		
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento total		Soldexa	15.0	Srv	S/. 22.20	S/. 333.00
<b>Total</b>						<b>S/. 333.00</b>

Fuente: Elaboración propia (30 de abril del 2018)

Tabla 46: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Cabina de granallado

Nombre del equipo:	Cabina de granallado	Código:		SAP 10055228		
		Marca:		Spray Systems		
		Ubicación:		Taller Estructural		
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Trapo industrial		Genérico	5.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 5.50
WD40		WD40	1.0	Botella	S/. 28.80	S/. 28.80
Detergente		Simply Green	0.6	Galón	S/. 96.00	S/. 57.60
Esponja industrial		Scotchbrite	1.0	Unidad	S/. 63.47	S/. 63.47
Plástico		Genérico	2.0	Metros	S/. 3.19	S/. 6.38
Filtros de aire succión		G&G	25.0	Unidad	S/. 46.79	S/. 1,169.75
Filtros de aire impulsión		G&G	15.0	Unidad	S/. 85.00	S/. 1,275.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 1,331.50</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Cortado de filtros		M&J Consorcio	1.0	Srv	S/. 150.00	S/. 150.00
Mantenimiento total		CSI	1.0	Srv	S/. 732.50	S/. 732.50
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 882.50</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Técnico		1.0	5.0	Hora	S/. 205.84	S/. 1,029.20
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 1,029.20</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 3,243.20</b>

Fuente: Elaboración propia (01 de mayo del 2018)

Tabla 47: Costos de mantenimiento preventivo mensual de JIB Crane

Nombre del equipo:	JIB Crane	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	3.0	Botella	S/. 28.80	S/. 86.40
HSS 2000		Wurth	3.0	Botella	S/. 44.52	S/. 133.56
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	0.5	Galón	S/. 13.66	S/. 6.83
Trapo industrial		Genérico	50.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 55.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 310.61</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 2,128.00	S/. 2,128.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 2,128.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	34.0	Hora	S/. 205.84	S/. 6,998.56
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 6,998.56</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 9,437.17</b>

Fuente: Elaboración propia (01 de mayo del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 48: Costos de mantenimiento preventivo mensual de Puente Grúa

Nombre del equipo:	Puente Grúa	Código:		Konecranes		
		Marca:		Taller Eléctrico		
		Ubicación:				
Consumibles		Marca	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
WD40		WD40	5.0	Botella	S/. 28.80	S/. 144.00
HSS 2006		Wurth	5.0	Botella	S/. 44.52	S/. 222.60
Limpia contactos		3M	2.0	Litro	S/. 14.41	S/. 28.82
Grasa multiuso EP-2		Mobil	1.0	Galón	S/. 13.66	S/. 13.66
Trapo industrial		Genérico	100.0	Unidad	S/. 1.10	S/. 110.00
<b>Total Consumibles</b>						<b>S/. 519.08</b>
Servicio contratados		Empresa	Cantidad	U.M	C.Unitario	C.Total
Mantenimiento preventivo		Konecranes	1.0	Srv	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
<b>Total Servicios</b>						<b>S/. 1,600.00</b>
Horas - Hombre		Cantidad	Tiempo	U.M	Costo H-H	C.Total
Operador de Manlift		1.0	17.0	Hora	S/. 205.84	S/. 3,499.28
<b>Total Horas-Hombre</b>						<b>S/. 3,499.28</b>
<b>Total</b>						<b>S/. 5,618.36</b>

Fuente: Elaboración propia (01 de mayo del 2018)


### 5.7. Evaluación de costos por mantenimiento correctivo vs mantenimiento preventivo

Luego de haber plasmado los costos de mantenimiento actual (correctivo) y los costos del mantenimiento preventivo, se puede afirmar que existe una variación porcentual entre ambos y esto se debe a los aspectos previamente mencionados en el análisis de los costos del mantenimiento actual.

Para una mejor visualización se presentan los cuadros comparativos en los que el porcentaje de variación para los equipos evaluados está en negativo para todos los casos; esto quiere decir que el costo de realizar un mantenimiento preventivo es más barato que el realizar un mantenimiento correctivo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis


Tabla 49: Evaluación de costos Taller Eléctrico

Taller Electrico					
	Costos Mantenimiento Correctivo	Costos Mantenimiento Preventivo	Total Correctivo	Total Preventivo	% Variación
Torno 45 x 120	Costo de consumibles	Costo de consumibles		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	
	S/.317.95	S/.117.95			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.2,453.00	S/.1,520.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.896.40	S/.896.40			
			<b>S/.3,667.35</b>	<b>S/.2,534.35</b>	-30.89%
VPI System	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.1,232.97	S/.1,032.97			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.2,200.00	S/.1,107.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.1,792.80	S/.940.50			
			<b>S/.5,225.77</b>	<b>S/.3,080.47</b>	-41.05%
Cabina de pintado	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.1,063.60	S/.863.60			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.150.00	S/.150.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.896.40	S/.896.40			
			<b>S/.2,110.00</b>	<b>S/.1,910.00</b>	-9.48%
Test Stand Motor	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.1,795.61	S/.1,595.61			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.6,877.00	S/.4,515.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.896.40	S/.896.40			
			<b>S/.9,569.01</b>	<b>S/.7,007.01</b>	-26.77%
JIB Crane	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.510.61	S/.310.61			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.3,528.00	S/.2,128.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.6,095.52	S/.6,095.52			
			<b>S/.10,134.13</b>	<b>S/.8,534.13</b>	-15.79%
Puente Grúa	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.719.08	S/.519.08			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.2,200.00	S/.1,600.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.3,047.76	S/.3,047.76			
			<b>S/.5,966.84</b>	<b>S/.5,166.84</b>	-13.41%

Fuente: Elaboración propia (04 de mayo del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 50: Evaluación de costos Taller Mecánico

Taller Mecánico					
	Costos Mantenimiento Correctivo	Costos Mantenimiento Preventivo	Total Correctivo	Total Preventivo	% Variación
GML -6	Costo de consumibles	Costo de consumibles		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	
	S/.1,417.48	S/.1,217.48			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.5,054.76	S/.4,176.71			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.1,759.60	S/.923.90	S/.8,231.84	S/.6,318.09	-23.25%
Torno 40 x120	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.317.95	S/.117.95			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.2,000.00	S/.1,520.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.879.80	S/.879.80	S/.3,197.75	S/.2,517.75	-21.26%
Lavadora de vapor	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.1,294.87	S/.1,094.87			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.1,400.00	S/.900.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.879.80	S/.879.80	S/.3,574.67	S/.2,874.67	-19.58%
Lavadora de partes	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.1,840.75	S/.1,640.75			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.2,600.00	S/.2,333.33			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.879.80	S/.44.10	S/.5,320.55	S/.4,018.18	-24.48%
JIB Crane	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.510.61	S/.310.61			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.4,032.00	S/.2,432.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.5,982.64	S/.5,982.64	S/.10,525.25	S/.8,725.25	-17.10%
Puente Grúa	Costo de consumibles	Costo de consumibles			
	S/.719.08	S/.310.61			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/.2,200.00	S/.1,600.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
	S/.5,982.64	S/.5,982.64	S/.8,901.72	S/.7,893.25	-11.33%

Fuente: Elaboración propia (04 de mayo del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 51: Evaluación de costos Taller Estructural

Taller Estructural					
	Costos Mantenimiento Correctivo	Costos Mantenimiento Preventivo	Total Correctivo	Total Preventivo	% Variación
Fuente REPOSITORIO DE TESIS UCSM	Costo de servicios	Costo de servicios	S/15,826.14	S/8,277.48	-47.70%
	S/15,826.14	S/8,277.48			
Alimentador	Costo de servicios	Costo de servicios	S/667.50	S/333.00	-50.11%
	S/667.50	S/333.00			
Cabina de granallado	Costo de consumibles	Costo de consumibles	S/3,606.15	S/3,243.20	-10.06%
	S/1,470.25	S/1,331.50			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/1,106.70	S/882.50			
	Costo H-H	Costo H-H			
S/1,029.20	S/1,029.20				
JIB Crane	Costo de consumibles	Costo de consumibles	S/11,037.17	S/9,437.17	-14.50%
	S/510.61	S/310.61			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/3,528.00	S/2,128.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
S/6,998.56	S/6,998.56				
Puente Grúa	Costo de consumibles	Costo de consumibles	S/6,418.36	S/5,409.89	-15.71%
	S/719.08	S/310.61			
	Costo de servicios	Costo de servicios			
	S/2,200.00	S/1,600.00			
	Costo H-H	Costo H-H			
S/3,499.28	S/3,499.28				

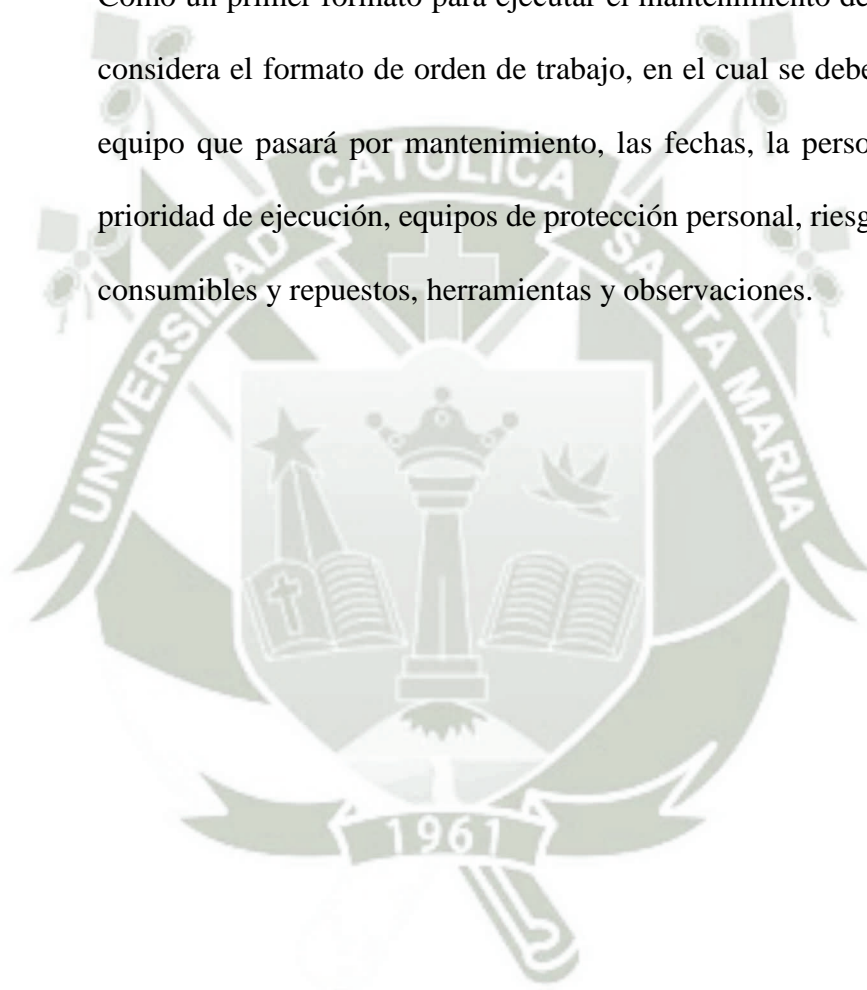
Fuente: Elaboración propia (04 de mayo del 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

## 5.8. Diseño de formatos para el control y registro de mantenimientos

Como parte primordial para la evidencia, control y registro de los mantenimientos, se debe realizar formatos que permitan sustentar las actividades realizadas para cada equipo de KMC.

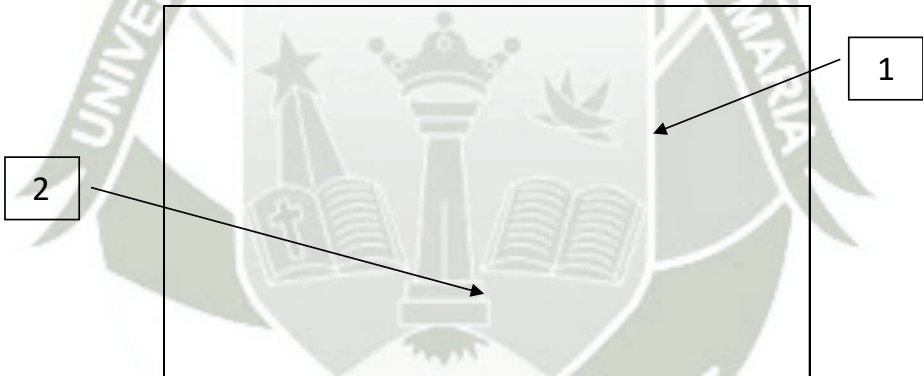
Como un primer formato para ejecutar el mantenimiento de un equipo, se considera el formato de orden de trabajo, en el cual se debe considerar el equipo que pasará por mantenimiento, las fechas, la persona encargada, prioridad de ejecución, equipos de protección personal, riesgos del trabajo, consumibles y repuestos, herramientas y observaciones.





Durante el mantenimiento de un equipo siempre es necesario contar con una cartilla de lubricación donde le indique al operario que está realizando las actividades pueda tener en claro cuáles son los lugares que deben lubricarse, el consumible sugerido y las cantidades propuestas. Es por ello que se elaboró una cartilla de lubricación para el mantenimiento de los equipos.

**Tabla 53: Formato de cartilla de lubricación**

<i>Logo</i>		CARTILLA DE LUBRICACION		<i>Logo</i>	
<b>Descripción del equipo:</b>		<b>Código:</b>			
<b>Taller:</b>		<b>Realizado por:</b>			
<b>Planta:</b>		<b>Revisado por:</b>			
					
<b>PUNTOS A LUBRICAR</b>	<b>LUBRICANTE:</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UM</b>	<b>OCURRENCIA</b>	
1					
2					
<b>Observaciones</b>					

*Fuente: Elaboración propia (07 de mayo del 2018)*





**ANEXO 1: CHECK LIST DE RECEPCIÓN TALLER ELECTRICO**


*Tabla 56: Check List de Recepción Taller Eléctrico*

<i>Logo</i>	<b>CHECK LIST Taller Eléctrico</b>			
Cliente		N° de serie		
Orden de compra		Fecha de recepción		
Orden se servicio		Fecha de guía		
<b>RECEPCIÓN DEL MOTOR</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
		<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>No aplica</b>
Trae información de falla o reparación				
Trae repuestos adicionales				
El motor presenta golpes				
El eje gira libremente (con la mano)				
El motor presenta su eje quebrado				
El motor trae todos sus pernos, graseras, termistores, etc.				
El motor trae caja de conexiones y terminales de salida				
Las bases se encuentran quebradas o dañadas				
Las rejillas de protección se encuentran dañadas				
Los interpolos traen todos sus pernos				
Los campos traen todos sus pernos				
Los campos de compensación se encuentran en buen estado				
El conmutador se encuentra dañado				
El motor fue recepcionado con freno				
El motor trae polea				
Diámetro de la polea				
El motor trae todas las tapas laterales				
El motor trae todos sus porta escobillas				
El motor trae todos sus carbones				
Los anillos del porta escobillas se encuentran dañados				
Los árboles del porta escobillas se encuentran dañados				
Los cajetines se encuentran con flashover				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>REGISTRO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN</b>				
NOMBRE Y FIRMA ELÉCTRICO			NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR ELÉCTRICO	

*Fuente y elaboración propia (10 de mayo del 2018)*

**ANEXO 2: CHECK LIST DE RECEPCIÓN TALLER MECÁNICO**


*Tabla 57: Check List de recepción Taller Mecánico*

<i>Logo</i>	<b>CHECK LIST Taller Mecánico</b>			
Cliente		N° de serie		
Orden de compra		Fecha de recepción		
Orden se servicio		Fecha de guía		
<b>RECEPCIÓN DE FRENO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>No aplica</b>
Trae información pin de detencion				
Trae repuestos adicionales				
El freno presenta golpes				
El freno trae pasador con hilo				
El freno trae todos sus resortes				
El freno trae sus lainas de ajuste				
El freno trae todos sus pernos y arandelas				
El freno llega con su collarín				
El freno llega con su prisionero collarín				
Trae caja freno				
El freno trae plato de desgaste				
El freno trae plato de desgaste externo				
El freno trae plato central				
El freno trae plato de presión				
El freno trae o-ring y guardapolvo				
El cilindro del freno llego en buen estado				
El pistón se encuentra dañado				
El freno tiene la cubierta de protección en buen estado				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>REGISTRO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN</b>				
NOMBRE Y FIRMA MECÁNICO		NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR MECÁNICO		

*Fuente y elaboración propia (10 de mayo del 2018)*

**ANEXO 3: CHECK LIST DE ENTREGA FINAL TALLER ESTRUCTURAL**

*Tabla 58: Check List de entrega final Taller Estructural*

<i>Logo</i>	<b>CHECK LIST Taller Estructural</b>			
Cliente		N° de serie		
Orden de compra		Fecha de recepción		
Orden se servicio		Fecha de guía		
<b>ENTREGA FINAL DIPPER</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>No aplica</b>
Se retiraron las planchas antidesgaste				
El Dipper pasó por inspección NDT				
Se realizó reparación de fisuras				
Recuperación de geometría				
Se instaló el kit antidesgaste				
El Dipper pasó por rellenado de alojamientos				
El Dipper pasó por barrenado de alojamientos				
Armado de compuerta				
Instalación de bocinas				
Reparación interior inferior				
Reparación interior laterales				
Reparación interior superior				
Reparación exterior				
Junta de partes				
Soldeo exterior				
Remosión de lugs				
Instalación Hardox				
Instaación de bushing y coronado				
Instalación de gets				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>REGISTRO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN</b>				
NOMBRE Y FIRMA SOLDADOR		NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR ESTRUCTURAL		

*Fuente y elaboración propia (10 de mayo del 2018)*

ANEXO 4: RESUMEN MANTENIMIENTOS PLANIFICADOS

Tabla 59: Resumen mantenimientos planificados

Localización	Mes											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Taller Electrico</b>												
Equipos realizados	14 64%	10 100%	12 55%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Equipos no realizados	8 36%	0 0%	10 45%	34 97%	21 100%	26 100%	32 100%	35 100%	22 100%	32 100%	21 100%	26 100%
Equipos planificados	22	10	22	35	21	26	32	35	22	32	21	26
<b>Taller Mecánico</b>												
Equipos realizados	8 53%	8 100%	14 82%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Equipos no realizados	7 47%	0 0%	3 18%	28 100%	20 100%	19 100%	27 96%	27 100%	20 100%	28 100%	19 100%	19 100%
Equipos planificados	15	8	17	28	20	19	27	27	20	28	19	19
<b>Taller Estructural</b>												
Equipos realizados	3 100%	10 100%	3 100%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Equipos no realizados	0 0%	0 0%	0 0%	44 100%	4 100%	4 100%	18 41%	15 100%	4 100%	41 100%	4 100%	4 100%
Equipos planificados	3	10	3	44	4	4	18	15	4	41	4	4
<b>Taller General</b>												
Equipos realizados	2 100%	8 100%	4 80%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Equipos no realizados	0 0%	0 0%	1 20%	9 100%	9 100%	11 100%	13 144%	11 100%	9 100%	11 100%	9 100%	17 100%
Equipos planificados	2	8	5	9	9	11	13	11	9	11	9	17
<b>Almacén</b>												
Equipos realizados	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Equipos no realizados	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
Equipos planificados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total equipos realizados</b>	<b>27 64%</b>	<b>36 100%</b>	<b>33 70%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>	<b>0 0%</b>
<b>Total equipos no realizados</b>	<b>15 36%</b>	<b>0 0%</b>	<b>14 30%</b>	<b>122 99%</b>	<b>57 100%</b>	<b>63 100%</b>	<b>96 100%</b>	<b>91 100%</b>	<b>58 100%</b>	<b>118 100%</b>	<b>56 100%</b>	<b>69 100%</b>
<b>Total equipos planificados</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>47</b>	<b>123</b>	<b>57</b>	<b>63</b>	<b>96</b>	<b>91</b>	<b>58</b>	<b>118</b>	<b>56</b>	<b>69</b>

Fuente: Elaboración propia (10 de mayo del 2018)- Ver detalle en Excel (Plan de mantenimiento anual C.S. La Joya)

**ANEXO 5: PLAN DE MANTENIMIENTO ENERO**

*Tabla 60: Plan de mantenimiento Enero*

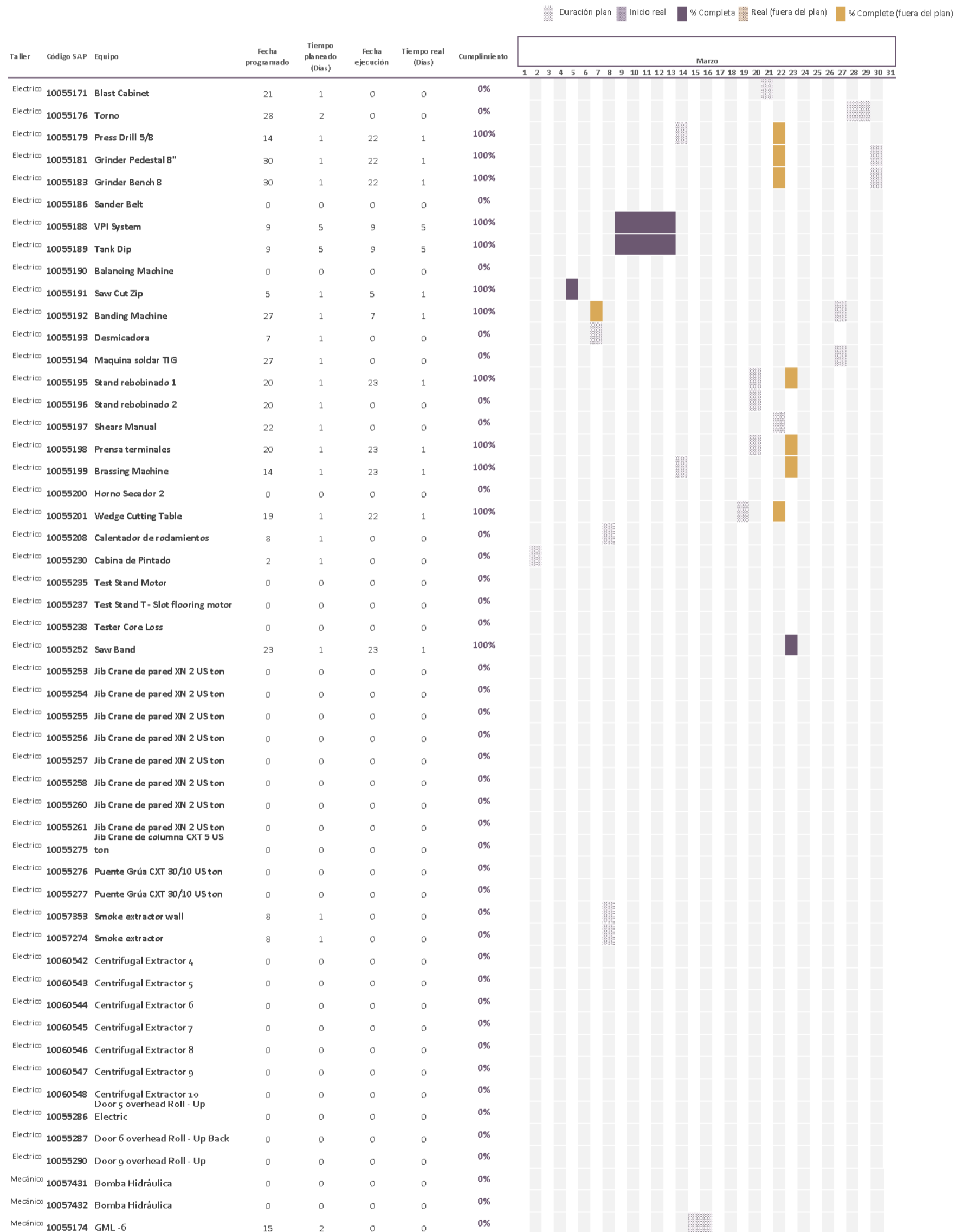


Fuente: Elaboración propia (20 de diciembre del 2017)



**ANEXO 7: PLAN DE MANTENIMIENTO MARZO**

*Tabla 62: Plan de mantenimiento Marzo*



Fuente: Elaboración propia (20 de diciembre del 2017)

## CONCLUSIONES

1. El desarrollo de una adecuada gestión de mantenimiento asociada a un plan de mantenimiento permitiría evitar demoras en las reparaciones y entrega de los componentes por falla de máquinas, paradas inesperadas o inactividad y reducir costos; ya que la planificación y programación asertiva para el mantenimiento de equipos sería la base para obtener dichos resultados.
2. Se aplicó la metodología del RCM y se determinó los equipos con mayor valor de criticidad de los tres talleres de la empresa: Taller Eléctrico, Taller Mecánico y Taller Estructural; además de los equipos que se encuentran en el Taller General, con la finalidad de garantizar un plan de mantenimiento que tenga en cuenta las frecuencias de falla y sus consecuencias.
3. Se diagnosticaron las actividades de mantenimiento que se realizan en la empresa KMC a las distintas máquinas y equipos para luego elaborar formatos para el registro, control, determinación de tiempo planeado por actividad y frecuencia de mantenimiento por equipo, generación de órdenes de trabajo y cartillas de lubricación.
4. El análisis del mantenimiento actual y del mantenimiento preventivo propuesto permitió evaluar los costos generados en cada uno de ellos; siendo así los costos por mantenimiento preventivo de menor valor debido a la ausencia de factores como: transportes adicionales, servicios urgentes, incremento en costo de repuestos por disponibilidad inmediata, etc.

5. Se demostró que el SAP es un software efectivo para la planificación de los mantenimientos ya que permite el acceso a las operaciones que se realizan, las listas de actividades, frecuencias e información importante para cada equipo, etc. Todo lo mencionado con la finalidad de tener un control virtual con notificaciones y así mismo para poder generar los requerimientos de insumos que se necesiten para cada plan de mantenimiento.



## RECOMENDACIONES

1. Para trabajos futuros enfocados en mantenimiento y en la metodología del RCM, se recomienda la exhaustiva investigación de los equipos para que se pueda determinar con mayor asertividad las frecuencias de fallas y sus consecuencias. De esta manera se puede proponer una gestión adecuada de mantenimiento.
2. Para la generación de las rutinas de mantenimiento de los equipos se recomienda adquirir la mayor cantidad de opiniones y sugerencias por parte de las personas que se encuentran involucradas en el proceso productivo del cual se está realizando la evaluación, ya que son personas que tienen mayor experiencia con la manipulación de los equipos. Así mismo, la experiencia de los proveedores brindaría una idea más clara y concisa.
3. La elaboración de un plan de mantenimiento anual en trabajos de investigación similares permitiría brindar una mejor idea de la programación que se propone; además, se recomienda el uso de un diagrama Gantt para evaluar el tiempo planeado para la realización de cada actividad en comparación con el tiempo real.
4. La comparación económica de distintas técnicas de gestión de mantenimiento podría garantizar una evaluación efectiva del sistema más conveniente para aplicar según sea el rubro de la empresa.
5. Se recomienda el uso de herramientas como el módulo PM del SAP para la planificación, programación y gestión de un adecuado mantenimiento para todo

tipo de empresas, donde permita al investigador contar con toda la información necesaria para llevar a cabo un plan de mantenimiento determinado.



## BIBLIOGRAFIA

- García, S. (2008). *Tipos y modelos de mantenimiento*. Obtenido de Solo mantenimiento:  
[www.solomantenimiento.com](http://www.solomantenimiento.com)
- García, S. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento*. Renovotec.
- García, S. (s.f.). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España.
- Ingeniería de confiabilidad. (2015). *Reliability web*. Obtenido de El Análisis de  
Críticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional:  
<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>
- Komatsu Mining Corp. (2017).
- Labaien, E. (2009). *Curso sobre mantenimiento predictivo y sus técnicas de aplicación*.  
Miramon: Predictove Ingenieros S.L.
- Molina, J. (2015). *Monografías*. Obtenido de Mantenimiento y Seguridad Industrial:  
[www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial](http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial)
- Olartec, W. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de  
producción. *Redalyc*, 356.
- Partida, A. (2012). *Factores que influyen en el Mantenimiento*. Obtenido de  
Mantenimiento & Mentoring Industrial: <https://mantenimiento-mi.es/2012/factores-que-influyen-en-el-mantenimiento>
- SENATI. (2007). *Mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo*. Lima: SENATI.
- SIMA. (2010). MANTENIMIENTO PREVENTIVO. pág. 13.