

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



**“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORES PRÁCTICAS EN PROCESOS
PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO EN
UNA EMPRESA MINERA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
FIGRELLA VANESSA QUIÑONES TORRES

LIMA, PERÚ
2014

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con mucho amor y gratitud a Dios, por haberme bendecido con una gran familia y haber guiado mis pasos durante mi etapa universitaria. Familia, su apoyo constante ha sido fundamental para seguir adelante ante las adversidades y llegar a este punto importante de mi vida.

INDICE

ÍNDICE DE GRÁFICAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	8
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPITULO I:.....	12
DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	12
1.1.1. Reseña Histórica.....	12
1.1.2. Principales Operaciones	13
1.1.3. Principales Productos.....	17
1.1.4. Certificaciones.....	17
1.1.5. Principales Accionistas.....	17
1.1.6. Principales Clientes.....	18
1.1.7. Principales Proveedores	18
1.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PLANIFICACION MANTENIMIENTO MECÁNICO CONCENTRADORA	19
1.2.1. Ubicación y Estructura	19
1.2.2. Funciones.....	20
1.2.3. Objetivos	21
1.2.4. Principales Procesos.....	21
1.2.5. Principales Interrelaciones	22
1.3. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO	23
1.3.1. Lineamientos estratégicos.....	23
1.3.2. Análisis Interno.....	24
1.3.3. Análisis Externo	28
1.3.4. Matriz FODA	30

CAPITULO II:.....	32
MARCO TEORICO	32
2.1. SISTEMA DE MANTENIMIENTO	32
2.1.1. Actividades de planeación.....	32
2.1.2. Actividades de organización.....	35
2.1.3. Actividades de control	36
2.2. PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	37
2.2.1. Planeación	38
2.2.2. Programación.....	40
2.3. PLANEACION Y PREVISIÓN DE MATERIALES	44
2.4. ORDENES DE TRABAJO	47
CAPITULO III:.....	49
PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	49
3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	49
3.1.1. Escenario del Problema	49
3.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	56
3.2.1. Implementación de un software especializado en planificación de mantenimiento	56
3.2.2. Implementación de procedimientos formalizados para la gestión de planificación	56
3.2.3. Implementación de mejores prácticas utilizando el soporte de SAP	56
3.3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	57
3.3.1. Método de evaluación	57
3.3.2. Evaluación y Comparación de Alternativas.....	59
3.4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA.....	60
3.4.1. Planificación de la Propuesta.....	60
3.4.2. Análisis del Sistema Actual de Planificación	60
3.4.3. Diseño del Sistema Propuesto	60

3.4.4.	Implementación del Nuevo Sistema	61
3.4.5.	Capacitación al Personal.....	61
3.4.6.	Aplicación del Sistema Propuesto	62
3.4.7.	Seguimiento y Control	62
3.4.8.	Procesos Mejorados	62
CAPITULO IV: RESULTADOS		70
4.1.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	70
4.2.	RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	70
4.2.1.	Reducción del tiempo.....	70
4.2.2.	Mejora de indicadores.....	72
4.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO	73
4.3.1.	Costos de la solución propuesta	73
4.3.2.	Análisis Costo-Beneficio.....	75
4.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE SOLUCIÓN EXISTENTE Y SOLUCIÓN PROPUESTA.....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		80
GLOSARIO DE TÉRMINOS		83
BIBLIOGRAFÍA.....		85
ANEXOS.....		86

ÍNDICE DE GRÁFICAS

FIGURA 1. VISTA PANORÁMICA DEL COMPLEJO MINERO DE CERRO VERDE.....	14
FIGURA 2. VISTA EN PERSPECTIVA DE LA PLANTA CONCENTRADORA	16
FIGURA 3. COMPOSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE DE CERRO VERDE	17
FIGURA 4. ORGANIGRAMA SUPERINTENDENCIA PLANIFICACIÓN CONCENTRADORA	19
FIGURA 6. MAPA DE PROCESOS DE PLANEAMIENTO	21
FIGURA 7. INTERRELACIÓN PLANIFICACIÓN-LOGÍSTICA	22
FIGURA 8. INTERRELACIÓN PLANIFICACIÓN-SUPERVISIÓN	22
FIGURA 9. PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	38
FIGURA 10. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	55
FIGURA 11. MODIFICACIÓN DE UN AVISO.....	63
FIGURA 12. DIAGRAMA DEL PROCESO DE ATENCIÓN DE REQUERIMIENTO DE MANTENIMIENTO.....	65
FIGURA 13. ESTADOS DE LA ORDEN DE MANTENIMIENTO.....	66
FUENTE: CERRO VERDE	66
FIGURA 14. DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA SEMANAL.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES PROVEEDORES DE CERRO VERDE	18
TABLA 2. MATRIZ EFI PARA EL ÁREA DE PLANEAMIENTO MANTENIMIENTO	27
TABLA 3. MATRIZ EFE PARA EL ÁREA DE PLANIFICACIÓN MANTENIMIENTO	30
TABLA 4. MATRIZ FODA PARA EL ÁREA DE PLANIFICACIÓN MANTENIMIENTO	31
TABLA 5. PRIORIDADES DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	44
TABLA 6: CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	58
TABLA 7: CALIFICACIÓN DE CRITERIOS.....	58
TABLA 8: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	59
TABLA 9. TIPOS DE AVISO PARA MANTENIMIENTO.....	63
TABLA 10. TIPO DE ACTIVIDAD POR TIPO DE ORDEN DE MANTENIMIENTO.....	66
TABLA 11. RESULTADO DEL PROCESO I	71
TABLA 12. RESULTADO DEL PROCESO II	71
TABLA 13. INDICADORES DE PLANIFICACIÓN	72
TABLA 14. COMPARACIÓN DE INDICADORES DE PLANIFICACIÓN.....	72
TABLA 15. COSTOS DEL PERSONAL	74
TABLA 16. COSTOS DEL INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	74
TABLA 17. COSTOS DE SUMINISTROS Y MATERIALES.....	75
TABLA 18. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	76
TABLA 19. COMPARACIÓN SOLUCIÓN EXISTENTE VS SOLUCIÓN PROPUESTA	78

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

1. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO
2. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO
3. ÓRDENES DE MANTENIMIENTO
4. GESTIÓN DE PROCESOS
5. INDICADORES

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo desarrollar un proyecto de mejora en la gestión de la planificación del mantenimiento mediante la elaboración e implementación de una guía con las mejores prácticas bajo el enfoque de gestión de procesos y el apoyo de algunas transacciones del ERP SAP en el módulo de mantenimiento. El área encargada del proyecto es Planeamiento Mantenimiento Mecánico de la Planta Concentradora que después de realizar el diagnóstico situacional, se obtuvo como principal problema las demoras en la planificación de trabajos de mantenimiento debido a varios factores entre ellos, la ausencia de estándares de trabajo en la planificación, la falta de tiempo para analizar información y emitir reportes y la falta de controles en los procesos de planificación.

Como parte de la mejora continua, se lanzó el proyecto de Implementación de Mejores Prácticas para la Planificación del Mantenimiento, que consiste en la aplicación de mejores formas de trabajo en actividades puntuales definidas como críticas en el área de Planificación y que contribuya a un mejor desempeño de los procesos del área.

Es importante mencionar los notables resultados obtenidos de la implementación de buenas prácticas utilizando SAP: la mejora del tiempo en la generación del programa semanal y la atención de requerimientos de mantenimiento, la facilidad en generar reportes, la disponibilidad de información a tiempo real sobre stock de repuestos, estado de órdenes de trabajo, estado de órdenes de compra, entre otras.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de equipos es muy importante en toda empresa, en especial, en el rubro minero, debido a la cantidad de equipos que se requiere mantener para operar en toda su capacidad una planta de procesamiento de minerales y el impacto que significaría la parada de equipos por fallas por falta de mantenimiento. Además de ello, el área de mantenimiento no depende del área de producción y se ubica en una gerencia de mantenimiento, dándole alta jerarquía a nivel organizativo.

El área de mantenimiento de toda empresa minera debe velar por reducir la frecuencia de fallas en los equipos, reducir el tiempo de parada de equipos por mantenimientos mayores y aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, lo que permita cumplir con los objetivos de producción y en consecuencia con los objetivos de la organización. Por ello, se debe poner mayor énfasis en lograr mejoras sustanciales en la gestión de *mantenimiento bajo el liderazgo y el compromiso de la alta dirección y de todos quienes forman parte del mantenimiento.*

La empresa bajo estudio centra sus actividades en la producción de concentrados y cátodos de cobre, lo cual involucra la actuación de diversas áreas de soporte que deben atender los requerimientos de estas dos unidades de negocio para la continuidad de sus operaciones. Es el caso del área de Mantenimiento en la Planta de Producción de Concentrado de Cobre (llamada Concentradora) quien tiene un papel fundamental en la atención de requerimientos de mantenimiento y en la ejecución oportuna de trabajos de mantenimiento preventivo.

El área de mantenimiento en Concentradora, cuyo nivel organizativo es la Gerencia de Mantenimiento Concentradora, cuenta con la Superintendencia de Planificación y la Superintendencia de Mantenimiento, quienes trabajan conjuntamente en la planificación y ejecución de trabajos de mantenimiento respectivamente. Sucede muchas veces que hay trabajos

que demoran en ser planificados a pesar del pedido de supervisión y también ocurre que la supervisión no cumple con varios de los trabajos planificados en el día y los reemplaza por otros que consideran son de emergencia.

Es por ello, que debido a la recurrencia de este tipo de problemas y también a la falta de procedimientos formalizados y controles de actuación, se analizó la problemática e identificó el problema principal y posteriormente se analizó tres propuestas de solución para finalmente dar como resultado la solución más óptima como es la Implementación de Mejores Prácticas bajo enfoque de procesos y el soporte de SAP. Esta solución busca mejorar la gestión de planificación, poniendo énfasis en la gestión de procesos y no de actividades por separado, proponiendo mejores formas de trabajo que permita reducir tiempo y costo y el uso del ERP SAP como herramienta de gestión para agilizar y monitorear parte de los procesos.

En el presente informe, el primer capítulo describe a la empresa y al área bajo estudio así como la realización del diagnóstico situacional que concluye con el análisis FODA. Seguidamente, en el segundo capítulo se aborda el marco teórico de la propuesta de solución donde hablaremos de la planificación, programación y control de los trabajos de mantenimiento. En el tercer capítulo, se realiza el planteamiento del problema comenzando por explicar el escenario del problema y analizando la problemática para luego formular y plantear el problema. En este mismo capítulo, se mencionarán las propuestas de solución, la evaluación de ellas para obtener la solución óptima finalmente el desarrollo de la alternativa ganadora. Por último en el cuarto capítulo, se realizará el proceso de análisis de resultados de la implementación de la solución y el comparativo entre la situación propuesta y la actual. La implementación de este proyecto tiene por objetivo solucionar el problema presente y estandarizar estas prácticas en las demás áreas de Planificación para trabajar de forma más organizada.

CAPITULO I: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa en estudio para la realización de este informe, Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A., de aquí en adelante CERRO VERDE, pertenece al sector minero, en la escala de Gran Minería y es considerada dentro del TOP 3 de las empresas mineras de mayores exportaciones en el 2012 y en el TOP 10 de las empresas peruanas en el 2012. Es la empresa minera de mayor rentabilidad y cotiza en la bolsa de valores de Lima.

La minera Cerro Verde opera un complejo minero de cobre y molibdeno a cielo abierto ubicado a 30km de la ciudad de Arequipa, Perú. Es uno de los principales productores de cobre del país. Sus instalaciones incluyen una planta concentradora y plantas de hidrometalurgia.



Cerro Verde

1.1.1. Reseña Histórica

Las operaciones de la minera Cerro Verde datan del siglo XIX. En el año 1916, la empresa Anaconda se convirtió en propietaria de este yacimiento, el que poseyó hasta 1970 cuando el Estado se hizo cargo de la mina. El gobierno extrajo los minerales de óxido de Cerro Verde y

construyó en 1972 una de las primeras plantas de procesamiento del cobre mediante el sistema de extracción por solventes y electrodeposición (SX/EW) del mundo.

En el año 1994, la compañía estadounidense Cyprus Amax compró la operación e invirtió un capital importante en la propiedad para aumentar y mejorar la productividad. Durante los ocho años posteriores a la privatización, la producción de cobre aumentó en alrededor de 350% y los costos se redujeron en más de 40%.

Cerro Verde pasó a formar parte de la cartera de explotación minera de la Corporación Phelps Dodge en 1999, tras la compra de Cyprus Amax Minerals Company.

En diciembre del 2006 entró en operación la Concentradora de Sulfuros Primarios, proyecto que demandó una inversión de US\$ 850 millones, con una capacidad de tratamiento de 108,000 TMD de mineral. Gracias a este proyecto, la vida útil de la mina se ha incrementado en veinte años.

En el año 2007, Freeport McMoran adquiere la corporación Phelps Dodge y actualmente opera la minera Cerro Verde.

1.1.2. Principales Operaciones

Cerro Verde se encuentra ubicada a 30 km de la ciudad de Arequipa, a una altitud de 2700 m. en los distritos de Uchumayo, Tiabaya y Yarabamba, en la provincia de Arequipa.

En la actualidad, Cerro Verde explota sus reservas a través de minado a tajo abierto, como se ve en la Figura 1, las cuales vienen siendo procesadas mediante el sistema de lixiviación y concentración de minerales. Cerro Verde proyectó explotar sulfuros primarios a un nivel de procesamiento promedio en planta de 108 000 toneladas métricas diarias (tm/d).



Figura 1. Vista panorámica del complejo minero de Cerro Verde

Fuente: Cerro Verde

1.1.2.1. La Mina

Con respecto a la extracción de material de la mina, ésta se lleva a cabo usando bancos de 15 metros de altura. Las operaciones realizadas para la extracción de material consisten en cuatro etapas: perforación, voladura, carguío y acarreo, además de las operaciones auxiliares.

1.1.2.2. Planta Hidrometalurgia-Chancado y Lixiviación

a) Chancado

El mineral porfirítico extraído de los tajos es enviado al sistema de chancado que consta de tres etapas: chancado primario y pila de almacenamiento, chancado secundario con sus respectivas zarandas tipo “banana” y chancado terciario. Para el caso de material chancado para el proceso de lixiviación, el producto triturado que se obtiene con un tamaño de 80%, 3/8 pulgada (9 mm), es enviado para alimentar el circuito de aglomeración.

b) Lixiviación

Una faja de aproximadamente 3,2 km de largo, transporta el mineral aglomerado hacia la plataforma de lixiviación PAD 4. El material es colocado en pilas de 6 metros de altura a una gradiente de 3%.

Por otro lado, las plataformas de lixiviación 1, 2, 2A, 2B, 2D y 2C antiguos, están conectados y operan como una sola plataforma de lixiviación grande para lixiviar mineral ROM de baja ley. Después este mineral es depositado en bancos de 10 metros de altura y lixiviado con solución refino. La solución es colectada en las pozas 1 y 2 y bombeada al PAD 4A como una solución intermedia o de avance de lixiviación. Todo el mineral aglomerado es colocado en este PAD y lixiviado por un período aproximado de 230 días. Esta plataforma de lixiviación actualmente produce cerca del 90% de la producción de cobre en cátodos de Cerro Verde.

1.1.2.3. Planta Hidrometalurgia SX-EW

a) Extracción por solventes (SX)

La solución enriquecida (PLS) obtenida del PAD 4A es dirigida a la poza de almacenamiento de PLS y de ahí es bombeada a la planta de extracción por solventes. En este circuito se obtienen dos productos, una solución pura rica en cobre que va a la planta de electrodeposición y una solución impura pobre en cobre con alta acidez conocida como refino que es bombeada de retorno a lixiviación.

b) Electrodeposición (EW)

La planta de electrodeposición deposita el cobre en forma metálica en cátodos, que constituye el producto final con una pureza de 99,99% de cobre. Este circuito tiene dos secciones, la sección de láminas de arranque y la sección de celdas comerciales. La sección de láminas de arranque produce láminas de cobre que sirven para formar posteriormente los cátodos. La sección de celdas comerciales tiene 230 celdas que cuenta con 50 ánodos y 49 cátodos. Se obtienen cátodos con un peso aproximado de 125 kg los cuales son muestreados, pesados y embalados en paquetes para ser exportados.

1.1.2.4. Planta Concentradora

Cerro Verde viene desarrollando en la actualidad la explotación de sulfuros primarios a un nivel de procesamiento promedio en planta de 120 000 tm/d para obtener como producto final un promedio aproximado de 2 500 toneladas métricas al día de concentrados de cobre y de un promedio aproximado de 18 toneladas métricas al día de concentrados de molibdeno. Los productos son transportados y luego embarcados en el puerto de Matarani a través de un sistema de camiones y ferrocarril.

El diseño del procesamiento y beneficio del mineral, se puede apreciar en la Figura 2, incluye una chancadora primaria, un sistema de almacenamiento de mineral grueso, un circuito de chancado secundario convencional con chancadoras de cono y un chancado terciario utilizando chancadoras con rodillos a alta presión. Para la molienda se emplean 4 molinos de bolas en circuito cerrado con 4 baterías de ciclones, un circuito de flotación colectiva, un circuito de flotación selectiva (planta de molibdeno), espesado de concentrados y relaves, filtración de concentrados, disposición de relaves en la cabecera de la quebrada Enlozada y otras obras auxiliares requeridas.

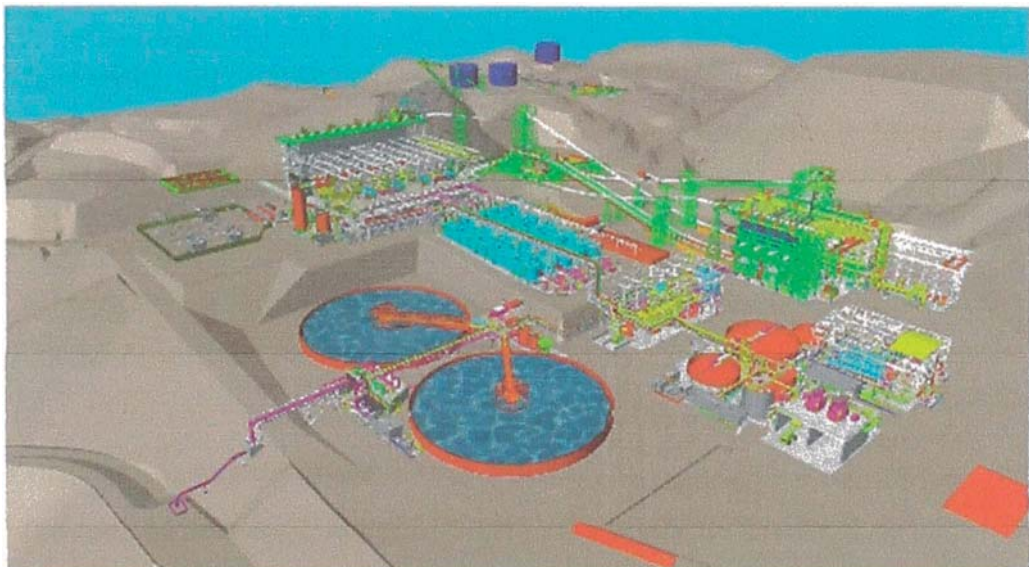


Figura2. Vista en perspectiva de la Planta Concentradora

Fuente: Cerro Verde

1.1.3. Principales Productos

Cerro Verde comercializa concentrados y cátodos de cobre. Además, vende como subproducto el concentrado de molibdeno. En la Figura 3 se puede apreciar el porcentaje de producción de cátodos y concentrados:

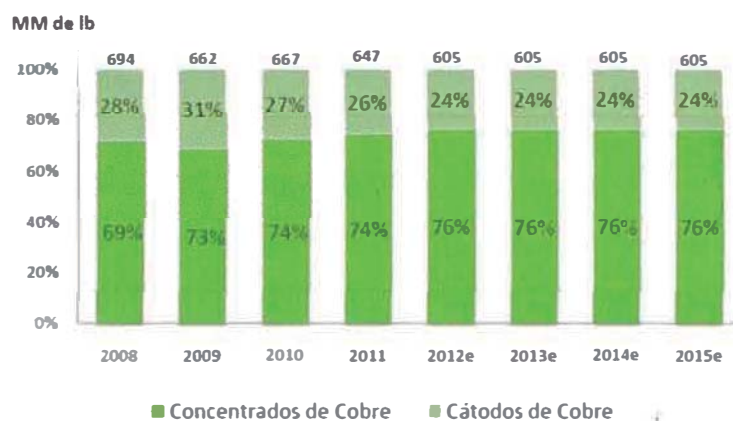


Figura 3. Composición de la producción de cobre de Cerro Verde

Fuente: Cerro Verde, Kallpa SAB

1.1.4. Certificaciones

Cerro Verde cuenta con un Sistema Integrado de Gestión que permite satisfacer los requisitos de sus clientes (SGC), cuidar y proteger el medio ambiente (SGA), asegurar el bienestar de sus trabajadores y visitantes (SGSSO).

En el 2012, empresas certificadoras internacionales auditaron los tres sistemas que conforman el Sistema de Gestión Integrado y recomendó mantener la certificación ISO 9001: 2008 (aplica solo para la producción de Cátodos de cobre a través de Electrodeposición-Planta EW), OHSAS 18001:2007 (aplica a todos los procesos) y la Recertificación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001:2009 (aplica a todos los procesos).

1.1.5. Principales Accionistas

Freeport McMoran Copper& Gold, la mayor empresa cuprífera del mundo transada en Bolsa y con sede en EEUU, posee el 53,56% de SMCV, mientras que SMM Cerro Verde Netherlands y Compañía de Minas

Buenaventura S.A.A controlan el 21% y el 19.58% de la operación, respectivamente; y el resto está en manos de varios accionistas.

1.1.6. Principales Clientes

El 1° de junio del 2005, Cerro Verde suscribió un acuerdo con Sumitomo Metal Mining Company, Ltda., comprometiéndose a venderle el 50% de la producción de concentrados de cobre por un plazo que se extiende hasta el 31 de diciembre del 2016.

El 15 de octubre del 2006, Cerro Verde suscribió un acuerdo con Phelps Dodge Corporation (absorbida por Freeport McMoran Corporation), por el que se compromete a vender 20% de los concentrados de cobre. El contrato tiene vigencia anual y es renovable hasta que una de las partes notifique su intención de ponerle fin.

Además, Cerro Verde vende a Clímax Molibdenum el 100% de su producción de concentrado de Molibdeno.

1.1.7. Principales Proveedores

Dentro de sus principales proveedores de equipos (maquinaria pesada e industrial), insumos, repuestos, equipos de protección personal, suministros, etc., Cerro Verde cuenta con los siguientes según la Tabla 1:

Tabla 1. Principales Proveedores de Cerro Verde

Fuente: Cerro Verde

Codigo de País	Nombre del Proveedor	Codigo de País	Nombre del Proveedor
US	ErinElectricalEnterprisesInc	PE	Cosapi S.A.
US	Quoting and Purchasing Services Inc	PE	SKF del Perú S.A.
US	Minco Sales Corporation	PE	Atlas Copco Peruana S.A.
FI	Larox OYJ	PE	Quimica Suiza S.A.
CL	FFE Minerals Chile S.A.	PE	Exsa S.A.
US	ServitradeInc	PE	Merck Peruana S.A.
US	Key Bell Corporation	PE	Xerox del Peru S.A.
US	Grainger International	PE	3M Peru S.A.
US	McMasterCarrSupply Co	PE	Sandvik del Peru S.A.
US	BHP BillitonInc	PE	Cia. Minera Luren SA
US	PRW International Inc	PE	Excel Products S.A.
PE	Unimaq S.A	PE	VulcoPeru S.A.
PE	Ferreyros S.A.A.	PE	Bucyrus International (Perú) S.A.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE PLANIFICACION MANTENIMIENTO MECÁNICO CONCENTRADORA

La planificación es una de las actividades principales dentro de la Administración de un negocio, sin el cual no se podrían lograr objetivos y metas trazadas en un plazo determinado. En la gestión de mantenimiento, esta área es valiosísima pues permite asignar los recursos disponibles (mano de obra, materiales, herramientas) de forma eficiente, programar trabajos de mantenimiento en el tiempo y en consecuencia asegurar el funcionamiento óptimo de los equipos.

En el presente informe, la solución ha sido aplicada al área de Planificación de Mantenimiento Mecánico como modelo para después ampliarlo a las demás áreas de planificación, a continuación una breve descripción del área de Planificación Mantenimiento Mecánico.

1.2.1. Ubicación y Estructura

El área de Planificación Mantenimiento Mecánico Concentradora (de aquí en adelante “el área”) pertenece a la Superintendencia de Planificación Concentradora la cual fue creada en el 2011 y que integra las áreas de planificación de Mantenimiento Concentradora. A continuación se presenta un organigrama general de la Superintendencia:



Figura 4. Organigrama Superintendencia Planificación Concentradora

Fuente: Cerro Verde

El área está bajo la supervisión de un Planner Senior y el equipo de trabajo está dividido personas de producción: la primera zona, Molienda, tiene un Planner y un Clerk (Asistente del Planner); y la segunda zona, Flotación (incluye Filtros y Planta Moly), cuenta con un Planner y 2 Clerks (Flotación y Filtros-Planta Moly) y adicionalmente cuenta con el apoyo de un Trainee y un Becario.

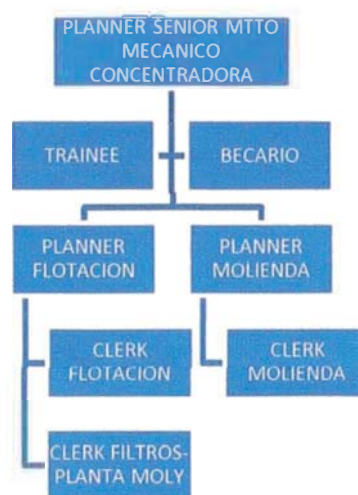


Figura 5. Organigrama Planificación Mto. Mecánico

Fuente: Cerro Verde

1.2.2. Funciones

El área de mantenimiento mecánico tiene como funciones principales:

- Velar por la operatividad continua de equipos mediante la planeación de trabajos de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo en el tiempo.
- Generar programas de mantenimiento asegurando la disponibilidad de recursos.
- Realizar actividades de seguimiento y control de los programas de mantenimiento.
- Realizar actividades de seguimiento de cambio de componentes a fin de mantener actualizado el historial de equipos.

- Realizar actividades de pedido y seguimiento de repuestos.
- Generar reportes y difundir a todas las áreas interesadas.
- Formular y desarrollar mejoras en la gestión del mantenimiento.

1.2.3. Objetivos

Bajo los objetivos estratégicos establecidos por la empresa y por la gerencia de mantenimiento, el área persigue los siguientes objetivos:

- Realizar nuestro trabajo bajo la premisa de CERO Incidentes.
- Desarrollar iniciativas de reducción de costos.
- Participar en el logro de una disponibilidad no menor de 93%

1.2.4. Principales Procesos

El área participa activamente en diferentes procesos e interactúa con otras áreas hacia el logro de los objetivos comunes. Dichos procesos están conformados por una serie de actividades y tareas.

Según el mapeo de procesos del Sistema de Gestión Integrado de SMCV, considera como proceso al Mantenimiento de Equipos y Maquinarias y dentro de ella 5 etapas, donde el área participa en la etapa de Planeamiento, conformada por cuatro actividades y los pasos según se muestran en la Figura 6:

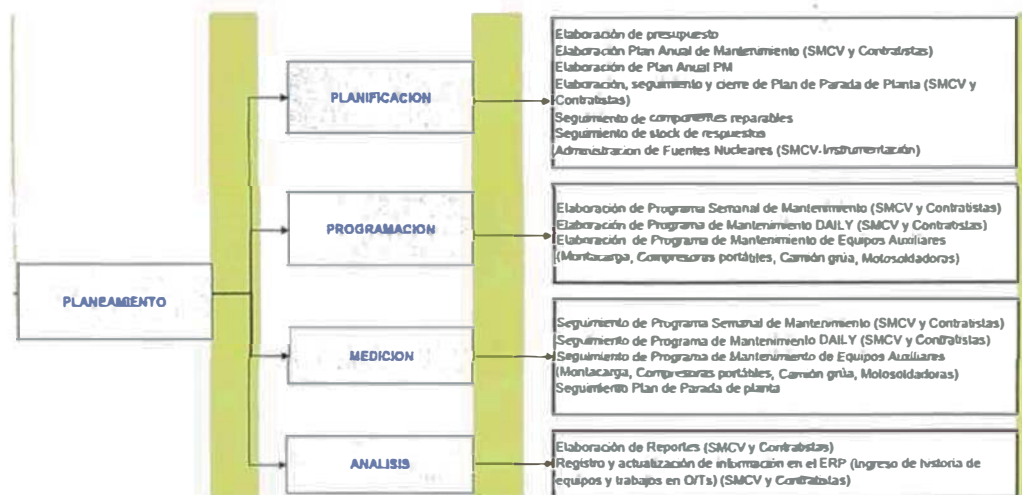


Figura 6. Mapa de Procesos de Planeamiento

Fuente: Cerro Verde

1.2.5. Principales Interrelaciones

De acuerdo a los procesos establecidos, el área presenta diversas interrelaciones siendo las principales con las áreas de Logística y la Supervisión de Mantenimiento, las cuales son representadas en las figuras 7 y 8a continuación:

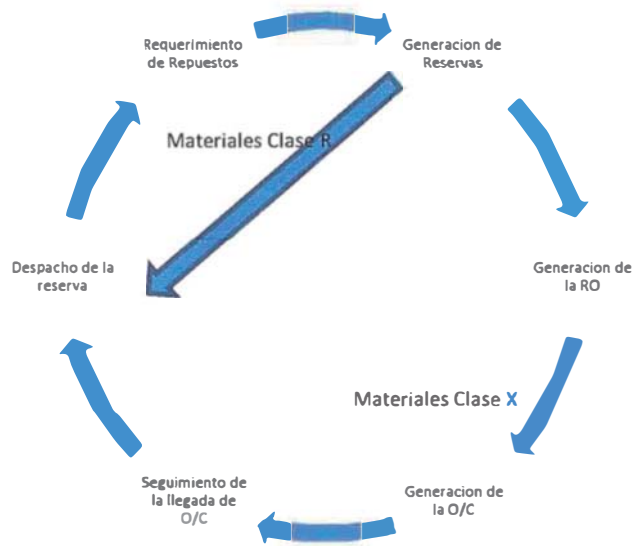


Figura 7. Interrelación Planificación-Logística

Fuente: Elaboración Propia

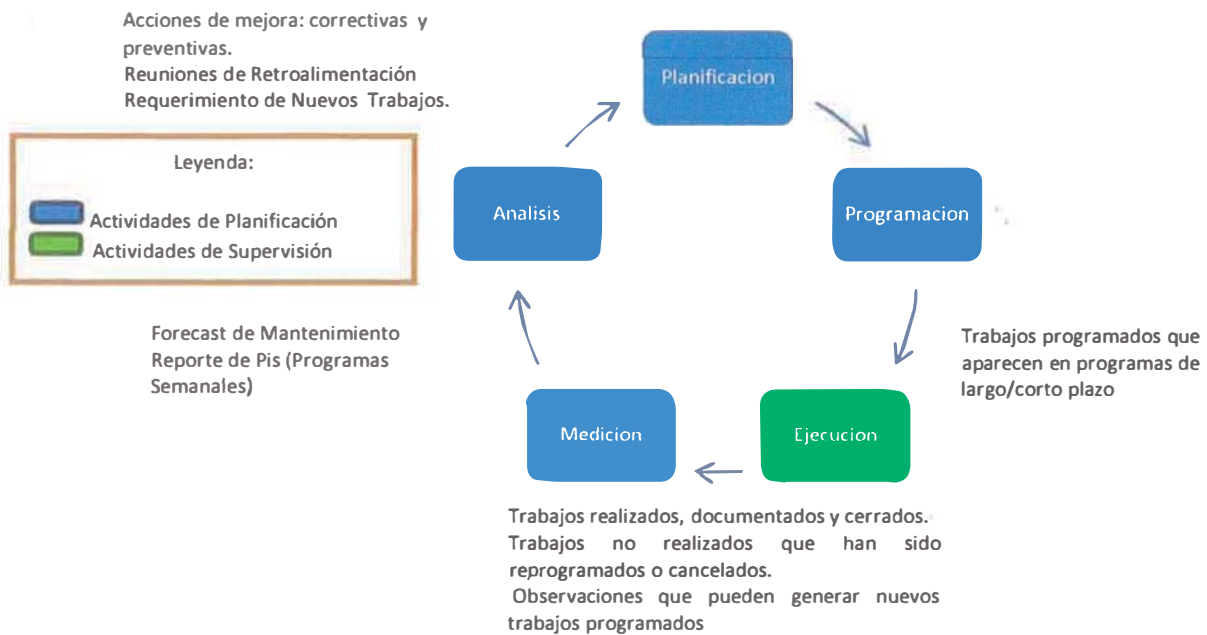


Figura 8. Interrelación Planificación-Supervisión

Fuente: Elaboración Propia

1.3. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

Antes de implementar cualquier proyecto de mejora, es imprescindible realizar un diagnóstico de la situación actual para saber a ciencia cierta cuál es el escenario real de la gestión del área, reconociendo cuales son las fortalezas y debilidades e identificando las oportunidades y amenazas que podrían estar afectando su desempeño.

1.3.1. Lineamientos estratégicos

Cerro Verde al pertenecer a la corporación se alinea a su visión y misión y objetivos estratégicos y los adapta a nuestra realidad. A continuación se mencionaran los principales lineamientos estratégicos.

1.3.1.1. Visión

La visión de Cerro Verde es *“Ser líderes en la Minería, comprometidos con nuestra gente y nuestra tierra”*.

1.3.1.2. Misión

La misión de Cerro Verde es *“Somos una empresa minera peruana, líder e innovadora en la producción de cobre de alta calidad: Nuestras actividades agregan valor para nuestro país, las comunidades, trabajadores y accionistas. Estamos comprometidos con la seguridad de nuestras actividades y el respeto al medio ambiente”*.

1.3.1.3. Objetivos

Los objetivos son propuestos por cada gerencia operativa, de mantenimiento, de soporte administrativo, y son aprobados por el Presidente de Cerro Verde; son coherentes con los Principios Guía de Cerro Verde y de FMI, con la Visión y Misión de la empresa; se actualizan anualmente y se les hace seguimiento en forma periódica.

1.3.1.4. Principios Guía

Los principios guía, establecidos por la corporación Freeport Mc Moran (FMI) y por el Presidente de Cerro Verde, constituyen los pilares del trabajo que se realiza en la empresa.

Los principios guía son:

- a) Producción Segura
- b) Excelencia Ambiental
- c) Calidad de Productos
- d) Control de Costos
- e) Responsabilidad Social

1.3.2. Análisis Interno

1.3.2.1. Fortalezas y Debilidades

Se realiza en base a las cuatro áreas de la administración aplicada a la gestión de área de Planificación Mantenimiento Mecánico Concentradora.

a) Planeamiento

-Como entregables, se tienen establecidos los programas de mantenimiento por puesto de trabajo en periodos semanal y anual que incluyen mantenimientos preventivos y overhauls, además de presentar un consolidado del programa de parada de planta.

-Se solicita con anticipación el rol de turnos del personal mecánico al área de supervisión, el cual incluye el Nro. de Personas y las Horas Hombre disponibles por día para programar la carga de trabajo semanal.

-Tiempo de análisis de información es reducido por atender trabajos de emergencia o realizar seguimiento de trabajos diarios.

-El seguimiento de los repuestos de los equipos se realiza en forma discontinua y cuando se atiende alguna emergencia, algunos equipos no cuentan con stock de repuestos y se tiene que

enviar a reparar el componente averiado (si es reparable) o solicitar al proveedor el envío de repuestos con urgencia o a fabricar alternativas. Se maneja información de costos de repuestos pero no se analiza periódicamente el consumo.

-La información del historial de cambios y/o reparaciones no siempre se encuentra desactualizada.

-Mayor concentración en equipos críticos y se realizan postergaciones de mantenimientos preventivos de equipos no críticos.

-Se cuenta con un presupuesto anual y se realiza un seguimiento mensual (forecast) pero no se analiza al detalle que debería ser.

-Se envían solicitudes de catalogación para ingresar repuestos de nuevos equipos y/o completar los repuestos que aún no están catalogados y son necesarios.

-Generación de vales para repuestos críticos se realizan con tiempo si es un trabajo preventivo programado.

b) Organización

-La división del trabajo en planificación se realiza por zonas de producción: Molienda, Flotación y Planta Moly y se encuentra establecido los responsables (planners y clerks) de los grupos de trabajo.

-Identificación no clara de los objetivos del área con metas respectivas en periodos de corto y largo plazo, así como también las estrategias para lograrlas.

-La descripción de funciones del Planner y Clerk no se encuentran oficialmente difundidas. El Superintendencia no cuenta con un manual de funciones oficial.

-Las actividades realizadas por planificación han sido definidas en la matriz de procesos del SGI pero no presenta estándares de actuación que defina los parámetros de dichas actividades: procedimientos e indicadores a excepción del programa semanal.

-La información relacionada a las actividades del área se encuentra organizada pero no se cuenta con formatos únicos.

-Se cuenta con personal profesional joven altamente calificado y con amplia experiencia.

c) Dirección

-Se designa prioridades respecto a los trabajos de mantenimiento bajo la aprobación del planner senior.

-Las reuniones del área se realizan mayormente por temas de seguridad y pocas son las veces que se tratan problemáticas del área.

-Por tema de seguridad, cada año se establecen objetivos que se deben de cumplir (PASSO) y en base a ello existe una evaluación.

-La motivación del personal es un tema poco visto en nuestra área.

-El seguimiento y revisión del desempeño personal no es realizado con una periodicidad establecida.

d) Control

-Utilizamos indicadores solo para el cumplimiento del programa semanal. Mediante las reuniones de aprobación del programa semanal, se busca mejorar la actuación en los trabajos de mantenimiento.

-Se recibe información mensual del forecast de costos de la Concentradora pero no se trabajan propuestas en equipo para la reducción de costos de mantenimiento.

-No se tiene un control ni seguimiento de los repuestos en inventario.

1.3.2.2. Matriz EFI

De lo expuesto anteriormente, se consolida las principales fortalezas y debilidades en la Tabla 2 y calculamos el nivel de actuación del área:

Tabla 2. Matriz EFI para el Área de Planeamiento Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

FORTALEZAS	Peso	Puntaje	Producto
Planificación de los trabajos de mantenimiento.	0.15	3	0.45
Catalogación oportuna de repuestos que se requieren en stock.	0.05	3	0.15
Personal profesional joven y altamente capacitado.	0.10	3	0.30
Equipo cumple a cabalidad los objetivos de Seguridad.	0.05	3	0.15
Alto nivel de compañerismo, iniciativas individuales de mejora y de orientación a resultados.	0,10	4	0.40
DEBILIDADES			
Falta de lineamientos organizacionales y definición clara de funciones.	0.15	1	0.15
Baja actuación en el manejo y análisis del sistema de información existente.	0.10	1	0.10
Falta de motivación y evaluación de desempeño.	0.15	1	0.15
Ausencia de estándares de actuación de las actividades del área.	0.15	1	0.15
TOTAL	1		2.00

El resultado de la matriz EFI es que el área "Responde por debajo del promedio" con una puntuación de 2.00 en su posición interna, es decir es débil dentro de la organización y el impacto de sus debilidades es mayor al de sus fortalezas.

1.3.3. Análisis Externo

1.3.3.1. Oportunidades y Amenazas

-Las relaciones con el área de supervisión no se encuentran claras ni oficialmente definidas (alcance del trabajo de planificadores y supervisores) y es por ello que muchas veces suceden problemas entre ambas áreas durante la ejecución de trabajos, por ejemplo, definir quién de ellos se hace cargo de generar órdenes de mantenimiento si surge algún trabajo en el día.

-Otro problema con el área de Supervisión es cuando se emprenden proyecto de mejoras, porque no se especifica cual es la participación del área y muchas veces la supervisión toma decisiones adelantadas sin coordinar con el área.

-Las relaciones con el área de compras es cercana por el tema de repuestos. Continuamente debemos estar pendientes de la entrega de O/C, ya que muchas veces tenemos órdenes de compra que demoran en ser entregadas excediéndose de la fecha acordada con el proveedor y esto es perjudicial para la programación de trabajos y más si surge algún trabajo intempestivo.

-Las relaciones con el área de control de inventarios también es cercana, debido a que ellos se encarga de solicitar pedidos de reposición de materiales en stock y analizar los niveles de stock. Algunas veces, son tantos los materiales que se manejan en toda la empresa, que se dejan de lado alguno que pueden ser importantes en un tiempo determinado y que a pesar de la configuración establecida de ser un repuesto con una unidad

como mínimo, no se tiene stock y puede afectar la ejecución de trabajos de mantenimiento.

-Debido al surgimiento de una huelga indefinida en setiembre del 2011 originada por el sindicato solicitando a la empresa mejores beneficios para los trabajadores, el trabajo de la Planta de Concentradora se vio afectada con una ligera reducción de la producción estimada para ese año. El personal de las áreas operativas y de mantenimiento tuvieron que dividirse en grupos de trabajo de 3x3 y pernoctar en las instalaciones, esto afectó a que el control de los trabajos se vuelva desorganizado y el seguimiento de trabajos se perdiera un poco, la ejecución de los trabajos se hacían de acuerdo a los programas.

-Durante el 2012, el precio del metal rojo ha sufrido una caída por la menor demanda mundial. Aunque Cerro Verde tiene garantizada la venta de sus productos en un 70%, afecta en las ganancias de la empresa. Por ello, se está elaborando un plan de contingencia ante la caída del precio del cobre, y está siendo enfocada a la reducción de costos.

-Según estimados habrá un déficit de la oferta mundial de cobre refinado ascendente a 400,000 TM que no serán cubiertos hasta el 2014. En consecuencia, se espera que el precio del cobre se mantenga por encima de los US\$/lb 3.40 a lo largo del periodo 2012-2017. Cerro Verde se encuentra en el proceso de aprobación del Proyecto de Ampliación de Producción de Concentrado de Cobre, cuyo resultado final será la operatividad de una segunda Planta Concentradora con volúmenes de producción dos veces más que la actual, es decir, producirá cerca de 240,000 tm/día y convertirá a Cerro Verde en el líder de producción de concentrados en el Perú y Latinoamérica.

1.3.3.2. Matriz EFE

De lo expuesto anteriormente, se consolida las oportunidades y amenazas en la Tabla 3 y calculamos el nivel de actuación del área:

Tabla 3. Matriz EFE para el Área de Planificación Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

OPORTUNIDADES	Peso	Puntaje	Producto
-Operación de una nueva planta concentradora.	0.15	2	0.30
-Superintendencia de Planificación ejerce liderazgo en la gestión de mantenimiento.	0.05	2	0.10
-Generación de nuevos proyectos corporativos de mejora para la gestión administrativa.	0.10	2	0.20
-Implementación de nuevas aplicaciones de software para la administración.	0.10	2	0.20
-Programas de desarrollo de equipos, motivación y reuniones de integración.	0,05	3	0.15
AMENAZAS			
-Problemas de coordinación de la Supervisión produzcan paradas de planta intempestivas.	0.10	1	0.10
-Problemas de la gestión logística afecten al desempeño del mantenimiento.	0.10	1	0.10
-Caída del precio del cobre afecte gravemente a la empresa.	0.20	3	0.60
-Huelgas laborales tengan implicancias en la producción.	0.15	3	0.30
TOTAL	1		2.05

El resultado de la matriz EFE es que el área “Responde por debajo del promedio” con una puntuación de 2.05 en su posición externa, es afectada por sus amenazas y no está aprovechando bien sus oportunidades.

1.3.4. Matriz FODA

De las matrices EFI y EFE, obtenemos nuestro según la Tabla 4:

Tabla 4. Matriz FODA para el Área de Planificación Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ FODA		FORTALEZAS					DEBILIDADES				
		Planificación de trabajos de mantenimiento.	Catalogación oportuna de repuestos que se requieren en stock.	Personal profesional joven y altamente capacitado.	Equipo cumple a cabalidad los objetivos de Seguridad.	Alto nivel de compañerismo, iniciativas individuales de mejora y de orientación a	Falta de lineamientos organizacionales y definición clara de funciones.	Baja actuación en el manejo y análisis del sistema de información existente.	Falta de motivación y evaluación de desempeño.	Ausencia de estándares de actuación de las actividades del área.	
		1°	2°	3°	4°	5°	1°	2°	3°	4°	
OPORTUNIDADES	1°	Operación de una nueva planta concentradora.	F1O1 Elaborar de un documento de los procesos de la Gestión de Planificación del Mantenimiento de Planta.					D1O2 Realizar plan estratégico de la Superintendencia.			
	2°	Superintendencia de Planificación ejerce liderazgo en la gestión de mantenimiento.	F1O3Elaborar un proyectos de racionalización de repuestos en la Superintendencia.					D1D3O2 Implementar manual de funciones y memorias para la revisión del desempeño			
	3°	Generación de nuevos proyectos corporativos de mejora para la gestión administrativa.	F3O4Establecer mejoras de procesos de planificación bajo el soporte del SAP y otras herramientas de software.					D2O4Elaborar un sistema de análisis de datos utilizando el SAP			
	4°	Implementación de nuevas aplicaciones de software para la administración.						D3O5Establecer un programa de capacitación y reuniones de confraternidad propios del área.			
	5°	Programas de desarrollo de equipos y reuniones de integración.						D4O3 Establecer un modelo de gestión en la gestión de mantenimiento.			
AMENAZAS	1°	Problemas de coordinación de la Supervisión produzcan paradas de planta intempestivas.	F1A1 Implementar reuniones continuas de coordinación.					D1A2: Implementar proyectos de reducción de mantenibilidad y rediseño de instalaciones.			
	2°	Problemas de la gestión logística afecten al desempeño.	F1A1 Establecer procedimientos de gestión de mantenimiento.					D2A2 Establecer un proyecto para reducir stock de repuestos.			
	3°	Caída del precio del cobre.	F1A2 Establecer procedimientos de la gestión de materiales.					D4A3A4 Establecer un plan de contingencia en la gestión de mantenimiento.			
	4°	Huelgas laborales.									

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. SISTEMA DE MANTENIMIENTO

2.1.1. Actividades de planeación

2.1.1.1. Filosofía del mantenimiento

Es tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin comprometer la seguridad. Para lograr esta filosofía, las siguientes estrategias¹ pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y formas correctas:

- Mantenimiento correctivo o por fallas
- Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso.
 - Mantenimiento preventivo con base en las condiciones.
- Mantenimiento de oportunidad
- Detección de fallas
- Modificación del diseño
- Reparación general
- Reemplazo

¹Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

2.1.1.2. Pronóstico de la carga de mantenimiento

La carga de mantenimiento en una planta dada varía aleatoriamente y, entre otros factores, puede ser en función de la edad del equipo, el nivel de uso, la calidad de mantenimiento, factores climáticos y las destrezas de los trabajadores de mantenimiento. El pronóstico de la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel adecuado de eficacia y utilización de los recursos, y sin este, muchas de las funciones de mantenimiento no pueden realizarse bien.

2.1.1.3. Planeación de la capacidad de mantenimiento

La planeación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Estos recursos incluyen²: la mano de obra, materiales, relaciones, equipo y herramientas. Debido a que la carga de mantenimiento es una variable aleatoria, no se puede determinar el número exacto de los diversos tipos de técnicos. Por lo tanto sin pronósticos razonablemente exactos de la demanda futura de trabajos de mantenimiento no sería posible realizar la planeación adecuada de la capacidad a largo plazo. Para utilizar mejor sus recursos de mano de obra, las organizaciones tienden a emplear una menor cantidad de técnicos de la que han anticipado, lo cual probablemente dará por resultado una acumulación de trabajos de mantenimiento pendientes. Estos pueden completarse haciendo que los trabajadores existentes laboren tiempo extra o buscando ayuda exterior con los contratistas. Los trabajos pendientes también pueden desahogarse cuando la carga de mantenimiento es menor que la capacidad. Esta es realmente la principal razón de mantener una reserva de trabajos pendientes.

²Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

2.1.1.4. Organización del mantenimiento

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la planta, las destrezas de los trabajadores, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada. En las organizaciones grandes, la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo. La gama de habilidades disponibles se reduce y la utilización de la mano de obra es generalmente menor que en una unidad de mantenimiento centralizada. En algunos casos, puede implantarse una solución de compromiso, denominada sistema en cascada. Este sistema permite que las unidades de mantenimiento del área de producción se enlacen con la unidad de mantenimiento central.

2.1.1.5. Programación del mantenimiento

Es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye mucho el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad para adaptarse a los cambios. Un alto nivel de eficacia en el programa de mantenimiento es señal de un alto nivel de eficacia en el propio mantenimiento.³

³Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

2.1.2. Actividades de organización

2.1.2.1. Diseño del trabajo

Comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores especiales requeridos.

2.1.2.2. Estándares de tiempo

Una vez que la tarea de mantenimiento ha pasado por la etapa de diseño, es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo. Los estándares de tiempo realistas representan un elemento valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y, de esta forma, reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta. No es esencial tener estándares para todos los trabajos de mantenimiento. Por ejemplo, puede observarse que el 20% de los trabajos de mantenimiento consumen aproximadamente el 80% del tiempo disponible para las operaciones de mantenimiento. Deben hacerse los esfuerzos necesarios para desarrollar estándares de tiempo para estos trabajos que consumen mucho tiempo. Es obvio que se requieren estándares de tiempo de los trabajos para pronosticar y desarrollar programas de mantenimiento.

2.1.2.3. Administración de proyectos

En el caso de las plantas grandes, las reparaciones generales de gran envergadura o el mantenimiento preventivo que se ha planeado se llevan a cabo en forma periódica. Durante estos trabajos, toda la planta o ésta se para. Teniendo en mente la minimización del tiempo muerto, conviene planear y graficar el trabajo para hacer mejor el uso de los recursos. La administración de proyecto⁴ implica el desarrollo de redes de actividades y luego el empleo de técnicas como el método de la ruta crítica (CPM) o la técnica de evaluación y revisión de programas (PERT). Una vez que se ha

⁴Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

desarrollado la red, que incluye una descomposición de trabajos, secuencia de los mismos, estimaciones de tiempo para cada actividad, etc., puede utilizarse software de computadora para programar las actividades y determinar la mejor utilización de los recursos. La fase de control de un proyecto tal incluye medir el avance en forma regular compararlo con el programa analizar la varianza como un porcentaje del trabajo total.

2.1.3. Actividades de control

2.1.3.1. Control de trabajos

El sistema de mantenimiento se pone en movimiento por la demanda de trabajos de mantenimiento. En la carga de trabajo de este tipo, influye sobre todo la filosofía de mantenimiento. La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento.

2.1.3.2. Control de inventarios

El control de inventarios es la técnica de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones que disminuya el costo de tener el artículo en asistencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles. También proporciona información necesaria para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo de mantenimiento. Si no están disponibles las refacciones, se deben tomar las medidas para lograr su abastecimiento e informar al departamento de programación acerca de cuándo estará disponible las refacciones.

2.1.3.3. Control de costos

El costo de mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los

respaldos y los costos de mantenimiento excesivo. El control de los costos de mantenimiento es una función de la filosofía de mantenimiento⁵, el patrón de operación, el tipo de sistema y los procedimientos y las normas adoptadas por la organización. Es un componente importante en el ciclo de vida de los equipos.

El control de costos de mantenimiento optimiza todos los costos del mantenimiento, logrando al mismo tiempo los objetivos que se ha fijado la organización, como disponibilidad, "porcentaje de calidad" y otras medidas de eficiencia y eficacia. La reducción y el control de costos se utilizan como una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios.

2.1.3.4. Control de calidad

El mantenimiento puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas debe ser controlada.

En el caso del trabajo de mantenimiento, es esencial "hacerlo bien la primera vez". La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimientos críticos o mediante la supervisión del mantenimiento.

2.2. PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La planeación es el proceso mediante el cual se determinan los elementos necesarios para realizar una tarea, antes del momento en que se inicie el trabajo. La programación tiene que ver con la hora o el momento específico y el establecimiento de fases o etapas de los trabajos planeados junto con las órdenes para efectuar el trabajo, su monitoreo, control y el reporte de su avance. Es obvio que una buena planeación es un requisito previo para la programación acertada. Sin embargo, para que la planeación sea exitosa es necesaria una retroalimentación de la función de programación⁶. Esta es la

⁵Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

⁶Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

razón por la cual, en muchas organizaciones de mantenimiento, ambas funciones son realizadas por la misma persona o unidad. En la Figura 9, se muestra las etapas en el proceso de planificación del mantenimiento:



Figura 9. Proceso de Planificación de Mantenimiento

Fuente: Libro "Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado"⁷

2.2.1. Planeación

La planeación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición de compras, los planos y los dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo⁸. En consecuencia un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos:

⁷Fernandez, F. J., "Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

⁸Duffua, R., D., "Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control", Editorial Limusa, Mexico, 2000

- Determinar el contenido de trabajo (puede requerir visitas al sitio)
- Desarrollar un plan de trabajo. Éste comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el establecimiento de los mejores métodos y procedimientos para realizar el trabajo.
- Establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo.
- Planear y solicitar las partes y los materiales.
- Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades (de emergencia, urgente, de rutina y programado) para todo el trabajo de mantenimiento.
- Asignar cuentas de costos.
- Completar la orden de trabajo.
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

La planeación y la programación de un trabajo requieren una persona con las siguientes cualidades⁹:

- Pleno conocimiento de los métodos de producción empleados en toda la planta.
- Suficiente experiencia que le permita estimar la mano de obra, los materiales y los equipos necesarios para llenar la orden de trabajo.
- Excelentes habilidades de comunicación.
- Conocimiento de las herramientas de planeación y programación.
- De preferencia, con alguna educación técnica.

⁹Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

La oficina de planeación deberá estar ubicada en un lugar central, y su organización dependerá del tamaño de la compañía.

El proceso de planeación puede dividirse en tres niveles básicos, dependiendo del horizonte de planeación¹⁰:

- Planeación a largo plazo (cubre un periodo de 5 años a más)
- Planeación a mediano plazo (planes a 1 mes y hasta 1 año)
- Planeación a corto plazo (planes diarios y semanales)

Para la planeación a largo plazo y mediano plazo, el planificador necesita utilizar los siguientes métodos:

- Técnicas acertadas de pronósticos para estimar la carga de mantenimiento.
- Tiempos estándar confiables para los trabajos a fin de estimar los requerimientos de personal.
- Herramientas para la planeación agregada, como programación lineal, para determinar los requerimientos de los recursos.

2.2.2. Programación

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo. Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente¹¹:

- Una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse)
- El programa maestro de producción y estrecha coordinación con la función de operaciones.

¹⁰Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000

¹¹Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

- Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador desea.
- Flexibilidad en el programa (el programador debe entender que se necesita flexibilidad, especialmente en el mantenimiento; el programa se revisa y actualiza con frecuencia)

2.2.2.1. Programas de Mantenimiento

El programa de mantenimiento puede prepararse en tres niveles, dependiendo de su horizonte¹²: 1) el programa a largo plazo o maestro, que cubre un periodo de 3 meses a 1 año; 2) el programa semanal que cubre una semana; y 3) el programa diario que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

El programa a largo plazo se basa en las órdenes de trabajo de mantenimiento existentes, incluyendo las órdenes de trabajo en blanco, los trabajos pendientes, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento de emergencia anticipado. Debe equilibrar la demanda a largo plazo de trabajo de mantenimiento con los recursos disponibles. Con base en el programa a largo plazo se pueden identificar los requerimientos de refacciones y materiales y solicitarse por adelantado. El programa a largo plazo generalmente está sujeto a revisión y actualización para reflejar cambios en los planes y el trabajo de mantenimiento realizado.

El programa de mantenimiento semanal se genera a partir del programa a largo plazo y toma en cuenta los programas actuales de operaciones y consideraciones económicas. El programa semanal deberá permitir que se cuente con 10% a 15% de la fuerza laboral para trabajos de emergencia. El planificador deberá proporcionar el programa para la semana actual y la siguiente, tomando en consideración los trabajos pendientes. A las órdenes de trabajo programadas para la semana actual se le asigna una secuencia con base en su prioridad. El análisis de la ruta crítica y la programación

¹²Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

entera son técnicas que pueden utilizarse para generar un programa. En la mayoría de las compañías pequeñas y medianas, la programación se realiza con base en reglas heurísticas y en la experiencia.

El programa diario se elabora a partir del programa semanal y generalmente se prepara el día anterior. Este programa con frecuencia es interrumpido para efectuar mantenimiento de emergencia. Las prioridades establecidas se utilizan para programar los trabajos. En algunas organizaciones, el programa se entrega al supervisor del área, quien asigna el trabajo según las prioridades establecidas.

2.2.2.2. Elementos de una programación acertada

En todos los tipos de trabajos de mantenimiento, los siguientes requerimientos son necesarios para una programación eficaz¹³:

- Ordenes de trabajo escrito que se derivan de un proceso de planeación bien concebido. Las órdenes de trabajo deberán explicar con precisión el trabajo que se va a realizar, los métodos a seguir, los técnicos por especialidad necesarios, las refacciones que se necesitan y la prioridad.
- Estándares de tiempo que se basan en las técnicas de medición del trabajo.
- Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad para cada turno.
- Existencias de refacciones e información para su reabastecimiento.
- Información sobre la disponibilidad de equipo y herramientas especiales, necesarias para el trabajo de mantenimiento.
- Acceso al programa de producción de la planta y conocimiento del momento en que las instalaciones estarán disponibles para servicio, sin interrupción del programa de producción.

¹³Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

- Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento. Estas prioridades deben desarrollarse con una estrecha coordinación entre mantenimiento y producción.
- Información acerca de los trabajos ya programados pero que se han atrasado con respecto al programa (trabajos pendientes)

2.2.2.3. Procedimiento de Programación

El procedimiento de programación deberá incluir los siguientes pasos¹⁴:

- Clasificar las órdenes de trabajo pendiente por especialidad.
- Ordenar las órdenes por prioridad.
- Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
- Considerar la duración de trabajos, su ubicación, distancia de traslado y la posibilidad de combinar trabajos en la misma área.
- Programar trabajos de oficios múltiples para iniciarlos al comienzo de cada turno.
- Emitir un programa diario (excepto para los proyectos y trabajo de construcción).
- Autorizar a un supervisor para que asigne los trabajos (encargarse de su despacho).

2.2.2.4. Sistema de Prioridades para Trabajos de Mantenimiento

El sistema de prioridades para los trabajos de mantenimiento tiene un impacto tremendo en la programación de mantenimiento. Las prioridades se establecen para asegurar que se programe primero el trabajo más crítico. El desarrollo de un sistema de prioridades debe estar bien coordinado con el personal de operaciones. Esta tendencia somete a un esfuerzo los recursos de mantenimiento, y podría conducir a una utilización de recursos inferior a la óptima. Asimismo el sistema de prioridades deberá ser dinámico y debe actualizarse periódicamente para reflejar los cambios en las estrategias de

¹⁴Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

operación o mantenimiento. La mayoría de las organizaciones adoptan prioridades de cuatro o tres niveles. La Tabla 5 proporciona una clasificación de los niveles de prioridades y los trabajos que son candidatos para su inclusión en cada clase:

Tabla 5. Prioridades de Trabajos de Mantenimiento

Fuente: "Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control

Prioridad		Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de Trabajo
Código	Nombre		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o que parará la operación.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, la salud, el ambiente o que podrá parar la operación.
3	Normal	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la producción dentro de una semana
4	Programado	Según está programado	Mantenimiento Preventivo y de rutina; todo el trabajo programado
5	Aplazable	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el periodo de un paro	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en la seguridad, la salud, el ambiente o las operaciones de producción

2.3. PLANEACION Y PREVISIÓN DE MATERIALES

Las piezas de repuestos, los componentes, los lubricantes, los medios materiales de mantenimiento, etc. tienen una importancia crucial y una gran trascendencia sobre el presupuesto de mantenimiento¹⁵. La tendencia es tratar de minimizar los inmovilizados y repuestos optimizando su gestión. Sin embargo, en muchos Departamentos o Servicios de Mantenimiento, los stocks de inmovilizado o inventario y costes de materiales fungibles tienden a ser un ratito cada vez más creciente el presupuesto, en lugar de decrecer. La gestión histórica de materiales con su tratamiento conocido por "lanzamientos por puntos de pedido", en los que la orden o el pedido de compra se materializa con base en la observación de la reducción de stocks

¹⁵Fernandez, F. J., "Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

y en el plazo de aprovisionamiento, es una técnica anticuada que, unida al conservadurismo a menudo habitual del equipo técnico, hace que los inventarios sean cada vez más amplios e impliquen un cierto despilfarro del presupuesto.

A esta situación estratégica sobre la forma de comprar repuestos, se une la estrategia también acostumbrada de la búsqueda implacable del mejor precio por parte del Departamento de Compras, que suelen estar muy disociados de los intereses y planeamientos del Departamento de Mantenimiento. Ambos enfoques deben cambiar en búsqueda de la eficiencia de recursos y disminución de costos como ratio fundamental y uno de los más identificativos del proceso de mejora. Los enfoques de mantenimiento deben seguir a los que se han materializado con éxito en industrias altamente competitivas, como las del automóvil. Se deberán buscar contratos de asociación y "ganador-ganador", para integrar a los proveedores en la cadena de mantenimiento fabril, de forma que se seleccionen proveedores calificados que sean los que dispongan en sus propios almacenes de los stocks que se pueda potencialmente necesitar, delimitando de forma muy clara los plazos de entrega y sus calidades. El objetivo será tener un stock inventariado en la instalación lo más bajo posible. A su vez, los lanzamientos de compras por puntos de pedido, anteriormente expuestos, deben ir migrando hacia lanzamientos en función de la carga de trabajo programable prevista. De esta forma, se debe asociar las necesidades o requerimientos de materiales a los planes reales de actividad. Los planes de requerimiento de materiales deben estar previstos y analizados de forma pareja a los planes maestros de producción, de forma que, dependiendo de las limitaciones de suministro, los lanzamientos de compras estén íntimamente asociados a la previsión de lanzamiento de ordenes preventivas y correctivas¹⁶. Solo de esta forma y

¹⁶Fernandez, F. J., *"Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado"*, 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

sus suministradores cercanos, rápidos y eficaces, se podrá minimizar los stocks e inventarios.

Los métodos técnicos más significativos y usuales para la planificación y previsión de materiales para mantenimiento son¹⁷:

- Contabilidad de inventarios: Es un método histórico basado en el establecimiento de fichas de almacén que recogían los movimientos y apuntes de existencias. Hoy en día el sistema de inventarios está implementado sobre aplicaciones informáticas, de forma que, sobre clasificaciones, A, B, C, se pueden catalogar los artículos según su importancia y trascendencia en el servicio de mantenimiento.
- Punto de pedido: Es un sistema histórico también de lanzamiento de pedidos u órdenes de compra, basado, en primer lugar, en que dichos artículos tengan una demanda continua; en segundo, en que las variaciones en su consumo estén tipificadas, y por último, en que dichos artículos a reponer sean de demanda independiente. En mantenimiento, los repuestos que pueden estar soportados y controlados bajo este concepto solo suelen ser fungibles e indirectos (lubricantes, lámparas, tornillos, trapos, fusibles, etc.). Los elementos cruciales para revisiones, campañas, etc. Deben tratarse preferiblemente con otros métodos.
- Stocks de seguridad: Los niveles de aseguramiento del servicio vienen dados por los tiempos de actuación (MTTR) y por el nivel de stocks de inmovilizado o inventariables existentes. Los stocks de seguridad son recursos normalmente se conceptúan contablemente como inventarios y que suelen ser de demanda independiente. El problema de estos stocks es su elevado precio y catalogación contable como inventario, junto con el grave riesgo de obsolescencia,

¹⁷Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009

por lo que precisan un control y seguimiento riguroso, para que dichos stocks no se conviertan en stock de tranquilidad.

- Sistemas de demanda dependiente (MRP)

2.4. ORDENES DE TRABAJO

Es necesario enfatizar que todo trabajo de Mantenimiento se debe programar, exceptuando lógicamente aquellos de emergencia que requieren de intervención inmediata por encima de toda programación.¹⁸

Para poder planear y organizar los diferentes trabajos de mantenimiento es necesario conocerlos de antemano. La forma de lograr esto, es recopilando con antelación las solicitudes de Mantenimiento y organizándolas de acuerdo a prioridades, áreas, etc.

Una vez conocidas todas las solicitudes de trabajos de mantenimiento, se podrá programar su ejecución.

Para un verdadero control del programa de mantenimiento, debe garantizarse que las solicitudes de trabajos sean hechas por escrito y no verbalmente. Aun en los casos de emergencia en los que la solicitud es verbal, debe plantearse posteriormente por escrito, para que exista un registro formal de la misma.

Se debe contar entonces con otro tipo de documento de registro denominado Orden de Trabajo. Estas órdenes son peticiones escritas de servicios a cumplir por el Departamento de Mantenimiento.

Las Órdenes de Trabajo varían de una empresa a otra y dependen de las necesidades planteadas. Pueden ser pequeñas, con una pocas líneas para anotar simplemente una breve descripción del trabajo a realizar o grandes, con los espacios necesarios para la descripción del trabajo, su prioridad, calcular tiempos estimados y reales, calcular costos estimados y reales, etc.

Una Orden de Trabajo sencilla permite únicamente recopilar información muy general acerca de los servicios solicitados y de ninguna manera se

¹⁸Ruiz, A. C., "*Principios de Mantenimiento*", UNED, San José, 1981

presta para hacer comparaciones o estimar índices entre datos supuestos y datos reales, referentes a los costos de materiales y mano de obra.

La Orden de Trabajo ideal, o por lo menos la más práctica, es aquella que posee el espacio apropiado para que la solicitud sea lo suficientemente explícita y que a la vez, permita registrar los siguientes datos¹⁹:

- Tiempo empleado en la reparación
- Cálculo del costo de esta actividad, de acuerdo a: costo de materiales empleados, costo de repuestos, costo de la hora/hombre.

Este último costo se refiere al costo por hora de cada uno de los técnicos que intervinieron.

También este tipo de Orden posee espacios destinados a registrar las diferentes personas que intervinieron en esa actividad y la labor que realizaron.

Asimismo, en la Orden, también se especifica la fecha, el número de horas que trabajó cada uno con lo que se calcula el costo por hora de cada empleado y finalmente, se anota el costo total por empleado para obtener el Costo Total de Mano de Obra.

La parte correspondiente a Materiales y Repuestos destina espacios para la descripción de cada uno de los materiales y los repuestos utilizados en el trabajo. Además es importante anotar en la casilla de N° de Orden, el dato correspondiente que se envió a la bodega para obtener este material. Así se podrá llevar un mejor control contable de lo que sale de la bodega.

Es de mucho valor calcular el costo de materiales y repuestos empleados, pues con esto se logra tener finalmente el Costo Total de Materiales y Repuestos, dato muy estimado para la contabilidad de costos de mantenimiento.

Por último debe figurar en la Orden casilla para anotar las fechas significativas (inicial y final) y el tiempo de duración total del trabajo.

¹⁹Ruiz, A. C., "*Principios de Mantenimiento*", UNED, San José, 1981

CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1.1. Escenario del Problema

En los últimos años, Cerro Verde ha sido una empresa que ha cobrado importancia en el rubro minero por sus altas ventas y rentabilidad del negocio, además de sus proyectos de bienestar social a las comunidades aledañas y nuevos proyectos de inversión para la ampliación de sus operaciones.

Si bien es cierto, la bonanza actual tiene un factor preponderante como es el alto valor de los metales, en este caso, el precio del cobre; sin embargo, Cerro Verde se ha encontrado preparado para afrontar la demanda de concentrado de cobre y cátodos de cobre, explotando al máximo su capacidad de producción. En el caso de la Planta Concentradora, Cerro Verde ha llegado a producir 2500 tm/día de concentrado de cobre después de haber implementado proyectos de mejoras en los cuellos de botella de la planta.

Por otro lado, Cerro Verde actúa bajo altos estándares de calidad (aplicado solo a la planta EW), seguridad y medio ambiente y cuenta con certificaciones ISO y OSHAS. Los sistemas de gestión se encuentran integrados en lo que se denomina SGI, el cual proyecta un entorno basado en la mejora continua.

En Concentradora, todos los trabajadores se encuentran concientizados, capacitados y entrenados en la prevención de accidentes y el cuidado del

medio ambiente. En algunas circunstancias, lamentablemente se han producido accidentes que han lesionado al personal, esto muchas veces a causa de negligencia de la misma persona. Por ello, en Concentradora, la difusión de charlas de seguridad y análisis de riesgos es un tema del día a día, impostergable, antes de ejecutar cualquier trabajo.

En el caso de la gerencia de Mantenimiento, el supervisor de turno se encarga de la difusión de la charla del día y seguidamente se realiza la asignación de los trabajos según el programa diario. Además, cada mes, se realiza la difusión de estadísticas de seguridad para ver la performance actual y casos de accidentes con daños a la persona o a la propiedad.

Después de lo mencionado, se puede entender lo importante que es la seguridad en Cerro Verde. Atender la seguridad requiere tiempo y dedicación, asimismo tan importante como la seguridad es tener procesos no solo eficaces sino cada vez ser más eficientes que permita lograr ahorros sustanciales en tiempo y costos. Por ello, cada área de la empresa se enfoca en la mejora continua, no se conforma solo en cumplir sus objetivos funcionales.

En el área de Planificación Mantenimiento Mecánico, que pertenece a la Superintendencia de Planificación de Mantenimiento en Planta Concentradora, se tiene diversos problemas respecto a la gestión de planificación:

- Algunos procesos no están bien definidos.

No se tiene una visión de procesos ni de sistema ya que se analiza actividades por puesto de trabajo y aisladamente. No hay procedimientos que documenten dichos procesos, ni indicadores, controles

- Muchas veces se escapa de las manos los seguimientos de stock de repuestos y del historial de cambios de componentes en equipos

- Falta de análisis de la información propia

- También se está afectado por la demora en entrega de información importante de otras áreas como son: fechas de entrega de repuestos,

entrega del reporte de diario de supervisión, fecha de confirmación de la ejecución de servicio de terceros.

Para entender mejor la problemática, se realizará una breve descripción de cómo funciona el proceso de planificación. Para ello identificamos los principales entregables en la actualidad como son: el programa semanal, el programa diario y el programa de parada de planta. Dentro del área podemos identificar los siguientes procesos principales:

3.1.1.1. Elaboración del programa semanal

Tiene como objetivo establecer los trabajos de mantenimiento programados durante una semana, dependiendo de la disponibilidad de recursos.

A. Entradas

Para la elaboración del programa semanal se tiene como principales entradas de información a los Dailys de los trabajos del programa anterior, los requerimientos realizados por otras áreas como operaciones, el frontlog y el backlog extraído de Ellipse, además de los trabajos adicionales solicitados por supervisión y la información sobre disponibilidad de equipos por parte de operaciones.

B. Salidas

En este sub proceso, la salida o producto final es el documento del programa semanal en Excel revisado y aprobado por todos los participantes.

C. Recursos

Dentro de los recursos utilizados en este proceso, se encuentra el recurso humano conformado por el programador o auxiliar de planificación (Clerk) quien elaborara el programa semanal mediante la coordinación y colaboración de los responsables de las áreas relacionadas; información del stock de repuestos y el recurso

tecnológico conformado por el hardware (PC e impresora) y software utilizado, en este caso, el Excel y módulos del ERP Ellipse.

D. Controles

Los controles utilizados en este proceso están representados por el %Horas Hombre programadas sobre el disponible por día, la disponibilidad de equipos para realizar trabajos de mantenimiento, así como la disponibilidad del personal de otros grupos que participarán en los trabajos de mantenimiento: contratos, eléctricos, instrumentista, equipos auxiliares, etc.

E. Clientes

Los principales clientes de este sub proceso es el área de supervisión (Cerro Verde) ya que en mayor parte se programan trabajos para ser ejecutados por ellos, seguidamente del administrador de contratos y operaciones.

F. Proveedores

El proveedor principal es el área de supervisión mediante la entrega de daylys y pedido de trabajos, sigue el área de operaciones al emitir requerimientos de trabajo, control de inventarios, pues mediante la información que actualizan en el sistema sabemos de la disponibilidad de recursos materiales (repuestos) para los trabajos y finalmente de compras pues nos apoyan con el seguimiento de reservas y PRs.

G. Responsable

El responsable de este sub proceso es el auxiliar de planificación.

H. Participantes

Dentro de los participantes para la elaboración del programa semanal, se encuentran los representantes de las áreas relacionadas que asisten a las reuniones de validación, estas son:

- Administración de Contratos
- Supervisión Mtto. Mecánico
- Planificación Mtto. Eléctrico e Instrumentación
- Planificación Equipos Auxiliares
- Operaciones

3.1.1.2. Elaboración del programa de parada de planta

Este proceso pertenece a la planificación de largo plazo del mantenimiento en Cerro Verde. Las paradas de planta se han venido programando con una periodicidad casi mensual y los trabajos involucrados requieren de mayores coordinaciones, no es local (mantenimiento mecánico) sino que engloba a todas las áreas de mantenimiento en concentradora.

A. Entradas

Para la elaboración del programa de parada de planta se tiene como principales entradas de información a los seguimientos de componentes de equipos críticos, el programa anual de mantenimiento, los requerimientos realizados por otras áreas, además de los trabajos de oportunidad solicitados por supervisión.

B. Salidas

En este sub proceso, la salida o producto final es el documento del programa de parada de planta en MS Project revisado y aprobado el planner senior del área.

C. Recursos

Dentro de los recursos utilizados en este sub proceso, se encuentra el recurso humano conformado por el planner quien elaborara el programa de parada de planta mediante la coordinación y colaboración de los responsables de las áreas relacionadas; información del stock de repuestos y estado de los cargos directos (PRs) y el recurso tecnológico conformado por el hardware (PC e

impresora) y software utilizado, en este caso, el Excel, el ERP Ellipse y el sistema ORAS.

D. Controles

Los controles utilizados en este proceso están representados por la duración de la parada de planta, la duración de los trabajos de limpieza y bloqueos, así como la disponibilidad del personal de supervisión (Cerro Verde) y de grupos de apoyo que participarán en los trabajos de mantenimiento: contratos, eléctricos, instrumentista, predictivo, equipos auxiliares, etc.

E. Clientes

El principal cliente de este sub proceso es el área de confiabilidad, quien se encargara de recopilar los programas de todas las áreas y emitirá una versión final. Los clientes del siguiente nivel son el área de supervisión (SMCV y contratistas).

F. Proveedores

Los proveedores son el área de supervisión mediante el pedido de trabajos, el área de operaciones al emitir requerimientos de trabajos, el área de confiabilidad; control de inventarios, pues mediante la información que actualizan en el sistema sabemos de la disponibilidad de recursos materiales (repuestos) para los trabajos y finalmente de compras pues nos apoyan con el seguimiento de vales y PRs.

G. Responsable

El responsable de este sub proceso es el planner.

H. Participantes

Dentro de los participantes para la elaboración del programa de parada de planta, se encuentran los representantes de las áreas relacionadas que asisten a las reuniones de validación, estas son:

- Administración de Contratos
- Supervisión Mto Mecánico
- Planificación Mto Eléctrico e Instrumentación
- Mantenimiento Predictivo
- Operaciones

3.1.2. Análisis de la Problemática

De lo anteriormente expuesto, y con ayuda del diagrama de Ishikawa de la se obtiene como resultado lo mostrado en la Figura 10:

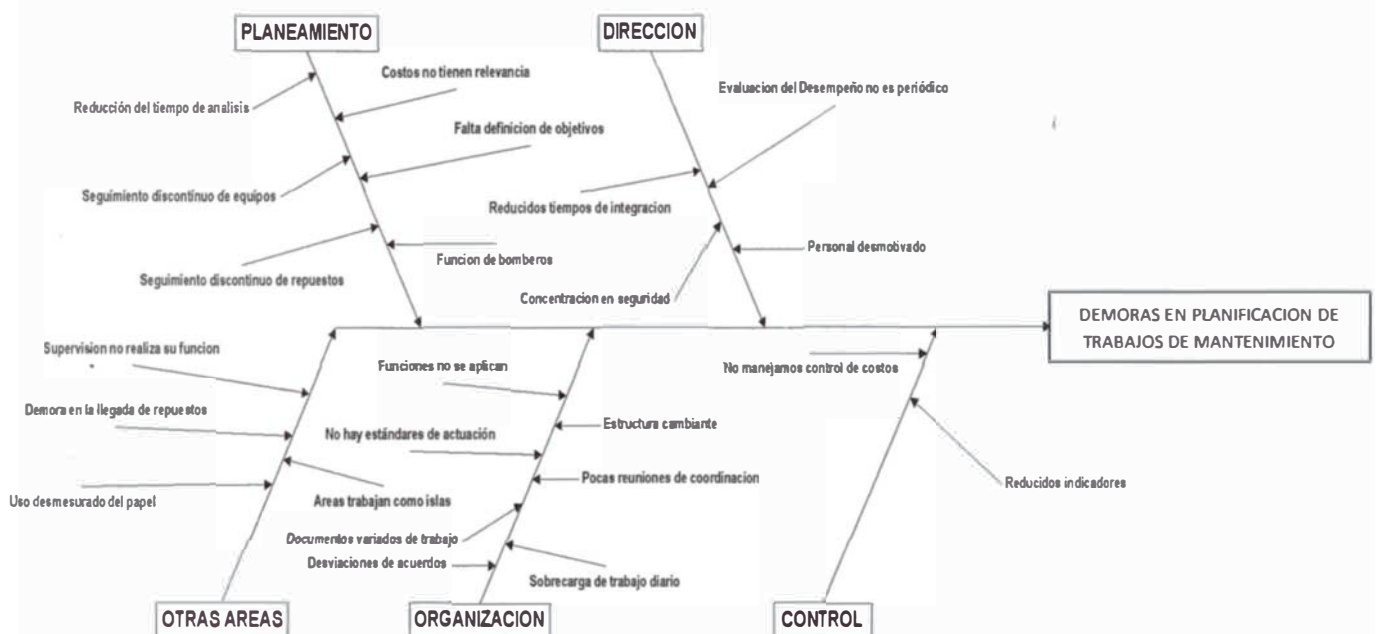


Figura 10. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

El principal problema (efecto) según la situación actual del área es: Demoras en la planificación de trabajos de mantenimiento”, a continuación se mencionan las causas principales que ocasiona esta situación:

- Ausencia de estándares de actuación.
- Poco tiempo para analizar información.
- Falta de integración entre áreas.
- Falta de control de repuestos.
- Falta de control del seguimiento del historial de componentes.

3.1.3. Formulación del problema

Identificado el problema bajo estudio, se procede a su formulación:

“¿En qué medida la implementación de mejores prácticas utilizando el soporte de SAP mejorará la planificación de trabajos de mantenimiento?”

3.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.2.1. Implementación de un software especializado en planificación de mantenimiento

Esta alternativa propone la compra de un software de mantenimiento que tenga conectividad con el servidor de SAP (información logística, de recursos humanos y contabilidad de costos). Para mantenimientos preventivos por ciclos, al ingresar frecuencia de mantenimiento y la última fecha de mantenimiento, se obtenga como resultado la apertura de una orden con la fecha próxima de mantenimiento. En el caso de mantenimientos correctivos, al ingresar la falla presentada y la fecha del evento, proporcione como resultado la estadística de fallas en el tiempo.

3.2.2. Implementación de procedimientos formalizados para la gestión de planificación

Consiste en desarrollar e implementar procedimientos formalizados de las actividades establecidas de planificación que describa a los participantes, lista de requerimientos, descripción de trabajo y registros que se deben obtener.

3.2.3. Implementación de mejores prácticas utilizando el soporte de SAP

Consiste en el desarrollo e implementación de una guía de mejores prácticas para la gestión de planificación, que parte de un enfoque de procesos resumido en un mapeo de procesos propuesto y la actualización de

funciones de los actores principales. Seguidamente se estructura la guía describiendo estos procesos, roles, recursos necesarios, flujos de información y de materiales e indicadores. Finalmente la implementación y la capacitación al personal para la difusión del contenido de la guía.

3.3. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

3.3.1. Método de evaluación

Para la evaluación de alternativas de solución, se utiliza el método de Puntaje Ponderado, que consiste en ponderar todos los criterios determinados, evaluar las alternativas de solución mencionadas en base a los criterios y calcular el puntaje total de cada alternativa mediante la suma de los puntajes parciales obtenidos de la multiplicación del peso o ponderación de cada criterio por la calificación de cada alternativa.

Los criterios que se tomarán en cuenta para evaluar las alternativas de solución son los siguientes:

- Tiempo de implementación
- Riqueza de información resultante
- Facilidad de manejo
- Costo
- Flexibilidad

En la Tabla 6 se muestra las ponderaciones de los criterios establecidos:

Tabla 6: Criterios de Evaluación

Fuente: Elaboración propia

Criterio	Ponderación
Tiempo de implementación	25%
Riqueza de información resultante	25%
Facilidad de manejo	15%
Costo	20%
Flexibilidad	15%

La calificación de los criterios anteriores se realizó teniendo en cuenta los siguientes valores:

Tabla 7: Calificación de Criterios

Fuente: Elaboración propia

Nivel	Calificación
Muy Bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1

3.3.2. Evaluación y Comparación de Alternativas

Tabla 8: Evaluación de Alternativas de Solución

Criterio	Ponderación	Alternativa N° 1	Alternativa N° 2	Alternativa N° 3	Evaluación N° 1	Evaluación N° 2	Evaluación N° 3
Tiempo de implementación	25%	3	5	4	0.60	1.25	1.00
Calidad de información resultante	25%	5	3	5	1.25	0.75	1.25
Facilidad de manejo	15%	3	5	5	0.45	0.75	0.75
Costo	20%	3	5	5	0.60	1.00	1.00
Flexibilidad	15%	3	4	4	0.45	0.60	0.60
	100%				3.35	4.35	4.60

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los criterios definidos por la compañía y luego de la evaluación realizada a las tres alternativas propuestas, se observa que la alternativa N°3 "Implementación de buenas prácticas bajo el soporte de SAP" es la alternativa ganadora.

3.4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Luego de la evaluación de las alternativas de solución, se procederá a desarrollar los planes de acción de la alternativa ganadora "Implementación de buenas prácticas utilizando SAP", la misma que consta de las siguientes etapas:

3.4.1. Planificación de la Propuesta

Consiste en la elaboración del plan de trabajo para la elaboración de una guía con las mejores prácticas para la gestión de planificación del mantenimiento. La guía es el entregable final y para su aplicación se requiere de la organización de actividades del área en base a procesos, identificación de roles, requerimientos de recursos, indicadores de control y formatos estandarizados. Se define el objetivo y alcance así como el equipo de trabajo. La planificación de la propuesta se empezó en febrero del 2012, con el ERP SAP recién instaurado como nuevo sistema de información. El plan de trabajo y el cronograma respectivo son aprobados por el planner senior de Planificación.

3.4.2. Análisis del Sistema Actual de Planificación

La primera parte del plan de trabajo, consiste en identificar y describir los procesos actuales del área. En base al flujo de actividades y de información actual se evaluará que actividades que no agregan valor y que se deben mejorar. Se añade la identificación de indicadores y el cálculo de valores en la situación actual. Cabe mencionar, que se tiene reuniones de coordinación con los líderes de otras áreas como supervisión, logística y operaciones para la diagramación de los procesos compartidos con estas áreas.

3.4.3. Diseño del Sistema Propuesto

En base a las actividades observadas, se procederá a tomar acción para aplicarle una medida de control ya sea eliminándolas, sustituyéndolas, reduciéndolas o combinándola con otras para hacer un proceso más eficiente. Se revisan los indicadores generados en la situación actual y se

agregan o reducen según sea conveniente. Se desarrolla el sistema propuesto para los procesos internos del área. Además en varios procesos se utilizará el ERP SAP como herramienta de soporte para realizar ciertas actividades.

Se definen parámetros generales en SAP para el área:

- **Grupo de Trabajo:** El grupo de trabajo de planificación mantenimiento mecánico concentradora es llamado VCONPL2 y el área asigna los trabajos de mantenimiento a los grupos de trabajo de supervisión llamados VCONME1 (Molienda), VCONME2 (Flotación) y VCONME3 (Filtros y Planta Moly).
- **Ordenes MN03:** Las órdenes de mantenimiento de este tipo se generan automáticamente como parte de la configuración de planes de mantenimiento en SAP, es decir, estas órdenes se han programado para que se lancen con cierta frecuencia, y con el contenido programado. Como clase de actividad tiene por defecto definido AGP (autogenerado).
- **Prioridad:** Se manejan 3 niveles de prioridad: Emergencia (atención inmediata, menos de 24 horas), Alto (atención dentro de 1 semana) o Normal (atención más de 1 semana) y debe ser asignado a cada orden y aviso generado.

3.4.4. Implementación del Nuevo Sistema

Con el sistema propuesto, se procede a documentar los procesos con procedimientos formales, tabla de control de indicadores, formatos estandarizados. Entonces con la documentación completa se procede a la elaboración, revisión, aprobación y publicación oficial de la guía. La implementación se finalizó en julio del 2012.

3.4.5. Capacitación al Personal

Para la puesta en marcha de la guía, es vital que el personal involucrado en los procesos sea sensibilizado y capacitado sobre el uso y los beneficios de

la guía a fin de que se sienta comprometido y lo aplique en su trabajo. La capacitación se realizó durante una semana en agosto del 2012.

3.4.6. Aplicación del Sistema Propuesto

Dentro del programa se tiene una fecha de cambio de sistema, una vez que la propuesta ha sido implementada y el personal esté debidamente capacitado. A partir de esta fecha, se aplica el nuevo sistema de trabajo bajo el régimen de los procedimientos y controles establecidos.

La fecha de cambio al nuevo sistema se estableció para el 1ero de octubre del 2012.

3.4.7. Seguimiento y Control

Para el seguimiento de la instauración del nuevo sistema, se fijaron realizar reportes de resultados mensualmente, es decir, en noviembre del 2012 se tuvieron los primeros indicadores, obteniendo buenos resultados.

3.4.8. Procesos Mejorados

3.4.8.1. Proceso de Planificación de Requerimiento de Mantenimiento

Este proceso forma parte del proceso de la planificación de mantenimientos no rutinarios. El manejo de este proceso se realizará utilizando solo el sistema SAP, otros medios no serán aceptados. El proceso comienza con la generación de avisos (son formularios que deben ser llenados para dar alerta de indicios de falla o la falla propia de algún equipo dentro de la planta) por parte diferentes áreas de la planta, generalmente operaciones, a continuación, se realiza la revisión de avisos por parte de planificación. Para ello, utilizamos la transacción IW28 para revisar los avisos generados para planificación, se coloca en el puesto de trabajo VCONPL2 y se ejecuta obteniendo todos los avisos, los cuales deben estar tipificados con alguno de estos tres códigos, según la Tabla 9:

Tabla9. Tipos de Aviso para Mantenimiento

Fuente: Cerro Verde

Tipo de aviso	Descripción
W3	SEGURIDAD - MANTTO
MR	SOLIC. DE MANTENIMIENTO
MF	REPORTE FALLA

Se revisa el detalle de cada aviso, la prioridad, el área que lo generó y la fecha en que fue generada. Se atiende cada aviso de la siguiente forma:

Figura 11. Modificación de un Aviso

Fuente: Cerro Verde

- Aviso abierto: Aviso generado por Área solicitante de mantenimiento.
- Aviso abierto tratado: Es aceptado y no requiere mayores detalles para su atención, entonces a partir del aviso se genera la orden de mantenimiento y el aviso cambia su estado a “en tratamiento”.
- Aviso cerrado: Ocurre cuando el aviso fue atendido al 100%.

Cuando no se tiene claro un aviso, este se redirige al grupo de trabajo que lo generó para que lo modifique. Para todo requerimiento de mantenimiento debe generarse un aviso. La revisión de avisos debe ser diaria, realizando un reporte de seguimiento y control. Los avisos no deben pasar de 3 días de no ser atendidos desde que fue generado. Cada aviso atendido al 100% debe ser cerrado desde el aviso o automáticamente se cierra si se cierra la orden. A continuación, en la figura 12 se puede apreciar el diagrama de proceso de Atención de Requerimientos de Mantenimiento a través de los avisos:

Posteriormente, se revisa los recursos que requiere la orden de mantenimiento y si hubieran faltantes, se coloca el estado de la orden en “Espera de material” o caso contrario “Listo para programar”. Seguidamente se continúa con el proceso de programación de órdenes. Finalmente, se realiza el proceso de elaboración del programa semanal, que es cuando se reúnen todos los trabajos programados para cada semana y es allí donde la orden será considerada y ejecutada por supervisión en la fecha programada.

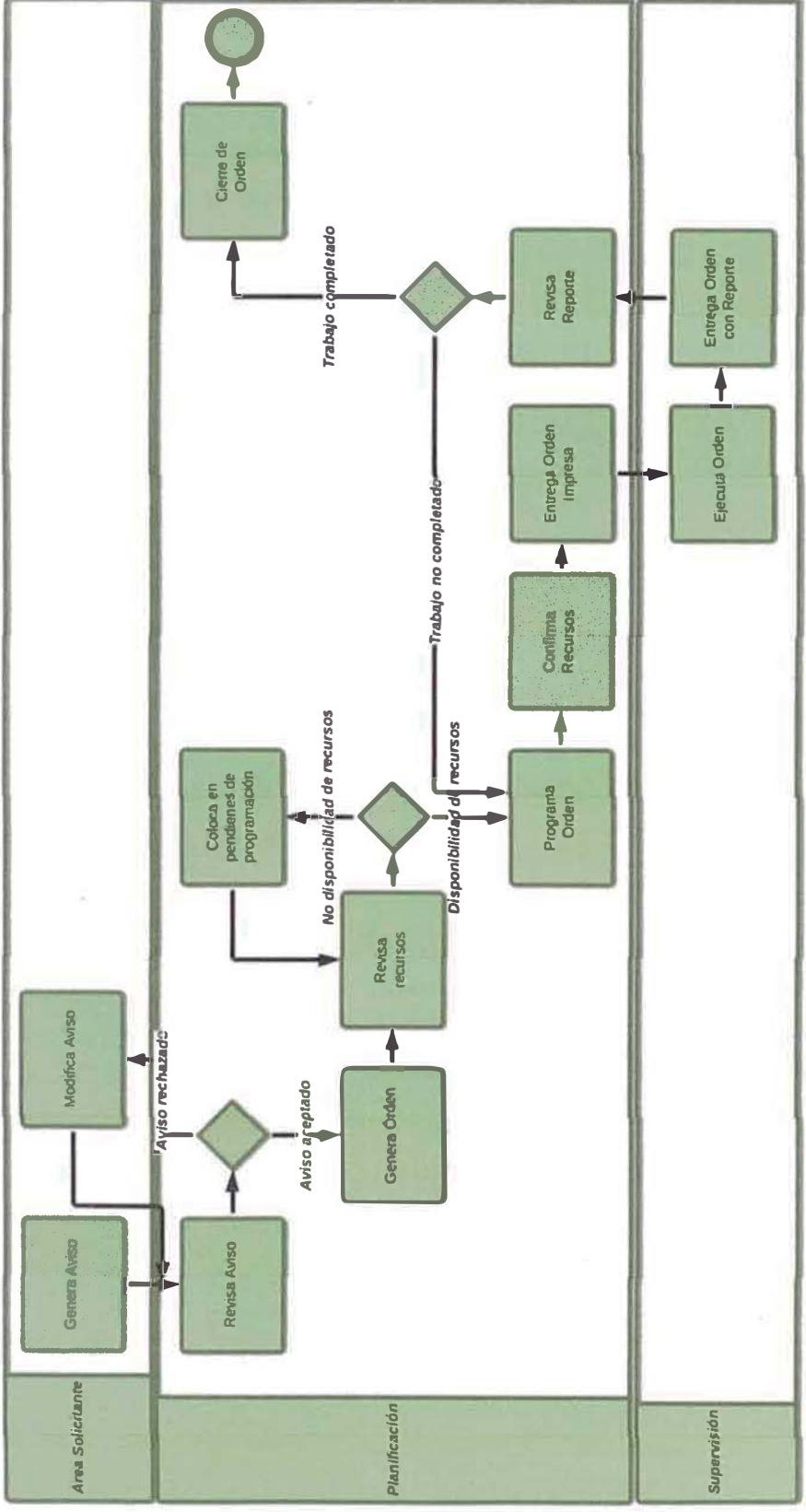


Figura 12. Diagrama del Proceso de Atención de Requerimiento de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.4.8.2. Proceso de Programación de Órdenes de Mantenimiento

Este proceso forma parte del Proceso de Planificación Mixta (incluye trabajos rutinarios y no rutinarios) y consiste en analizar la carga de trabajo actual y fijar la fecha de ejecución de los trabajos que tienen disponibilidad de recursos, pueden ser programados entre las semana 1 y la semana 3, siendo determinante el nivel de prioridad. Entonces, la orden pasa del estado "Listo para programar" a "Programado".

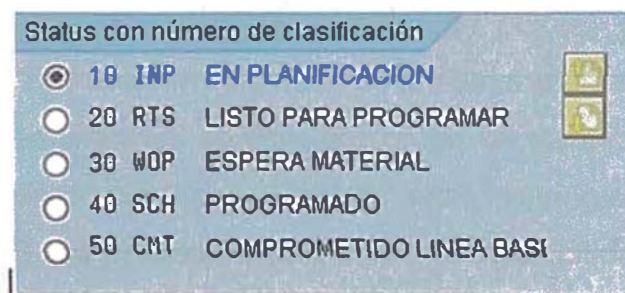


Figura 13. Estados de la Orden de Mantenimiento

Fuente: Cerro Verde

Para proceder con el manejo de las órdenes en SAP, se tiene la siguiente codificación de órdenes de mantenimiento:

Tabla10. Tipo de Actividad por Tipo de Orden de Mantenimiento

Fuente: Cerro Verde

SAP Order Type	Maint. Activity Key	Maint. Activity Type Desc.
MN03 (Preventive Maintenance)	AGP	AUTO GENERATED PM
	ENV	ENVIRONMENTAL
MN02 (Emergency Maintenance)	RRP	REPAIR REACTIVE / CORRECTIVE
	PIN	INVESTIGATION / INSPECTION
	RBM	PCMRBM SYSTEM GENERATED ORDER
	IHM	W-HOUSE MANUF./FABRICATION
	RRW	REWORK REACTIVE
	SAF	SAFETY
MN01 (General Maintenance)	IHM	W-HOUSE MANUF./FABRICATION
	PCM	COND MONITOR / PRED
	PIN	INVESTIGATION / INSPECTION
	PCR	PLANNED COMPONENT REPLACEMENT
	PRH	PROACTIVE REPAIR/OVERHAUL
	ENV	ENVIRONMENTAL
	RBM	PCMRBM SYSTEM GENERATED ORDER
SAF	SAFETY	

Donde, trabajos de parada de planta tienen una codificación de MN01, trabajos no rutinarios generados por Planificación (requerimiento de mantenimiento) tienen una codificación MN02 y trabajos preventivos rutinarios tienen una codificación MN03.

3.4.8.3. Procesos de Lanzamiento del Programa Semanal

Este proceso forma parte del Proceso de Planificación Mixta y consiste en la revisión de todas las órdenes de mantenimiento programadas para la semana 1 (no incluyen trabajos de paradas de planta) y las ordenes de mantenimiento que no fueron realizadas de la semana anterior.

Entonces para este proceso, se filtra por grupo de trabajo, por intervalo de programación y estado de orden "Programado", restringiendo solo órdenes tipo MN02 y MN03. Se procede a confirmar la disponibilidad de recursos de cada orden ya revisarla carga de trabajo, si todo es conforme la orden cambia de estado a "Comprometido Línea Base", caso contrario se programa para una nueva fecha.

Con todas las órdenes comprometidas, se exporta y se presenta en un formato único de Programa Semanal (Ver anexo B).

3.4.8.4. Proceso de Control y Seguimiento de Ordenes

Una vez realizada la reunión de coordinación semanal (martes) con supervisión y recibir feedback sobre trabajos necesarios para planificar y también tener en cuenta trabajos surgidos por temas de seguridad o proyectos de mejora a realizar dentro de las 3 semanas y que son esporádicos, se generan órdenes de mantenimiento para atender estos requerimientos y de la misma forma se codifican como listo para programar o en espera de material.

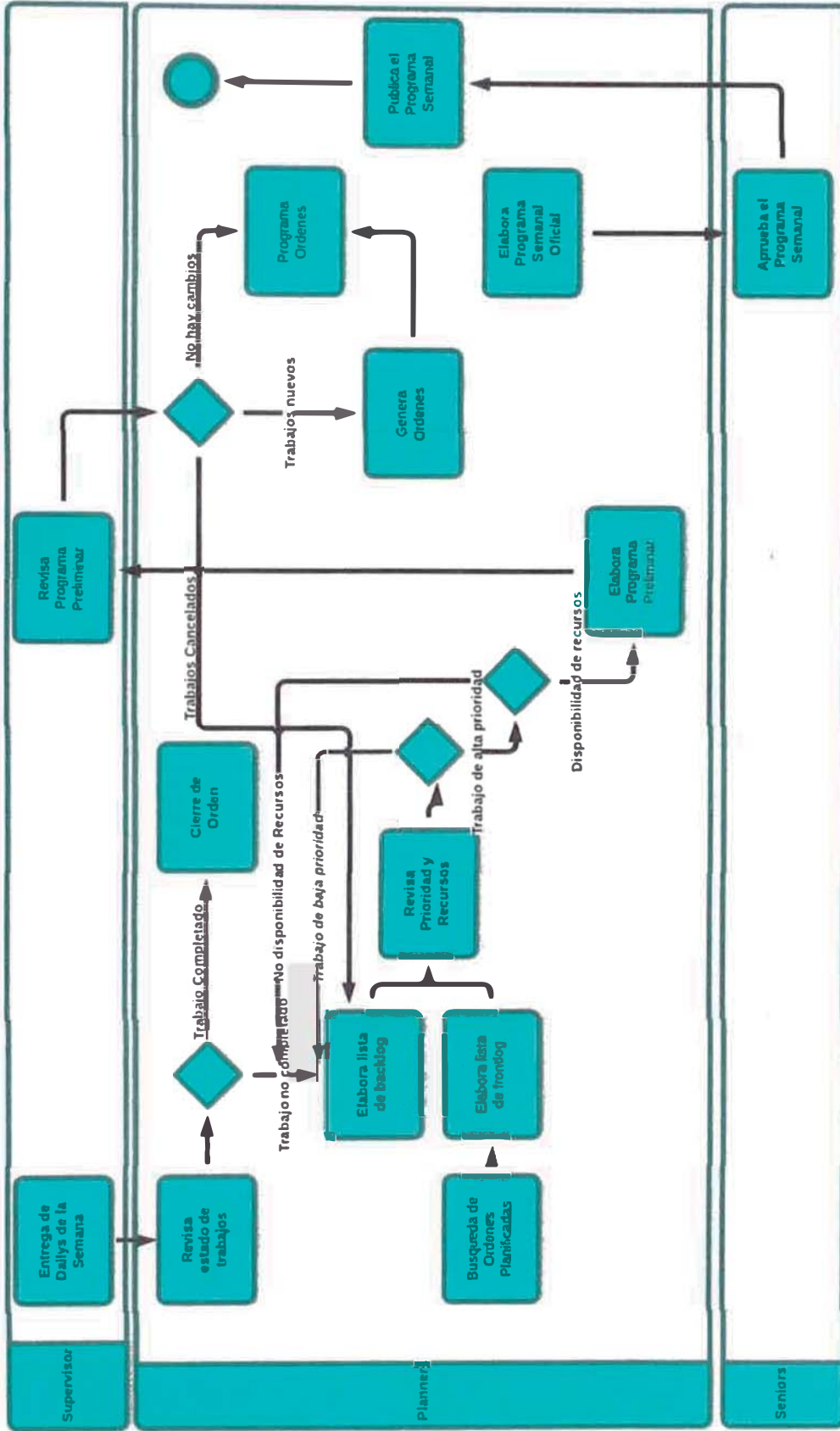


Figura 14. Diagrama de Procesos de la Elaboración del Programa Semanal

Fuente: Elaboración propia

3.4.8.5. Proceso de Seguimiento de Stock de Repuestos

Para asegurar niveles de stock de los repuestos se siguen los siguientes pasos:

- A.** Estructura de Lista de Repuestos (nivel A, B, C): donde nivel A: crítico, B: importante, C: normal; incluye número de material para búsqueda en SAP, stock deseable y descripción de equipo(s).

- B.** Búsqueda en SAP: Transacción MB52. Se configura campos y guarda plantilla para próximas búsquedas.

- C.** Reporte de Stock de Repuestos: Incluye número de material, descripción, unidad de medida, cantidad en stock, ubicación en almacén, nivel de repuesto, niveles de ROP y de ROQ, calificación (aceptable, regular, inaceptable). La calificación se determina por la diferencia entre la cantidad de stock deseable y la cantidad de stock actual. Aceptable cuando es la diferencia es positiva, regular cuando la diferencia es cero e inaceptable cuando la diferencia es negativa.

CAPITULO IV:RESULTADOS

4.1. Criterios de Evaluación

La evaluación de resultados se realizará en base al tiempo y a los valores obtenidos de los indicadores de algunos procesos de Planificación. Se medirán los siguientes procesos:

- Proceso I: Elaboración del Programa Semanal
- Proceso II: Planificación de Requerimiento de Mantenimiento

Además se realizará el análisis costo-beneficio y la comparación de la situación existente y la solución propuesta.

4.2. Resultados de la solución propuesta

El desarrollo de la solución desde la planificación hasta la puesta en marcha duro 9 meses desde febrero del 2012 hasta fines de setiembre. Al mes de noviembre del 2012 se obtuvieron los siguientes resultados:

4.2.1. Reducción del tiempo

Luego de la implementación de la solución planteada se comprobó que hay una reducción de tiempo en el desarrollo de dos de los procesos más importantes de la planificación de trabajos de mantenimiento:

Tabla 11. Resultado del Proceso I

Fuente: Elaboración propia

Proceso	Actividades	Tiempo Antes (h)	Tiempo Después (h)
Elaboración del Programa semanal	Análisis de información	2.00	1.00
	Planeación de Recursos	1.50	1.00
	Reunión de Coordinación	1.00	1.00
	Programación de Órdenes	1.50	1.00
	Publicación del Programa	0.50	0.25
	Tiempo total	6.50	4.25

Por lo tanto, podemos observar que posterior a la implementación de mejores prácticas en la planificación bajo el soporte de SAP se redujo el tiempo del proceso de “Elaboración del Programa Semanal” en 35% (de 6.50 horas a 4.25 horas).

Tabla 12. Resultado del Proceso II

Fuente: Elaboración propia

Proceso	Actividades	Tiempo Antes (h)	Tiempo Después (h)
Planificación de Requerimiento de Mantenimiento	Revisión de Avisos	1.50	1.00
	Revisión de Recursos	0.50	0.25
	Generación de Orden	0.25	0.10
	Tiempo total	2.25	1.35

Por lo tanto, podemos observar que posterior a la implementación de mejores prácticas en la planificación bajo el soporte de SAP se redujo el

tiempo del proceso de “Planificación de Requerimiento de Mantenimiento” en 40% (de 2.25 horas a 1.35 horas).

4.2.2. Mejora de indicadores

Inicialmente del estudio de procesos realizados se obtuvieron las siguientes mediciones de los indicadores más importantes en la programación y control del mantenimiento de acuerdo a cada grupo de trabajo:

Tabla 13. Indicadores de Planificación

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Indicador	Formula	Valores			Promedio
			VCONME1	VCONME2	VCONME3	
Elaboración del Programa Semanal	Tasa de Programación(%)	% HH Prog/HH Dsp*100	99.8%	99.3%	112.8%	104.0%
Seguimiento del Programa Semanal	Tasa de Cumplimiento HH(%)	% HH Prog ejec/ HH Prog Total*100	88.5%	86.4%	59.3%	78.1%
	Tasa de Utilización(%)	% HH Ejec/HH Dsp*100	153.8%	116.0%	106.4%	125.4%
	Tasa Cumplimiento Actividad(%)	% N'Act Prog ejec/ N'Act Prog Total*100	72.8%	81.0%	75.2%	76.3%
Seguimiento del Programa Diario	Cumplimiento de Devolución del Daily(%)	%N'Act con OM entregada/Total Act Programadas	100.0%	81.0%	100.0%	93.7%
Seguimiento del Programa Parada de Planta	Tasa Cumplimiento Actividad(%)	% N'Act Prog ejec/ N'Act Prog Total*100	72.8%	93.4%	77.9%	81.4%
Registro y Actualización en ERP	Gestión de operaciones(%)	% Cant. Op. Liberadas/Total de Operaciones	54.1%	68.6%	65.6%	62.8%
	Operaciones desactualizadas(%)	% Op lib. Fecha inicio Pasada/Total Op. Liberadas	59.2%	54.0%	49.9%	54.3%
	Operaciones con asignación de trabajo(%)	% Operaciones con asignación de trabajo	92.0%	77.3%	92.0%	87.1%
	Carga de trabajo en programa SAP(%)	% Oms provenientes de programa automático SAP	56.2%	57.5%	61.9%	58.5%

Luego de la implementación de la solución planteada se comprobó que hay una mejora de estos indicadores de gestión de los procesos de programación y control del mantenimiento.

Tabla 14. Comparación de Indicadores de Planificación

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Indicador	Valores Promedio		
		feb-12	nov-12	Meta
Elaboración del Programa Semanal	Tasa de Programación(%)	104.0%	90.0%	Entre 100% y 90%
Seguimiento del Programa Semanal	Tasa de Cumplimiento HH(%)	78.1%	88.5%	Entre 100% y 90%
	Tasa de Utilización(%)	125.4%	81.3%	Entre 100% y 90%
	Tasa Cumplimiento Actividad(%)	76.3%	85.9%	Entre 100% y 90%
Seguimiento del Programa Diario	Cumplimiento de Devolución del Daily(%)	93.7%	90.4%	Entre 100% y 90%
Seguimiento del Programa Parada de Planta	Tasa Cumplimiento Actividad(%)	81.4%	89.2%	Entre 100% y 90%
Registro y Actualización en ERP	Gestión de operaciones(%)	62.8%	88.9%	Entre 100% y 90%
	Operaciones desactualizadas(%)	54.3%	49.9%	Entre 0 y 10%
	Operaciones con asignación de trabajo(%)	87.1%	91.0%	Entre 100% y 80%
	Carga de trabajo en programa SAP(%)	58.5%	68.1%	Entre 80% y 60%

Comentario de Tabla 14:

Respecto al Programa Semanal:

- Se dio un margen de HH para trabajos correctivos no programados
- Con menos carga de trabajo se cumplen trabajos programados con mayor seguridad.
- El Rol de Turnos proyectado se cumplió casi completamente por lo que el indicador es coherente y por actividades también se mejoró aumentando % cumplimiento

Respecto al Programa Diario:

- El programa diario no está siendo devuelto por completo a tiempo

Respecto a Paradas de Planta:

- En la organización de paradas de planta se debe mejorar la coordinación con los contratistas

Respecto a Información de OMs en SAP:

- Falta liberar OMs y falta actualizar la fecha de las operaciones
- Se cumple con la meta de asignación de trabajos en operaciones.
- Se agregaron planes de mantenimiento en SAP para automatizar los trabajos rutinarios.

4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.3.1. Costos de la solución propuesta

Para la implementación de la solución propuesta se consideró los siguientes costos:

- Personal

Tabla 15. Costos del Personal

Fuente: Elaboración propia

Roles	Costo por hora(S/.)	Horas mensuales	Duración del proyecto	Costo Total
Líder	25.57	44	9	S/. 10,125.00
Asistente 1	19.89	66	9	S/. 11,812.50
Asistente 2	19.89	66	9	S/. 11,812.50
Total				S/. 33,750.00

- Instalaciones y Equipos

Tabla 16. Costos del Instalaciones y Equipos

Fuente: Elaboración propia

Item	Costo por hora	Horas mensuales	Duración del proyecto	Costo Total
PCs	1.75	95	9	S/. 1,496.25
Sala de Reuniones	0.90	10	9	S/. 81.00
Impresora	1.75	15	9	S/. 236.25
Total				S/. 1,813.50

- Suministros y Materiales

Tabla 17. Costos de Suministros y Materiales

Fuente: Elaboración propia

Item	Cantidad mensual	Costo	Duración del proyecto	Costo Total
Hojas Impresas A4	350	0.20	9	S/. 630.00
Hojas Impresas A3	50	0.60	9	S/. 270.00
Útiles	10	2.50	9	S/. 225.00
Total				S/. 1,125.00

4.3.2. Análisis Costo-Beneficio

La siguiente tabla muestra el análisis costo beneficio del macroproceso de planificación de mantenimiento bajo el esquema tradicional vs esquema con la solución planteada:

Tabla 18. Análisis Costo/Beneficio

Fuente: Elaboración propia

5M	Concepto	Gasto Mensual Esquema Tradicional (S/.)	Inversión en la Solución Planteada (S/.)	Gasto Mensual el Esquema Mejorado (S/.)
Mano de Obra	Líder		S/. 10,125.00	
	Asistente 1		S/. 11,812.50	
	Asistente 2		S/. 11,812.50	
	Costo Personal Planificación	S/. 44,150.00		S/. 30,335.00
	Sub Total		S/. 33,750.00	
Instalaciones y Equipos	PCs	S/. 122.50	S/. 1,496.25	S/. 122.50
	Sala de Reuniones		S/. 81.00	
	Impresora	S/. 70.00	S/. 236.25	S/. 70.00
	Sub Total		S/. 1,813.50	
Suministros y Materiales	Hojas Impresas A4		S/. 630.00	
	Hojas Impresas A3		S/. 270.00	
	Útiles		S/. 225.00	
	Sub Total		S/. 1,125.00	
Costo Total		S/. 44,342.50	S/. 36,688.50	S/. 30,527.50

El costo de la Mano de Obra es el elemento o factor más importante de la evaluación económica del proyecto, puesto que aplicando la solución propuesta este se redujo y por ende el costo total del esquema actual

(procesos con mejores métodos de trabajo) en cerca de 32%. Esto a consecuencia, de un menor uso de HH del personal de Planificación, en realizar el proceso de programación y control más ágil y efectivo donde se incluye actividades como la elaboración y seguimiento del programa semanal que como se vio anteriormente se redujo el tiempo por actividad.

De la tabla 18 se puede deducir que el ahorro mensual fue de:

$$\text{Ahorro} = 44\,342.50 - 30\,527.50 = \text{S/} 13\,815.00$$

Entonces para el Análisis Costo -Beneficio, anualizamos el costo y el beneficio (ahorro) a una tasa de 6%, y el indicador B/C se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Valor anual Costo} = \text{S/} 3\,198.67$$

$$\text{Valor anual Beneficio} = \text{S/} 165\,780.00$$

$$\text{B/C} = \text{Ahorro/Costo de la inversión} = 165\,780.00 / 3\,198.67 = 51.83$$

Por lo tanto la solución propuesta diseñada e implementada está económicamente justificada.

4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE SOLUCIÓN EXISTENTE Y SOLUCIÓN PROPUESTA

De la implementación de la guía de mejores prácticas obtenemos las siguientes diferencias:

Tabla 19. Comparación Solución Existente vs Solución Propuesta

Fuente: Elaboración propia

Aspecto	Solución Existente	Solución Propuesta
Tecnológico	Uso de diversos software (Ellipse y Excel) y retraso de generación de programas.	Disponibilidad de información actualizada y agilización de operaciones de planificación.
Metodológico	Enfoque basado en funciones, actividades no tienen alcance establecido.	Enfoque basado en procesos, definición de alcances y descripción clara de procesos. Estimación de utilización de recursos y costos involucrados.
Manejo de Información	Información dispersa y desactualizada, difícil para analizar. Acceso de información solo a planificadores.	Información organizada y confiable para tomar decisiones. Base de datos centralizada para hacer reportes rápidos.
Organizacional	Gestión basada en comunicaciones verbales y a nivel estratégico.	Gestión basada en una guía formalizada y a nivel de actividades. Información compartida

		en la organización de mantenimiento.
Aspecto	Solución Existente	Solución Propuesta
Control del Proceso	Falta de control de stock de repuestos y de órdenes de seguimiento de los equipos.	Control basado en reportes rápidos de stock y el historial de trabajos realizados en los equipos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Queda demostrado que la implementación de mejores prácticas mejoró el tiempo de actividades en 37% importantes en la planificación del mantenimiento como es la elaboración del programa semanal debido al nuevo esquema de trabajo con manejo de indicadores y de la información con aplicaciones SAP, contribuyendo a solucionar una de los factores principales de nuestro problema como es la ausencia de estándares de trabajo.
2. La implementación de mejores prácticas sintetizado y formalizado en la guía no solo permitió mejorar tiempos de procesamiento de algunas actividades, sino también reducir el costo involucrado en el personal de planificación en 32% adicional por horas extras.
3. Con la instauración de indicadores claves, los procesos de planificación son monitoreados y controlados en caso no se cumpla con las metas establecidas aplicando medidas preventivas o correctivas. Con los resultados obtenidos de los indicadores, se pueden gestionar mejor los procesos y tomar mejores decisiones para el logro de objetivos.

RECOMENDACIONES

Para la Gerencia de Mantenimiento Concentradora:

1. Establecer oficialmente manuales de funciones y organización para definir las responsabilidades de cada tipo de puesto de trabajo y lograr un mayor compromiso con el logro de objetivos. Además, esta iniciativa contribuirá a alcanzar mayor rapidez de adaptación del nuevo personal y a evitar confusiones o esquivación de responsabilidades ante problemas.
2. Al mismo tiempo de cumplir con los estándares de seguridad, debemos poner énfasis en la mejora continua de nuestros procesos administrativos mediante el uso de indicadores en todos los niveles y comunicación de resultados a todos los involucrados.
3. Difundir anualmente el plan estratégico (objetivos, estrategias, metas) de la gerencia a todos los empleados de todos los niveles que la conforman para mentalizarnos en su cumplimiento y la trascendencia o repercusión que traería. Además, difundir los resultados mensualmente e indicar el porcentaje de avance a la meta. Si la organización cuenta con dichos lineamientos, las áreas que forman parte deben de alinearse a ellos para el logro de objetivos.
4. Aplicar un enfoque integral en una organización es vital para el desarrollo de la organización pues permite que todos los elementos miembros nos relacionemos activamente con otros y no estar aislados como islas.

Para el área de Planificación:

1. Organizar reuniones internas diarias de retroalimentación y coordinación de actividades entre los miembros del área.
2. Propiciar el trabajo en equipo y mayor comunicación e integración dentro del área y las áreas con las cuales nos interrelacionamos como supervisión, contratos, logística, etc.

3. Incentivar la mejora continua mediante la comunicación de propuestas.
4. Al inicio de cada año, establecer planes de trabajo con objetivos y metas a cumplir y comunicar resultados en forma mensual y de esta forma evaluar el desempeño de cada miembro.
5. Cuando suceda salida de personal del área, quien queda cargo debe estar informado de todo lo realizado y lo pendiente mediante entrega de documentos de trabajo actualizados a la fecha como puede ser el seguimiento de componentes, seguimiento de cargos directo y de vales y de coordinaciones ya realizadas.
6. Controlar lo planificado y asegurar la calidad y efectividad de los trabajos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Daily	Programa Diario elaborado por Planificación. Contiene el total de trabajos programados en el día simbolizados por hojas impresas que contienen el detalle del trabajo.
OM	Orden de Mantenimiento utilizada para la planificación de trabajos de mantenimiento. Se codifica en SAP con numero de 12 dígitos y puede estar compuesto por una o varias operaciones.
Operación	Actividad que conforma una Orden de Mantenimiento.
Operación Liberada	Operación generada que se encuentra programada y se libera para el pedido de materiales.
Fecha de Inicio	Fecha de programación del inicio de la ejecución de una Operación.
PM	Trabajos de Mantenimiento Preventivo
Reserva	Código de requerimiento de materiales a almacén. Cada OM tiene asignada una reserva.
RO	Orden de Requerimiento generada por el Área de Control de Inventarios para solicitar a Compras la reposición de materiales de stock o compra por cargo directo.
O/C	Orden de Compra. En SAP conocido como pedido de compra.
Overhaul	Tipo de Mantenimiento realizado a equipos que consiste en el cambio total de componentes.
Rol de turnos	Lista del personal disponible para un grupo de trabajo en un periodo de tiempo, sujetos a varios turnos de trabajo
Grupo de Trabajo	Conjunto de personal que conforman grupo asignado a un área de trabajo específico.
Planner	Planificador de Mantenimiento
Clerk	Asistente de Planificación, apoya al Planner en el corto plazo.
PASSO	Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional.
Forecast	Monto real mensual gastado y comparado con lo presupuestado.
Frontlog	OMs programados a futuro, próximas 3 semanas.
Backlog	OMs programadas en el pasado que no se realizaron por falta de personal, de materiales o de apoyo de terceros.
Tipo de Orden	Clasificación de la OM, de acuerdo al tipo de mantenimiento: MN01 mantenimiento parada de planta, MN02 mantenimiento emergente y MN03 mantenimiento preventivo.
Tipo de	Clasificación del tipo de trabajo de la OM: reparación, cambio de

Actividad	partes, inspección, lubricación, etc.
Prioridad	Grado de importancia de una OM.
Aviso	Requerimiento o Solicitud de Mantenimiento pedido por personal que trabaja en operaciones.
Tipo de Aviso	Clasificación del aviso de acuerdo al tipo de ocurrencia a comunicar: falla inminente, síntomas de fallas, observación de seguridad.
Estado de la Orden(usuario)	Etapa dentro del Proceso en que se encuentra la OM, definida por el Planner o Clerk.
Asignación de trabajo	Especificación en el OM de duración del trabajo, cantidad de personas y HH necesarias por operación.
Programa SAP	OMs generadas automáticamente en SAP a partir de la programación en base a planes de mantenimiento por equipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Córdova A. Luis, "*Análisis de Métodos y Medición del Trabajo*", UNIFIIS-OPSEC, Lima, 2009.
2. Duffua, R., D., "*Sistema de Mantenimiento: Planeación y Control*", Editorial Limusa, Mexico, 2000.
3. Equipo SGI, "*Mapa de Procesos SMCV*", SMCV, Arequipa, 2010.
4. Fernandez, F. J., "*Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*", 2da Edición, Fundación Confemetal, Madrid, 2009.
5. García C. Jorge, "*Reingeniería de Procesos y Mejora de Productividad*", UNIFIIS-OPSEC, Lima, 2009.
6. Ruiz, A. C., "*Principios de Mantenimiento*", UNED, San José, 1981.

ANEXOS

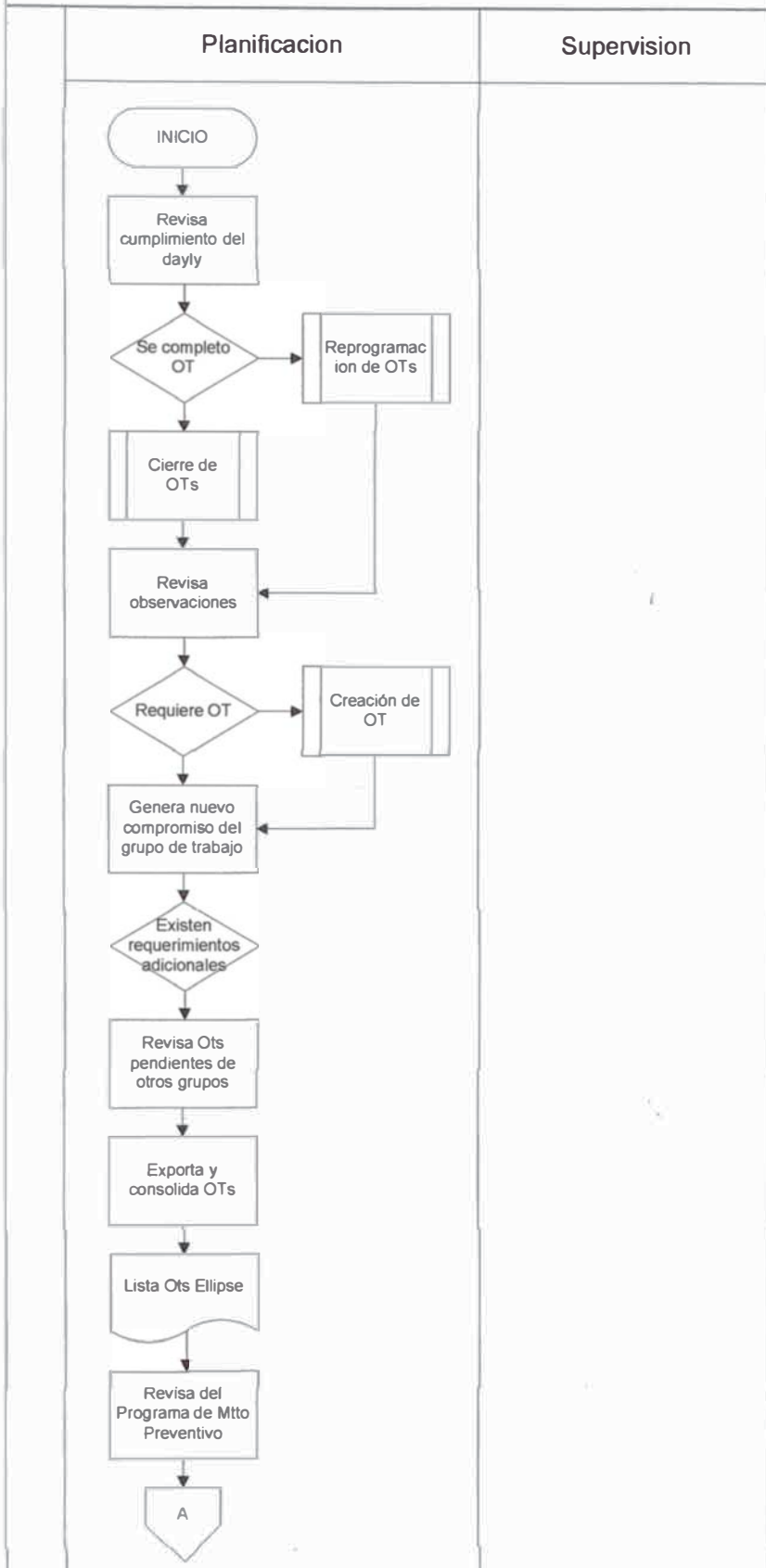
ANEXO A. Diagrama de Flujo de la Elaboración Programa Semanal (Antes).

ANEXO B. Formatos del Programa Semanal Propuesto y Reportes Varios.

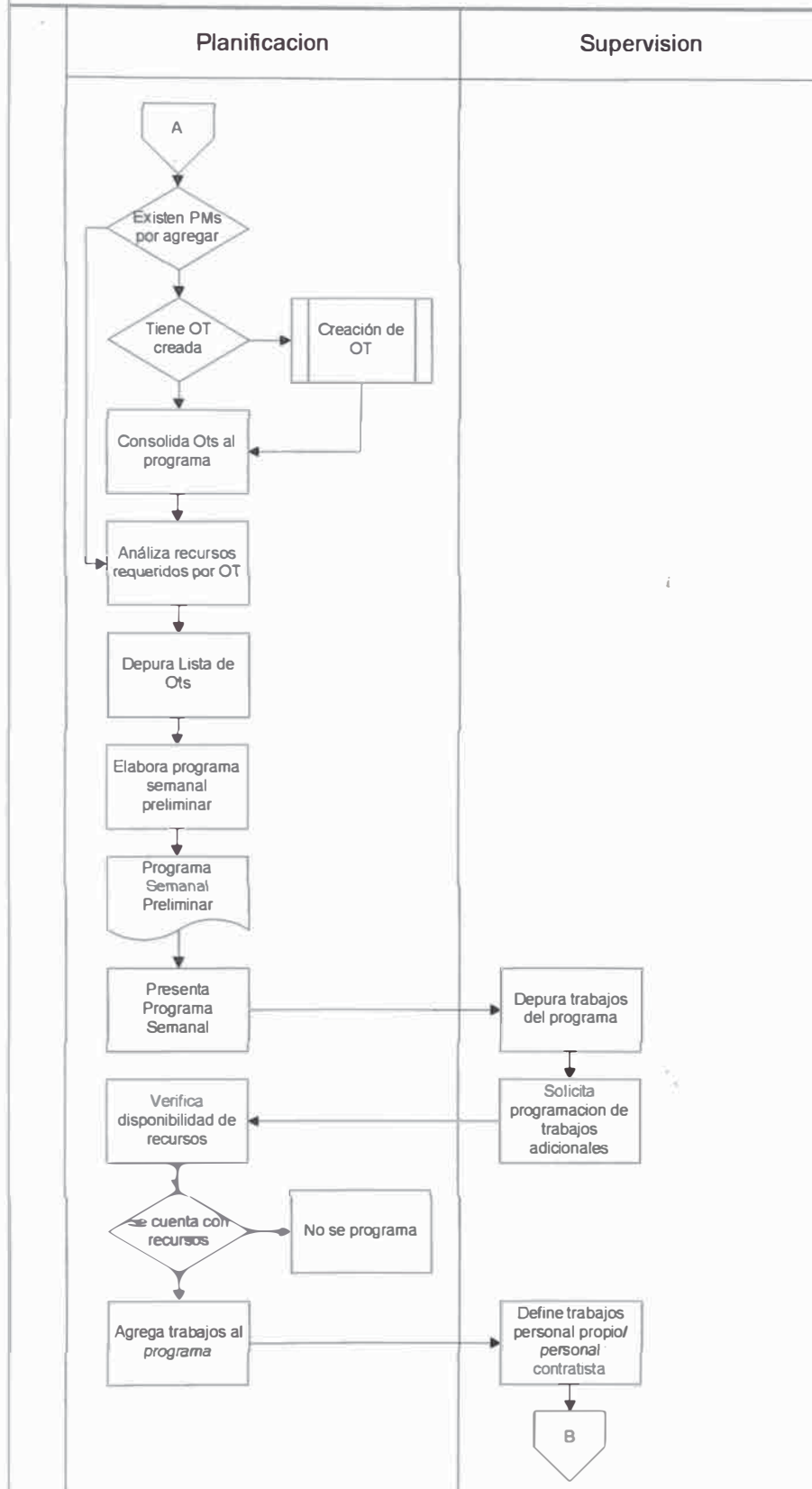
ANEXO C. Formato de Hoja de Trabajo Estándar.

ANEXO A
FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA SEMANAL

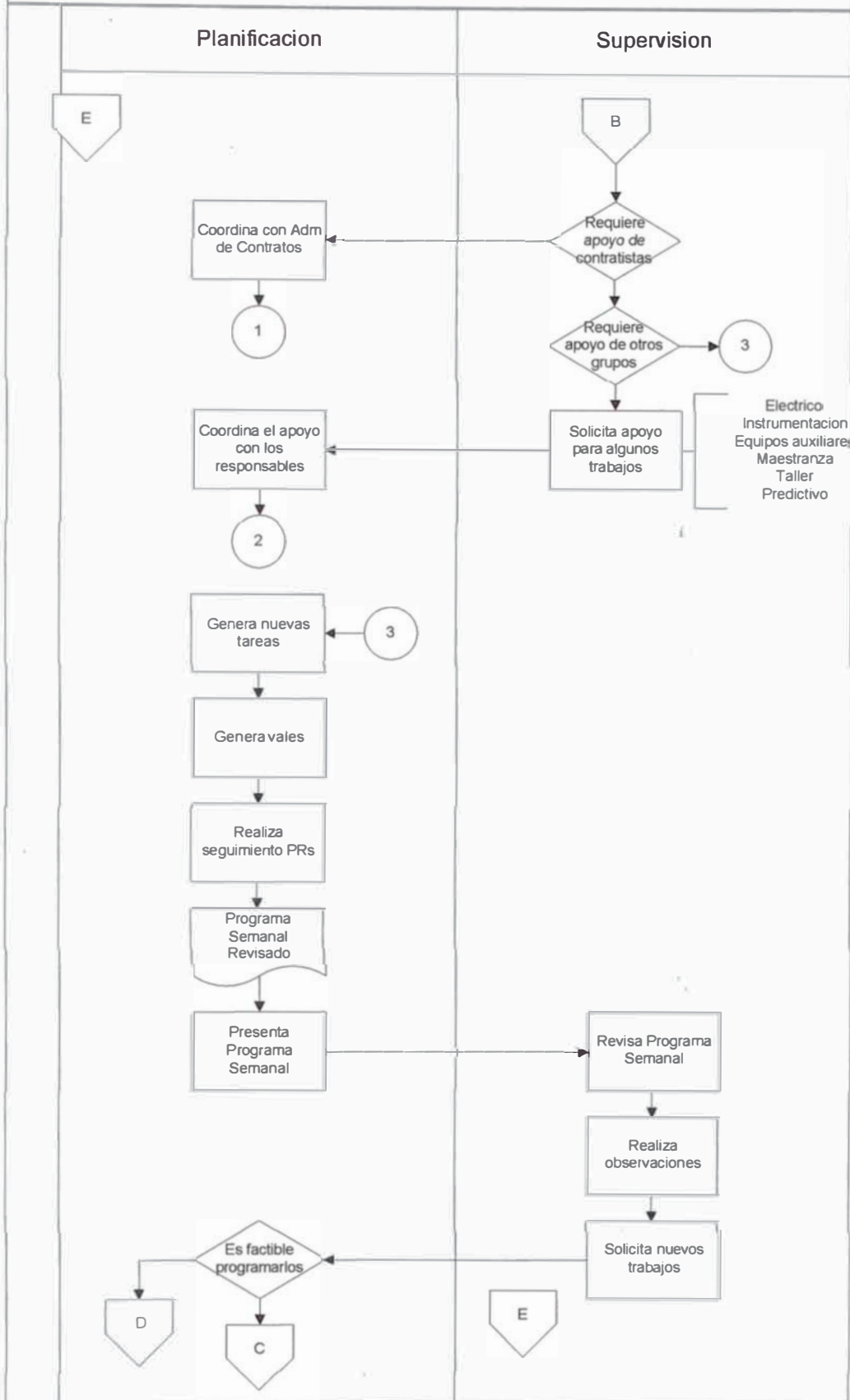
Elaboracion del Programa Semanal de Mantenimiento



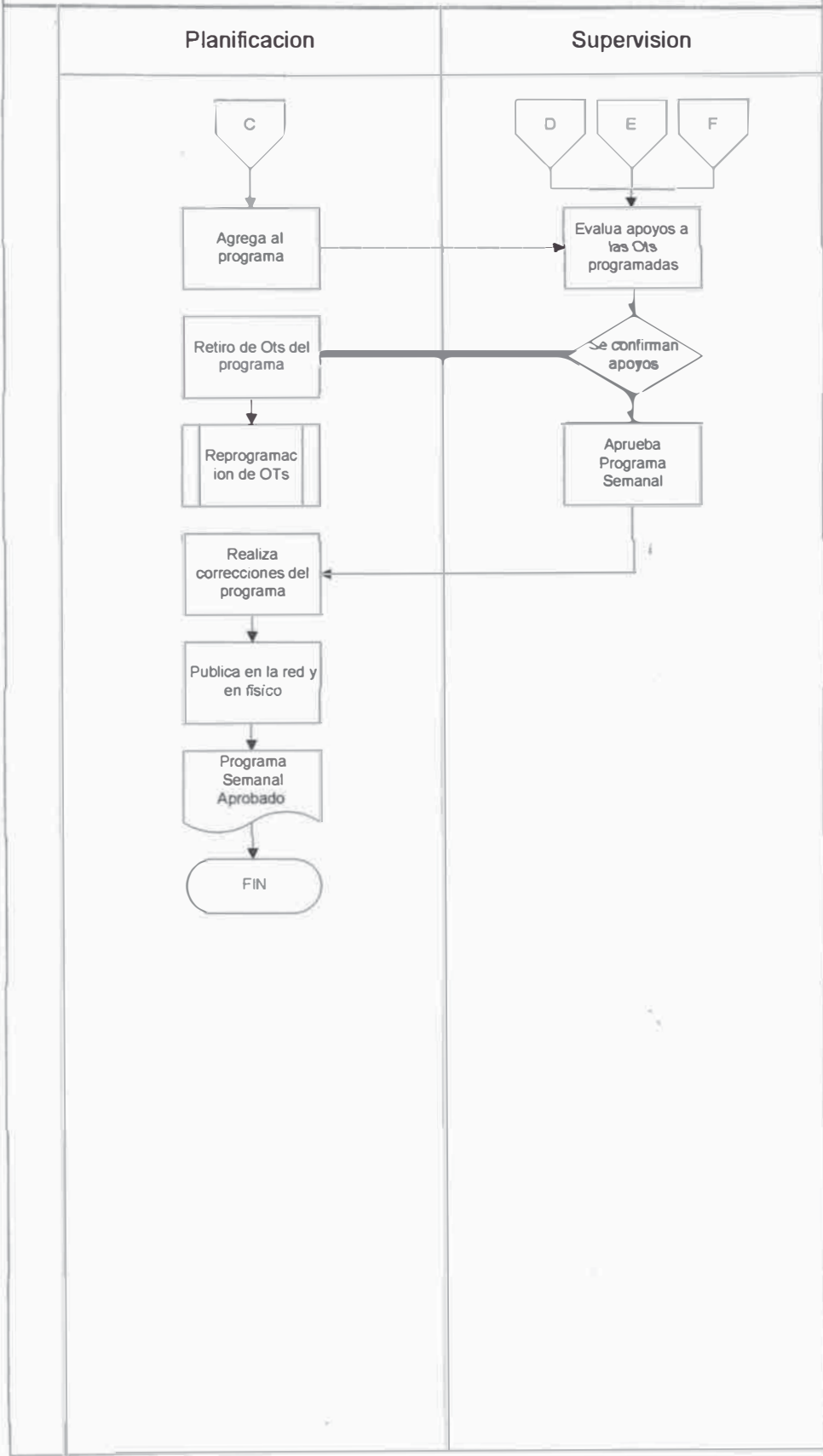
Elaboracion del Programa Semanal de Mantenimiento



Elaboracion del Programa Semanal de Mantenimiento



Elaboracion del Programa Semanal de Mantenimiento



ANEXO B

**FORMATOS DEL PROGRAMA SEMANAL PROPUESTO Y REPORTES
VARIOS.**

	221	MEC	10.0	BX101 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	222	MEC	10.0	BX102 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	223	MEC	12.0	SC101 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%	
	224	MEC	10.0	SC101 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%	
	225	MEC	8.0	SC101 - Screen leveling	VYP	100%	
	227	MEC	12.0	SC102 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%	
	228	MEC	10.0	SC102 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%	
Line ML # 1	231	MEC	4.0	PP101 - Gearbox replacement	SMCV	100%	
	234	MEC	18.0	PP101 - Ceramic liners replacement (Feed	EMEMSA	100%	
	236	MEC	8.0	ML101 - Feed & Discharge liners	IMCO	100%	
	237	MEC	4.0	ML101 - Sandwich seal replacement	MAQUINSA	100%	
	238	MEC	6.0	ML101 - Discharge grating replacement	MAQUINSA	100%	
	239	MEC	6.0	ML101 - Collector chute repair	MAQUINSA	0%	NO SE CONTO CON DISPONIBILIDAD DE PERSONAL
	240	MEC	14.0	ML101 - Discharge trunion liner replacement	MAQUINSA	100%	
	246	MEC	24.0	CS101 - Knife valves replacement	INDUMETSA	100%	
	247	MEC	10.0	CS101 - Distributor lagging repair	AQP	100%	
	248	MEC	16.0	CF101 - Flotation cell inspection & repair	MAQUINSA	100%	OK, SE RECUBRIO CON WEARING
	251	MEC	56.0	CF109/110 - Baffles & Xcell system	EMEMSA	80%	MONTAJE MECANISMO EXCELL Y ALINEAMIENTO
	260	MEC	10.0	BX201 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	261	MEC	10.0	BX202 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	262	MEC	12.0	SC201 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%	
	263	MEC	10.0	SC201 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%	
	264	MEC	12.0	SC202 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%	
	265	MEC	10.0	SC202 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%	
Line ML # 2	266	MEC	8.0	SC202 - Screen leveling	VYP	100%	
	269	MEC	5.0	PP201 - Impeller & Suction plate	SMCV	100%	
	270	MEC	34.0	PP201 - Discharge spools replacement (N° 5	IMCO	100%	
	271	MEC	12.0	PP201 - Discharge spool replacement (N° 1	EL PORTILLO	100%	
	273	MEC	4.0	ML201 - Sandwich seal replacement	MAQUINSA	100%	
	274	MEC	6.0	ML201 - Feed & Discharge liners	IMCO	100%	
	279	MEC	10.0	- Distributor lagging repair	AQP	100%	
	282	MEC	16.0	CF201 - Flotation cell &	MAQUINSA	100%	INSP OK, REPARACION DE PISO
	290	MEC	10.0	BX301 - Ceramic liners replacement	VYP		
	291	MEC	10.0	BX302 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	292	MEC	12.0	SC301 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%	
293	MEC	12.0	SC301 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%		
294	MEC	12.0	SC302 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%		
Line ML # 3	295	MEC	12.0	SC302 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%	
	296	MEC	6.0	SC302 - Screen leveling	VYP	100%	
	299	MEC	2.0	PP301 - Gearbox replacement (FALK)	SMCV	0%	
	303	MEC	6.0	PP301 - Knife valve replacement (Feed box)	EMEMSA	100%	
	306	MEC	6.0	ML301 - Feed & Discharge liners	IMCO	100%	
	308	MEC	12.0	ML301 - Bumper replacement	MAQUINSA	100%	
	318	MEC	16.0	CF301 - Flotation cell inspection & repair	MAQUINSA	100%	INSP OK, RESANO CON WEARING, REP FALSO PISO
	319	MEC	16.0	CF308 - Rotor & Bottle	MAQUINSA	100%	
	326	MEC	10.0	BX401 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	327	MEC	10.0	BX402 - Ceramic liners replacement	VYP	100%	
	328	MEC	12.0	SC401 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%	
329	MEC	10.0	SC401 - Oversize chute liners replacement	VYP	100%		
330	MEC	12.0	SC402 - Undersize chute liners replacement	VYP	100%		
Line ML # 4	331	MEC	10.0	SC402 - Oversize chute liners replacement	VYP	0%	
	334	MEC	12.0	PP401 - Discharge spool replacement (N° 1	EL PORTILLO	100%	
	335	MEC	12.0	PP401 - Ceramic liners replacement (Feed	EMEMSA	100%	
	338	MEC	20.0	ML401 - Feed & Discharge End liners	IMCO	100%	
	340	MEC	16.0	ML401 - Axial guide regulation	MAQUINSA	0%	NO REALIZADO POR CAMBIO LINER MOLINO
	341	MEC	6.0	ML401 - Collector chute repair	MAQUINSA	0%	NO REALIZADO POR CAMBIO LINER MOLINO
	343	MEC	12.0	CS401 - Distributor lagging repair	AQP	100%	
	346	MEC	16.0	CF401 - Flotation cell &	MAQUINSA	100%	INSP OK, SE RECUBRIO CON WEARING

Category	ID	Type	Hours	Description	Company	Progress	Notes	
Flotation Cell #5	348	MEC	16.0	CF501 - Feed elbow replacement	IMCO	100%		
	349	MEC	16.0	CF501 - Flotation cell inspection & repair	MAQUINSA	100%	INSP OK, SE RECUBRIO CON WEARING	
Lime Plant	351	MEC	20.0	PP093 - Discharge pipes replacement	MANTSERV	100%		
	352	MEC	20.0	PP093 - Elbows	MANTSERV	0%		
Regrinding	355	MEC	14.0	BX501 - Rougher valve replacement	IMCO	100%		
	356	MEC	6.0	BX501 - Insert installation (PP1501/1502)	EMEMSA	100%		
	357	MEC	6.0	BX1503 - Insert installation (PP1505/1506)	EMEMSA	100%		
	359	MEC	6.0	BX1505 - Insert installation (PP1512/1513)	EMEMSA	0%	NO ENTREGÓ EL CAJON	
	361	MEC	10.0	PP1501 - Wet end replacement	VULCO	100%		
	362	MEC	4.0	PP1501 - Suction spool replacement	VULCO	100%		
	364	MEC	10.0	PP1502 - Wet end replacement	VULCO	100%		
	365	MEC	4.0	PP1502 - Suction spool replacement	VULCO	100%		
	366	MEC	12.0	PP503 - Wet end replacement	EMEMSA	100%		
	367	MEC	4.0	PP503 - Suction spool replacement	EMEMSA	100%		
	368	MEC	12.0	PP504 - Wet end replacement	EMEMSA	100%		
	369	MEC	4.0	PP504 - Suction spool replacement	EMEMSA	100%		
	370	MEC	10.0	PP1505 - Wet end inspection & replacement	VULCO	100%		
	371	MEC	4.0	PP1505 - Suction spool replacement	VULCO	100%		
	372	MEC	12.0	PP1505 - Suction valve replacement	IMCO	100%		
	373	MEC	12.0	PP1505/1506 - "Y" Discharge pipe	EL PORTILLO	100%		
	377	MEC	12.0	PP1524 - Spitch valve replacement	EMEMSA	100%		
	379	MEC	12.0	BX502 - Dilution valve replacement	EMEMSA	100%	MISMA VALVULA POR ERROR DE INST	
	Thickener	387	MEC	16.0	CS501 - Knife valve replacement	EMEMSA	0%	
		388	MEC	20.0	CS501 - Distributor repair	EMEMSA	100%	
389		MEC	12.0	CS501 - Underflow elbow replacement	CIA SIME	100%		
390		MEC	12.0	CS1502 - Underflow elbow replacement	CIA SIME	100%		
391		MEC	16.0	CF1512/1513 - Flotation cells	EMEMSA	100%	REPARACION DE PISO DE CF1511 Y CF1513	
392		MEC	29.0	PD001 - Pond cleaning	SMCV	60%	NO TUVO RESULTADO POR FALLA DE BOMBA PERO SE REUBICARON TUBERIAS DE AGUA Y AIRE	
393		MEC	16.0	PP058 - Discharge elbow replacement	CIA SIME	100%		
394		MEC	4.0	PP057/058 - Seal water pipe cleaning	INDIGEP	100%		
395		MEC	4.0	PP020/021 - Seal water pipe cleaning	INDIGEP	100%		
Filter				8.0	1 - Hydraulic coupling replacement	EMEMSA	0%	POR FALTA DE REPLUESTO CORRECTO
	404	MEC	10.0	CF605 - Rotor replacement	SERMANINCO	100%	DE ROTOR EN POLIURETANO ABRATECH. DE ROTOR Y DIFUSOR EN POLIURETANO TECH, Y FALDÓN EN CAUCHO.	
Moly	405	MEC	10.0	CF609 - Disperser replacement	SERMANINCO	100%		
	406	MEC	5.0	CF601 @ 606 - Valves replacement (N2)	SERMANINCO	100%		
	408	MEC	9.0	CM601 - Valves replacement (Microcell)	SERMANINCO	100%	CAMBIO DE 03 VÁLVULAS 4" PINCH Y 01 CODO 4".	
	409	MEC	9.0	PP603 - Wet end replacement	SERMANINCO	100%		
	410	MEC	12.0	PP617 - Wet end replacement	SERMANINCO	100%		
	411	MEC	8.0	PP609/610 - Seal water pipes installation	SERMANINCO	0%	FALTA DE PERSONAL CONTRATISTA	
	412	MEC	8.0	PP622/623 - Seal water pipes installation	SERMANINCO	0%	FALTA DE PERSONAL CONTRATISTA	
	413	MEC	8.0	PP1605 - Seal water pipes installation	SERMANINCO	100%		
	415	MEC	6.0	AG605 - Mixer blades inspection	SERMANINCO	100%	REPARACION DE PALETAS DE AGITADOR	
	416	MEC	6.0	AG1605/1606 - Mixer blades inspection	SERMANINCO	100%		
Tailings & Fresh Water	417	MEC	12.0	TK002 - Rakes inspection	DELKOR	0%	DELKOR CANCELÓ SU PARTICIPACIÓN	
	418	MEC	16.0	DR601 - Relief valve & Holoflite oil	SERMANINCO	100%	SE HABILITO EL SISTEMA DE FILTRADO	
	421	MEC	12.0	CHILI RIVER - River cleaning	SMCV	100%		
	422	MEC	30.0	E1 BARGE - Skit barge movement	SMCV	100%		
	423	MEC	8.0	PP1808 - Wet end replacement	SMCV	100%		
	425	MEC	8.0	TRAVELL SCREEN - River intake	SMCV	100%		
	426	MEC	4.0	V1500 - Control valve installation	SMCV	100%		

RESULTADOS DEL CUMPLIMIENTO DE TRABAJOS

PARADA DE PLANTA DEL 03 Y 04 DE OCTUBRE

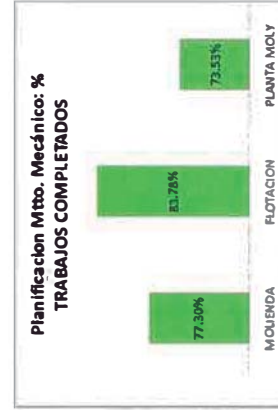
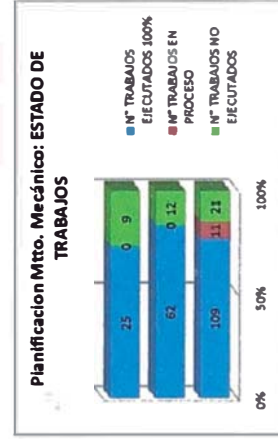
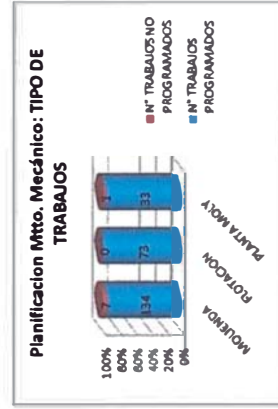
Se muestra en la siguiente tabla y gráficos, los detalles de los trabajos programados, no programados, ejecutados al 100%, no completados y los no ejecutados:

	TOTAL	CAJONES	ZARANDIAS	BOMBAS	MOLINOS	CICLONES	PLANTA CAL	AUXILIARES
RESUMEN TRABAJOS PROGRAMADOS	141	41	32	10	30	16	3	9
TOTAL DE TRABAJOS	141	41	32	10	30	16	3	9
TRABAJOS PROGRAMADOS	134	40	32	9	28	16	2	9
TRABAJOS NO PROGRAMADOS	7	1	0	1	4	0	1	0
TRABAJOS EJECUTADOS 100%	109	22	32	8	28	8	3	8
TRABAJOS EN PROCESO	11	10	0	1	0	0	0	0
TRABAJOS NO EJECUTADOS	21	9	0	1	2	8	0	1
% TRABAJOS COMPLETADOS	77%	54%	100%	80%	93%	50%	100%	89%

	TOTAL	CELIDAS	REMOLQUEJA	ESP-FIL	ESPREL
RESUMEN TRABAJOS	74	25	27	10	12
TOTAL DE TRABAJOS	74	25	27	10	12
TRABAJOS PROGRAMADOS	73	24	27	10	12
TRABAJOS NO PROGRAMADOS	0	0	0	0	0
TRABAJOS EJECUTADOS 100%	62	20	24	7	11
TRABAJOS EN PROCESO	0	0	0	0	0
TRABAJOS NO EJECUTADOS	12	5	3	3	1
% TRABAJOS COMPLETADOS	84%	80%	86%	70%	92%

	TOTAL
RESUMEN TRABAJOS	34
TOTAL DE TRABAJOS	34
TRABAJOS PROGRAMADOS	33
TRABAJOS NO PROGRAMADOS	1
TRABAJOS EJECUTADOS 100%	26
TRABAJOS EN PROCESO	0
TRABAJOS NO EJECUTADOS	9
% TRABAJOS COMPLETADOS	74%

DESCRIPCION	CONCENTRADORA			TOTAL
	MOLIENDA	FLOTACION	PLANTA MOLY	
N° TRABAJOS POR ZONA	141	74	34	249
N° TRABAJOS PROGRAMADOS	134	73	33	240
N° TRABAJOS NO PROGRAMADOS	7	0	1	8
N° TRABAJOS EJECUTADOS 100%	109	62	25	196
N° TRABAJOS EN PROCESO	11	0	0	11
N° TRABAJOS NO EJECUTADOS	21	12	9	42
% TRABAJOS COMPLETADOS	77.30%	83.78%	73.53%	78.71%



ANEXO C

FORMATO DE HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR.

 Cerro Verde	HOJA DE TRABAJO ESTANDAR	PLANIFICACION CONCENTRADORA
Proceso:	Gestion de Activos de Molinos	Registro:
Actividad:	Cambio shell liner molinos de bolas 24'x36' marca Polysius.	Revision/Fecha de Revision:
		HT-3320-01
		REV-1 /02-Mayo-2012

I. TAREAS

N°	DESCRIPCION BREVE	Tiempo(Hr)
1	Bloqueo	0.5
2	Apertura de Molino (desmontaje chute de alimentación, sello sandwich, ingreso maquina enlainadora).	2.3
3	Cambio de liner de shell.	23.2
4	Cierre de molino (montaje de chute de alimentación, sello sandwich nuevo, retiro maquina enlainadora).	1.5
5	Desbloqueo	0.5
6	Arranque y Comisionado	2
Unidad de cambio:	1	Descripcion Unidad
		Liner
		Total de unidades:
		120
		Duracion Estimada Unidad:
		Duracion Estimada Total:
		30

II. RECURSOS

A. PERSONAL	FUNCION	TAREA ASIGNADA	EMPRESA	CANT / TURNO	
1	Supervisor Mantenimiento Mecánico	Principal	SMCV	1	
2	Operador Maquina Enlainadora	Principal	SMCV	1	
3	Operador Carro Alimentador	Principal	SMCV	1	
4	Operador de Montacargas	Principal	SMCV	1	
5	Armadores	Principal	CONTRATISTA	2	
6	cuadrador	Principal	CONTRATISTA	1	
7	Mecánicos (liner)	Principal	CONTRATISTA	12	
8	Soldador Oxiflame	Apoyo	CONTRATISTA	2	
9	Mecánico Soldador - Oxigenista	Principal	CONTRATISTA	2	
10	Ayudante Oxiflame	Principal	CONTRATISTA	1	
11	Vigia espacio confinado.	Apoyo	CONTRATISTA	1	
12	Vigia trabajos en caliente.	Apoyo	CONTRATISTA	1	
13	Electricista	Apoyo	SMCV	1	
B. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	TIPO	N° MATERIAL	OBSERVACION	CANTIDAD	
1	Enlainadora 2500 kg de carga.	Equipo		1	
2	Thunderbolt 750S2 (incluye kit de operación)	Equipo		1	
3	Molli point de botador de pernos.	Herramienta	40229030	4	
4	Grúa Puente Molienda (25tn / 125tn)	Equipo		1	
5	Montacarga de 5Tn.	Equipo		2 (1 propio)	
6	Compresor portatil (375cfm, presión min: 100 psi).	Equipo		1	
7	Equipo Oxicorte (balones, chisperos, carro transp)	Equipo		3	
8	Equipo Oxiflame.	Equipo		1	
9	Maquinas Soldar de arco 600A.	Equipo		1	
10	Luminarias halogenas 220V y 1000W.	Equipo		6	
11	Extensiones eléctricas 220V.	Equipo		6	
12	Equipo extractor de gases	Equipo	Cargo Directo	2	
13	Equipo Muestreador de gases.	Equipo	Cargo Directo	1	
14	Dados de impacto 3.1/8" con cuadrante 1.1/2" largo.	Herramienta	Cargo Directo	6	
15	Dados de impacto 3.1/8" con cuadrante 1.1/2" corto.	Herramienta	Cargo Directo	6	
16	Pistola Impacto encastre 1/2".	Herramienta	40217517	2	
17	Pistola Impacto encastre 3/4".	Herramienta	40217518	2	
18	Pistola Impacto encastre 1".	Herramienta	40222958	4	
19	Pistola Impacto encastre 1.1/2".	Herramienta	40235089	6	
20	Seguro dado impacto.	Herramienta	40207376		
21	Escobillas metalicas	Herramienta	40219354	10	
22	Destornilladores planos 12" largo	Herramienta	40217369	6	
23	Barretillas 1.5mx1" y 1.5mx1.5".	Herramienta	40225941	3	
24	Cadenas de gancho 3/8" capacidad 1.5tn.	Herramienta		2	
25	Tecle de cadena, capacidad 1TN.	Herramienta	40225839	2	
26	Grilletes 1/2", 3/4".	Herramienta	40215277 / 40215278	4	
27	Guia para martillos hidráulicos.	Herramienta		2	
28	Linternas manuales.	Herramienta	40205131	4	
29	Martillo de goma 4lbs	Herramienta	40214683	4	
30	Martillo de goma 1.5lbs	Herramienta	40217413	4	
31	Seguros para dado impacto.	Herramienta	40207376	20	
32	Seguros para conectores tipo chicao.	Herramienta		20	
33	Herramientas manuales (caja mecánica).	Herramienta		2	
34	Tijera corta sunchos de 8".	Herramienta		2	
35	Llave de torque 10000 psi	Herramienta		1	
36	Martillos neumaticos (paving breaker PV 050 AL1).	Herramienta		4	
37	Molli point de 14" paving breaker.	Herramienta		8	
C. MATERIALES	MATERIAL	N° PARTE	OBSERVACION	CANTIDAD	
1	Shell Bolt (perno + arandela copa + arandela goma + tuerca).	40203280	Z-10514-SHELL BOLT P/N 11949	Proveedor: ELEC METAL	480
2	Feed End Shell Liner	40203290	Z-10519-03 PN12640 SP1	Proveedor: ELEC METAL	24
3	Discharge End Shell Liner.	40203292	Z-10521-03 PN12644 SP1	Proveedor: ELEC METAL	24
4	Middle Shell Liner Common.	40228859	Z-10520-2-03 PN12642 SP1	Proveedor: ELEC METAL	48
5	Middle Shell Liner Feed.	40228885	Z-10520-1-03 P/N 12857 SP1	Proveedor: ELEC METAL	24
6	Rubber Wedgit.	40203293	HB-5510-06 P/N 8686	Proveedor: ELEC METAL	173
7	Knock out plug.	40203283	Z-10514-KNCK OUT PLUG P/N12209	Proveedor: ELEC METAL	480
8	Lanza oxiflame	40221733			10
9	Líquido penetrante LOC-812 52	40215219			15
10	Trapo Industrial.	40223203/40217319			20
11	Taco de madera	N/A			4

III. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

N°	Nombre del Documento	Tipo	Ubicación	Detalle
1	Plano Montaje Revestimiento Metalicos	DWG	K:\Mantenimiento Mecanico Concentradoras\8 - Trabajos Mayores\4 - Trabajos Mayores Molienda\2 - Cambio de Liner de Casco de Molino	DWG: M-12327
2	Gantt de Trabajo Programado.	MPP		
4	Esquema de Giro de Molino	PPT		
5	Requerimiento Nivel Bolas	PPT		
6	Bloqueo Eléctrico y Mecánico.	DOC		
3	SMT0043 Cambio de revestimiento del cilindro Molino Bolas	DOC	S:\6 Gerencia Mantenimiento Concentradoras\4 Mantto. Mecánico Concentradoras\2 Procedimientos\POE Mo Revestimientos del Cilindro de Molinos. Molienda	

IV. OBSERVACIONES

1	Contacto para prestamo montacargas adicional; Daniel Mantilla (relaves) #296658 ; Julio Ticona (Almacen N° 1) #384851. Christian Liendo (servicios generales) #353945.
2	Prestamo Datos de Imoacto 3.1/8"; German Vicente (Manto Palas v Perfos) #345733.