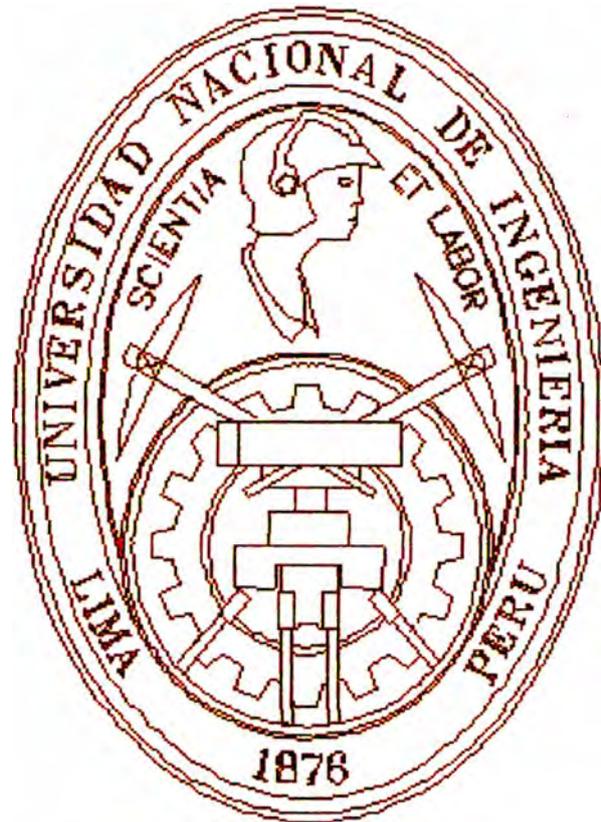


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO**

**“OPTIMIZACION DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO EN UNA  
PLANTA CONCENTRADORA POLIMETALICA TENIENDO COMO  
HERRAMIENTA EL MODULO DE MANTENIMIENTO DEL SAP”**

**ALEX YOEL TORRES ALMERCÓ**

**PROMOCION 2002-II**

**LIMA - PERU**

**2012**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Elena, por su incondicional apoyo y porque me saco adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ella, hoy puedo ver alcanzada mi meta, de igual manera a mi padre que aunque no esté presente físicamente, fue un apoyo incondicional en este largo camino y a mis hermanos por su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

<b>PROLOGO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Alcance.....	5
1.4 Justificación.....	5
1.5 Limitaciones.....	6
<b>CAPITULO 2 FUNDAMENTO TEORICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Gestión integral de activos.....	8
2.1.1. Concepto.....	8
2.1.2. Sinergia en la gestión de activos.....	11
2.1.3. Gestión del ciclo de vida de los activos.....	12
2.2. Estrategias de mantenimiento.....	17
2.2.1. Mantenimiento reactivo.....	18
2.2.2. Mantenimiento preventivo planificado.....	19
2.2.3. Mantenimiento predictivo.....	22
2.2.4. Mantenimiento productivo total.....	24
2.2.5. Mantenimiento basado en la confiabilidad.....	25
2.2.6. Gerencia estrategica de activos.....	26
2.3. Ciclo de mantenimiento.....	27
2.3.1. Subciclo administrativo.....	28
2.3.2. Subciclo operacional.....	30

<b>CAPITULO 3 DESCRIPCION DE LA EMPRESA Y ESTADO INICIAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>34</b>
3.1 Minera Bateas.....	34
3.1.1 Reseña histórica.....	34
3.1.2 Ubicación.....	36
3.2 Proceso productivo.....	38
3.2.1 Proceso de chancado.....	38
3.2.2 Proceso de molienda.....	38
3.2.3 Proceso de flotación.....	39
3.2.4 Proceso de espesamiento y filtrado.....	39
3.2.5 Disposición de relaves.....	39
3.3 Estado inicial del área de mantenimiento.....	40
3.3.1 Organigrama.....	40
3.3.2 Mapa de procesos.....	40
3.3.3 Radar inicial del área de mantenimiento.....	42
 <b>CAPITULO 4 IMPLEMENTACION DEL MODULO DE MANTENIMIENTO PM.....</b>	 <b>45</b>
4.1 Fases del proyecto.....	45
4.1.1 Preparación inicial .....	45
4.1.2 Business Blue Print (BPP).....	46
4.1.3 Realización.....	47
4.1.4 Preparación final.....	49
4.1.5 Producción y soporte.....	50
4.2 Cronograma de actividades.....	51
4.3 Equipo de trabajo y responsabilidades.....	52
4.4 Requerimiento del proceso de negocios.....	55
4.4.1 Estructura organizativa.....	55
4.4.2 Datos maestros.....	65
4.4.3 Mantenimiento correctivo.....	79

4.4.4 Sistemas de información.....	107
4.5 Factores críticos.....	126
4.6 Transacciones importantes.....	127

**CAPITULO 5 MEJORAS EN LOS INDICADORES DE GESTION /COSTOS Y OTROS.....128**

5.1. Disponibilidad mecánica.....	128
5.2. Utilización de equipos.....	130
5.3. Costo unitario de mantenimiento (\$/Ton).....	133

**CONCLUSIONES.....136**

**RECOMENDACIONES .....137**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Adquisición de activos

Anexo 2: Incorporación de activos

Anexo 3: Creación de planes de mantenimiento

Anexo 4: Análisis de fallas

Anexo 5: Planificación de mantenimiento correctivo programado

Anexo 6: Planificación de mantenimiento preventivo mensual equipos de planta

Anexo 7: Planificación de mantenimiento predictivo mensual

Anexo 8: Planificación de mantenimiento preventivo anual

Anexo 9: Planificación de mantenimiento rutinario semanal

Anexo 10: Generación de ordenes de lubricantes

Anexo 11: Ejecución de mantenimiento rutinario

Anexo 12: Reunión diaria de coordinación con otras jefaturas

Anexo 13: Asignar trabajos de mantenimiento preventivo/predictivo/correctivo programado

Anexo 14: Recepción de orden de trabajo (preventivo/predictivo/correctivo programado)

Anexo 15: Ejecución de orden de trabajo

Anexo 16: Generación y programación de mantenimiento por servicio de terceros

Anexo 17: Ejecución de trabajos de mantenimiento por terceros

Anexo 18: Generación de ordenes de mantenimiento correctivo emergente

Anexo 19: Recepción de orden de trabajo de mantenimiento correctivo

Anexo 20: Ejecución de orden de trabajo de mantenimiento correctivo emergente

Anexo 21: Actualización de horómetros y observaciones de operaciones

Anexo 22: Elaboración de presupuesto

Anexo 23: Generación de ordenes de reparación de equipos por terceros

Anexo 24: Ejecución de ordenes de reparación de equipos por terceros

Anexo 25: Reporte mensual

Anexo 26: Control de consumo de energía

Anexo 27: Reporte de consumo y distribución de energía mensual

Anexo 28: Formato de auditoría de mantenimiento

## PRÓLOGO

Hoy en día podemos afirmar de manera tajante que el desarrollo de nuestro entramado industrial y sus procesos productivos poseen unos niveles de tecnología muy avanzados que permiten que la producción obtenida, aparte de alcanzar niveles elevados, dependa en gran medida de la confiabilidad de los equipos que implementan dichos procesos.

Es innegable que esta tecnología implica unos costes de mantenimiento que debemos tener en cuenta a la hora de cuantificar el valor de nuestra producción. Existen varios tipos o filosofías a la hora de implementar un plan de mantenimiento adecuado a nuestra industria o actividad, así, las tendencias que se desarrollan últimamente en este campo consideran el mantenimiento como un concepto implícito en el proceso productivo.

El coste asociado al mantenimiento puede y debe optimizarse para aumentar el valor añadido de nuestra actividad industrial sin que ello implique, evidentemente, disminuir la disponibilidad de las instalaciones y equipos asociados. Para el desarrollo de este y otros procesos de optimización de los departamentos de nuestras empresas cabe el empleo e implantación de los llamados sistemas de planificación de recursos empresariales o ERP (Enterprise Resource Planning).

El volumen de información a manejar en un área de mantenimiento actualizado es enorme, solo imaginemos lo que implica tener totalmente al día el inventario de nuestros equipos, tanto desde el punto de vista intrínsecamente técnico (planos, listado de repuestos, etc.) como desde el punto de vista de la gestión asociada a su explotación y mantenimiento (ordenes preventivas y correctivas, repuestos utilizados, etc.).

El presente informe de suficiencia **“Optimización de la Gestión del Mantenimiento en una Planta Concentradora polimetálica teniendo como herramienta el modulo de mantenimiento del SAP”**, desea exponer como mejorar la gestión del mantenimiento, mediante el manejo eficaz de la información (datos de reparaciones, consumo de repuestos, etc.), y esto se vea reflejado en el aumento de la confiabilidad de los equipos e instalaciones, y no se vea mantenimiento como un área de gasto, sino como una área importante de apoyo en el negocio de la empresa que contribuya en el aumento de la producción.

En el **primer capítulo** “Introducción”, se describe los aspectos denominados: Antecedentes, objetivos, alcance, justificación y limitaciones del presente informe.

En el **segundo capítulo**: “Fundamento Teórico”, se describe tres conceptos, gestión de activos: en donde se explica lo que actualmente ya manejan los departamentos de mantenimiento de algunas empresa que es la participación en todo el ciclo de vida de un activo que son tres etapas: adquisición, operación y mantenimiento y baja del equipo, el segundo concepto que se detalla son las estrategias de mantenimiento lo que otros le llaman tipos de mantenimiento, en ella se explican las diferentes estrategias de mantenimiento que se conocen actualmente, ventajas y desventajas, y por último se describe el modelo del ciclo de mantenimiento (del libro de Jasper Coetzee), que esta constituido por un ciclo exterior que representa los procesos de gestión en el mantenimiento de la organización y un ciclo interior que representa los procesos técnicos y operacionales.

En el **tercer capítulo**: “Descripción de la empresa y estado inicial del área de mantenimiento”, se da una reseña histórica de la empresa Minera Bateas, su misión, visión, ubicación geográfica, además también se explica el proceso productivo de la planta concentradora, y por ultimo en base al modelo del ciclo de

mantenimiento se presenta los resultados de la auditoria que se realizo al área de mantenimiento.

En el **cuarto capítulo**: "Implementación del modulo de mantenimiento", se detalla las fases del proyecto, el cronograma de actividades, equipo de trabajo, requerimiento del proceso de negocios (este documento el más importante de la implementación, porque es donde se detalla como funcionara el sistema), factores críticos que pongan el peligro el proyecto y por ultimo un listado de las transacciones (operaciones) mas importantes a ser usadas en el modulo.

Finalmente en el **quinto capítulo**: "Mejoras en los indicadores de gestión /costos y otros", tiene por finalidad demostrar la viabilidad del presente trabajo, para ello se presentan cuadros históricos de los indicadores: disponibilidad mecánica, utilización de equipos, costos de mantenimiento, etc. y las mejoras obtenidas en el tiempo.

Esperando que este informe sea de bastante ayuda a los lectores, al expresar los beneficios que se obtuvo en Minera Bateas y además sirva de buena referencia para aplicarlo en otras empresas.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

Minera Bateas es una filial de total propiedad de Fortuna Silver Mines con sede en Vancouver, Canadá. Controla más de 12000ha, que abarcan los distritos mineros de Caylloma y Sukuytambo en el sur de Arequipa.

La Unidad Caylloma fue adquirida por Fortuna Silver Mines el año 2005 al Grupo Hochschild, y le cambia de razón social nombrándola Minera Bateas SAC.

Minera Bateas hasta el año 2009, tenía implementado tres módulos del sistema ERP SAP, los cuales eran: CO (costos), FI (Finanzas) y MM (Materiales), el área de mantenimiento manejaba su información en forma aislada en hoja de cálculo (Excel), y los usuarios de mantenimiento solo utilizaban el sistema SAP para el retiro de materiales del almacén (reservas), generar requisiciones (solicitud de pedidos) y su respectivo seguimiento (trazabilidad).

También para el año 2009, se culmina el proyecto de producción de Cobre, entra en operación y es entregado todos esos equipos e instalaciones al área de Mantenimiento, lo que conllevaba a tener el control de mas equipos y de requerir mayores recursos (mano de obra, repuestos, servicios, etc.).

Debido a que la capacidad de tratamiento de la planta iba creciendo y en el año 2009 se estaba tratando 1100 TPD (cuando Fortuna Silver en el año 2005 se hace cargo de la unidad Caylloma trataba 800 TPD), las exigencias al área de mantenimiento también crecían, y se tenía que asegurar una alta disponibilidad y

confiabilidad de equipos, a costos razonables de mantenimiento, se ve en la necesidad de contar con una herramienta de apoyo, un sistema de información, que en este caso debía ser el modulo de mantenimiento (PM) del SAP, ya que se tenía la licencia comprada de todo el sistema integrado y se requería la implementación de esta.

## **1.2 OBJETIVOS**

Optimizar la gestión del mantenimiento en la planta concentradora, a través de la implementación del modulo de mantenimiento (PM), el cual en forma integrada con los módulos ya implementados: CO (Costos), FI (Finanzas), MM (Materiales), nos ayuden en un mediano plazo el aumento de la confiabilidad de equipos, aumento de producción, estandarizar procesos, controlar las actividades de mantenimiento y mantener los equipos a costos razonables.

## **1.3 ALCANCE**

El alcance del presente informe abarca a todos los equipos en general de la planta concentradora hasta el 2009 y los equipos que entraran en operación mientras la planta siga creciendo en producción.

No se ha tomado en cuenta los equipos de interior mina debido a que el 85% de los equipos son de terceros y son gestionados por las contratistas (aunque también en forma paralela se implemento el modulo PM).

## **1.4 JUSTIFICACION**

Minera Bateas no contaba con una estandarización de procesos y con una herramienta de apoyo para el manejo de la información que permita mejorar la

gestión del mantenimiento, por eso se toma la decisión de implementar el modulo de mantenimiento, para obtener los siguientes beneficios:

- Disminuir los costos de mantenimiento
- Estandarizar procesos
- Aumentar confiabilidad de equipos
- Disminuir nivel de inventarios
- Obtener costos de mantenimiento por equipo y/o sistema
- Minimizar tiempos de parada
- Control y seguimientos a reparación de equipos
- Integrar el área de mantenimiento a los procesos de control gerencial.

## **1.5 LIMITACIONES**

Para asegurar el éxito de la implementación del modulo de mantenimiento (PM), en Minera Bateas se debe de tener en cuenta los siguientes factores críticos de existo:

- Participación activa de las gerencias (dueños de procesos) en las fases del proyecto.
- Usuarios claves (Key User) con conocimiento pleno de los procesos de su área, incluyendo las políticas, los controles y los reportes correspondientes.
- Medición clara y permanente del alcance del proyecto.
- Compromiso absoluto por parte de los consultores del proyecto.
- Controlar y verificar minuciosamente la preparación de la data maestra (Carga de datos maestros).

- Construir los diferentes escenarios de prueba de acuerdo al Modelo del negocio (Business Blue Print) y comprobar que los resultados son los esperados por Key User y dueños de los procesos.
- Gestión del cambio en la organización
- La organización debe de entregar oportunamente de acuerdo a los requerimientos del equipo de proyecto toda la información solicitada.
- Cumplimiento de la agenda de reuniones.

## CAPITULO II

### FUNDAMENTO TEORICO

#### 2.1. GESTION INTEGRAL DE ACTIVOS

##### 2.1.1. Concepto

Joe Nichols y Bob Matusheski, señalan muy claramente que como resultado de las presiones económicas producidas por el desreglamentación, las empresas están considerando nuevos caminos para enfocar el negocio hacia la operación y mantenimiento de sus activos. En particular, muchas empresas han fijado su punto de mira en la gestión de sus activos como si ellos estuvieran guardados o depositados en una carpeta. Como ocurre con los directores financieros, quienes conducen a maximizar el retorno de la inversión para cada activo en una carpeta de cliente, los directores y gestores de mantenimiento quieren maximizar el valor de cada tarea. Esto es llevado a cabo mediante la consideración cuidadosa de la condición de cada activo y su capacidad para producir ingresos. Como enfoque, requiere una profunda comprensión de ambas cosas: confiabilidad y criticidad de cada activo.

La estrategia de gestión de activos además requiere un profundo entendimiento del impacto de los fallos en la visión de conjunto de la empresa. Actualmente esta utilidad depende fuertemente de las valoraciones de mantenimiento predictivo y proactivo llevadas a cabo periódicamente en el equipo. Este enfoque añade valor al trabajo de

mantenimiento que actualmente es llevado a cabo en cada activo, con la seguridad de que el activo realmente necesita el servicio. Esta orientación tiene el efecto de limitar el ámbito del trabajo de conjunto llevado a cabo en cada activo y asegurar que solamente el trabajo necesario es el que efectivamente se realiza.

Esta utilidad ha repasado las practicas de negocio en otras industrias competitivas para entender de qué manera estas empresas dirigen los activos asociados con su negocio. Las compañías, en industrias competitivas, como aquellas que se encuentran en el sector como gas, petróleo, cementeras, minas, generación, telecomunicaciones, petroquímico y químico, han empleado este concepto de gestión de activos durante muchos años. Una característica que separan los malos análisis en estas industrias competitivas es el uso de datos y análisis para tomar decisiones.

Gestión de activos es la planificación y programación sistemática de los recursos físicos a lo largo de su vida. Esto puede incluir la especificación, diseño y construcción del activo, sus operaciones y su modificación durante el uso, así como su retirada en el momento oportuno.

Brian Atkins y Adrian Brooks; definen el concepto de **“Facilities Managemet”**, como la gestión o gerencia de instalaciones, es “un planteamiento integrado para operar, mantener, mejorar y adaptar los edificios e infraestructuras de una organización con el fin de crear un entorno que soporte firmemente los objetivos primarios de esa organización”.

**Amendola Luis**; define la gestión integral de activos y la visualiza como un sistema de control en que todo debe de controlarse y optimizarse

cuidadosamente, es la gestión o gerencia de los activos tangibles e intangibles, como “un planteamiento integrado para operar, mantener, mejorar y adaptar las plantas e infraestructura de una organización con el fin de crear un entorno que soporte firmemente los objetivos primarios de la empresa. La correcta aplicación de las técnicas de gerencia de instalaciones permitirá a las empresas proporcionar el adecuado entorno para dirigir su núcleo de negocio sobre la base de una eficacia de costos y una buena relación de calidad – precio.

Este núcleo de negocio (producción) por tanto necesita de un entorno adecuado, como soporte de la actividad básica (se puede denominar no-núcleo de negocio).

El proceso consiste en definir y evaluar los indicadores. Alguna medida de la ejecución de la instalación (disponibilidad, costos, confiabilidad, utilidad, seguridad, personas, calidad, etc.), mientras otros son específicos de las actividades del mantenimiento (porcentaje del número de horas gastadas en mantenimiento preventivo, costos de outsourcing, etc.). La medición tardía de los costos de trabajo y distribución, recursos logísticos utilizados (material y recursos humanos), organización y métodos.

Las organizaciones pueden considerar la distinción entre su núcleo de negocio y no núcleo de negocio, como diferencia entre el proceso meramente productivo y otros procesos, como el de mantenimiento, que no siendo el núcleo central de la actividad de la empresa, resultan imprescindibles para conseguir un óptimo resultado económico a lo largo de la vida de las empresas.

El mantenimiento asociado a la gestión de activos constituye toda una estrategia de negocio y mejora continua de los resultados económicos de una empresa.

### **2.1.2. Sinergia en la gestión de activos**

Una innovación en la puesta en marcha de las prácticas de gestión de activos como una fuente de rentabilidad adicional de negocio en la industria de la manufactura, procesos o infraestructura, necesita de una gran inversión de capital en los activos tangibles e intangibles utilizados en sus operaciones.

El mantenimiento es una parte significativa del costo directo de operaciones para este tipo de empresas. Con los márgenes de beneficio que cada vez van siendo más ajustados, el mantenimiento es una de las pocas áreas donde una empresa puede mejorar su rentabilidad. **El mantenimiento ha sido tradicionalmente gestionado como un costo a minimizarse, más que un proceso estratégico que asegure la rentabilidad del negocio.**

El primer paso que tenemos que hacer es darnos cuenta de que el reembolso económico potencial completo de un programa de gestión del mantenimiento de activos y su costo asociado, es asumir que:

- La optimización del ciclo de vida de un activo depende de un mantenimiento efectivo.
- La gestión del mantenimiento de activos es un proceso.

Una gestión programada del mantenimiento incrementa la eficiencia y el periodo de vida del equipamiento de una empresa, y por lo tanto aumenta la rentabilidad. Estas ideas forman parte del concepto

“**Gestión del ciclo de vida de los activos**” como un sistema de gestión del negocio.

### **2.1.3. Gestión del ciclo de vida de los activos**

Hay esencialmente tres etapas en el ciclo de vida de un activo:

- Adquisición
- Operación y mantenimiento
- Retirada.

En el cuadro de más abajo se observa el modelo del sistema de gestión del ciclo de vida de activos propuestos por Angelo Agresti.

- **Fase de adquisición**

De acuerdo con la propuesta de Agresti, al comienzo del ciclo de vida de los activos o bienes, el objetivo del negocio es proporcionar las inversiones necesarias durante el diseño, obtención, instalación y puesta en servicio de la planta o equipo (activos). Las especificaciones desarrolladas durante esta etapa están relacionadas con las características físicas y capacidades de los activos requeridos.

- **Fase de operación y mantenimiento**

El objetivo del negocio es también definir los requerimientos de cómo serán utilizados los activos. Una gran variedad de materias primas podrán ser procesadas, obteniendo determinados productos, que se comercializan en el mercado.

De esta manera, las metas del negocio definen el entorno de operaciones (funcionamiento) para los activos y el necesario cumplimiento de objetivos. La capacidad para entregar productos a un

impaciente y nervioso mercado al mínimo costo unitario de producción es el objetivo último del negocio. El cumplimiento de los objetivos de las operaciones (producción) es definido como una combinación del ratio de producción, calidad y objetivos de rendimiento. La confiabilidad y eficacia de los activos es definida en términos de objetivos de confiabilidad y disponibilidad.

- **Fase de retirada**

El final del ciclo de vida del activo es alcanzado cuando el activo ya no es capaz de realizar con eficacia y efectividad las metas marcadas de operaciones que se requieren, o bien cuando el costo de mantenimiento es demasiado alto para conseguir los niveles requeridos de confiabilidad. Las opciones en este caso son entonces, o bien la modificación del activo cuestionado o la retirada y reemplazo del mismo.

### **Optimización de la fase de Operaciones y Mantenimiento**

El rendimiento óptimo durante esta fase del ciclo de vida del activo es solamente conseguida con organizaciones que abarquen un enfoque holístico, esto es, de menor a mayor complejidad. Esto conlleva un trabajo cercano e íntimo entre las áreas de producción, mantenimiento y proyectos, ya que estas tres áreas conjuntamente son las responsables de conseguir los requerimientos del plan de negocio.

Existen muchas definiciones de mantenimiento, sin embargo, este debe ser definido y dirigido como un proceso, en orden a la obtención de un reembolso óptimo de gastos (capital). Por lo tanto tenemos la necesidad de identificar un sistema de gestión de mantenimiento como una parte

integral del modelo de gestión del ciclo de vida del activo, tal como se muestra en el modelo siguiente:

Durante las fases de operación y mantenimiento del ciclo de vida del activo, hay tres factores críticos necesarios para obtener un rendimiento óptimo:

Los activos de una planta, deben ser dirigidos y gestionados para conseguir las metas perseguidas, en la dirección que se muestre más eficaz en la minimización de costos. Para lograr esto, se ha desarrollado una estrategia para el mantenimiento de activos centrada en la función del activo. La función del activo define que es necesario para conseguir el cumplimiento de los objetivos de operación/mantenimiento. Así, un mantenimiento eficaz es, básicamente, preservar la función del activo para alcanzar el cumplimiento de operación requerido, no refiriéndose solamente a la preservación del activo propiamente dicho.

El desarrollo de una estrategia en esta dirección proporciona el método para definir y gestionar un presupuesto de mantenimiento realista y acertado. Esto es básicamente una cuestión técnica que ha sido hecha efectiva mediante la aplicación de procesos de negocios en las corporaciones.

Los procesos tienen que ser establecidas de manera adecuada para gestionar eficientemente la actividad del mantenimiento, evaluar el rendimiento frente a los objetivos, e iniciar algunas acciones necesarias de mejoramiento y perfeccionamiento.

El proceso debe reflejar el razonamiento "planear, hacer, comprobar y actuar", como ciclo de mejora continua. Las acciones de

perfeccionamiento que serán puestas en marcha vendrán determinadas por las necesidades del negocio predominante en la etapa de la vida del activo. Esto es también un asunto técnico, aunque no se dirige habitualmente dentro de una organización a menos que se haya optado un modelo de gestión del ciclo de vida del activo similar al representado en la figura anterior. Sin un modelo similar, es difícil ganar la aceptación o aprobación de la dirección de la empresa para el concepto de mantenimiento como un proceso que desempeña un importante papel en la consecución de rentabilidad en el negocio.

Esto se consigue más fácilmente si la empresa utiliza un enfoque de sistemas para su propia organización, y la gestión de la calidad también ha sido desarrollada dentro de la organización.

La plantilla de la empresa necesita estar atareada (ocupada) eficazmente para alcanzar el potencial de la planta utilizando el proceso de gestión establecido.

Es necesario que las plantillas de personal entiendan su papel, su responsabilidad y sus objetivos, en términos de procesos de gestión del mantenimiento. Con estos criterios la gente entiende como y de qué manera conseguir cumplir sus objetivos particulares y finalmente esto, conllevara a la consecución de los objetivos y metas globales del negocio.

La gente, por medio de su rendimiento y consecución de sus objetivos propios, asegura el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Esto no es una cuestión técnica, y así, a menudo ocurre que este planteamiento no es percibido como una parte integral de la gestión de activos y del mantenimiento.

El personal integrado en la dirección y gestión del mantenimiento esta habitualmente tutelado de acuerdo a la prescripción de la doctrina RH (recursos humanos) dentro de la organización.

Hay muchas organizaciones que han gastado millones de dólares en un software de mantenimiento, programas de análisis de confiabilidad y en la formación de sus equipos de trabajo, pero todavía no han conseguido los resultados de negocio que necesitan. Estos pobres resultados vienen motivados por una deficiente conexión entre los tres factores críticos antes señalados, y que nos conducen a la gestión del ciclo de vida de los activos. Fracasos de este calibre, solamente refuerzan la percepción de la mano de obra de que han experimentado nuevamente otra de esas modas de gestión, sin ningún resultado concreto.

### **Ventajas Económicas de la aplicación de una estrategia de gestión del mantenimiento**

Si convergen los tres factores, les daremos una gestión sinérgica de activos al negocio.

Cuando ocurre que:

- Los objetivos de la empresa contemplan decisiones referentes al uso y cuidado de los activos.
- Producción, mantenimiento y proyectos trabajen juntos como “equipos” para desarrollar metas comunes.
- Los objetivos de rendimiento y confiabilidad están dirigidos hacia la rentabilidad de la empresa o negocio.
- Todos los recursos están optimizados, no solamente los recursos de mantenimiento.

Los recursos conseguidos por una organización que ha sido exitosa en la integración, de esos tres factores como parte de su sistema de gestión de activos, incluye los siguientes parámetros:

- El beneficio se incrementa de un 25-60%
- La productividad aumenta de un 20-25%
- El downtime de la maquinaria es rebajado hasta en un 98%
- Reducciones del costo de mantenimiento hasta en un 30%.

La gestión de activos necesita ser considerada como un sistema de gestión holística, o sea, considerarlo como un sistema desde la menor a la mayor complejidad. Esto asegurara que se han tomado coherentemente buenas decisiones para el uso y cuidado del equipamiento y son llevadas a cabo; decisiones, que constituyen la mejor de las evaluaciones del negocio. El propósito de este sistema de gestión es asegurar que los activos son capaces de cumplir con el desempeño requerido por el negocio, por encima del ciclo de vida de los activos.

Hay un enorme potencial sin explotar en la industria para mejorar el rendimiento y la rentabilidad. Desplegando eficazmente prácticas de gestión de activos y de mantenimiento se garantizara que las metas y objetivos de negocio se cumplen. Y debemos tener en cuenta que todo negocio, toda empresa necesita gestionar los activos durante su ciclo de vida completo.

## **2.2. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO**

Cada vez que ocurre una falla, afecta a la organización negativamente. Los efectos negativos pueden ser perdida de rendimiento, de calidad, costos superiores y riesgos a la seguridad de las personas o del ambiente. A

veces el efecto de las fallas no es evidente inmediatamente, (como en el caso de la falla de dispositivos de seguridad de no-falla), pero después puede ser la causa de una falla múltiple catastrófica. La organización tiene que tomar una decisión consciente sobre la prevención o no de cada modo importante de falla. Si no se previene una falla el dinero tendrá que ser gastado en reparar averías en una fase posterior. Así existe por un lado un intercambio entre el costo de la prevención y por otro lado el costo de la falla (y estos costos no solo incluyen costos monetarios). Dependiendo de la severidad de la falla en términos de la pérdida de la producción, costo de la falla, la vida de las personas o el efecto en el ambiente, la organización tiene que decidir si impide que ocurra la falla (y hasta donde desea llegar) o si la falla puede dejarse para ser manejado cuando ocurra.

### **2.2.1. Mantenimiento Reactivo**

Esta es una estrategia de “no hacer nada” o “esperar a la falla”. Esto comprende no intentar determinar cuando el componente fallara (condición que supervisa o inspección) o no hacer nada para impedir que ocurra la falla (basada en el uso). Esto se usa cuando ninguna otra estrategia puede aplicarse con resultados finales buenos. El mantenimiento reactivo – correctivo puede ser clasificado más allá en las siguientes tres clases:

- **Reemplazo:** Esta será la estrategia si la decisión es la de reemplazo total de componentes o unidad en la falla.
- **Reparación:** Esta será la estrategia si la decisión es la de reparar el componente o la unidad que falla.

- **Retardar la decisión:** Esta será la estrategia si la decisión es para reemplazar totalmente el componente o la unidad que falla o para repararlo, basado en una inspección localizada haciendo seguimiento a la falla.

Este mantenimiento se puede resumir de la siguiente manera:

- Reparo lo que falla
- Son reparaciones no programadas
- Generan alto costo de mantenimiento
- Debe de ser menores al 20% (para flotas)
- Altos % de no programados indican falta de gestión
- Son eventos no detectados por el monitoreo de condiciones e inspecciones
- Necesitan acción inmediata y soporte técnico.

### **2.2.2. Mantenimiento Preventivo Planificado**

El mantenimiento preventivo puede ser dividido en basado en el uso o basado en la condición. Todas las estrategias del mantenimiento que ayudan a prevenir que una falla ocurra son de la clase de mantenimiento preventivo.

**Mantenimiento Basado en el uso:** La manera tradicional de prevenir que una falla ocurra es reemplazar o reacondicionar el artículo (sub-sistema o componente) antes de que ocurra la falla. El argumento intuitivo es que ese mantenimiento oportunamente planeado debe de llevar a la prevención de retrasos o paradas

innecesarias de la producción. Esta técnica es (mal) conocida por la mayoría de las personas como mantenimiento preventivo, es ciertamente una clase del mantenimiento preventivo, pero no el único. Pero, contrariamente a la creencia intuitiva, no es universalmente aplicable. Nosotros veremos después que este tipo del mantenimiento solo es aplicable (excepto en el caso de los servicios de rutina basados en el uso) a esos donde el riesgo de falla (proporción de riesgo), aumenta con la edad.

El mantenimiento basado en el uso puede estar subdividido:

- **Mantenimiento basado en la edad:** Las acciones del mantenimiento se toman regularmente basadas en la edad del equipo. Los ejemplos de trabajo de mantenimiento programados basados en horas en que trabaja la maquina, manejo del tonelaje, movimiento de la producción y kilómetros viajados.
- **Mantenimiento basado en el calendario:** Las acciones del mantenimiento se toman regularmente basadas en el tiempo calendario, independientemente de la intensidad de la producción. Los ejemplos son cierres anuales, bi-anuales, para realizar el trabajo estatutario.

Las tareas de mantenimiento basadas en el uso pueden ser clasificadas en las siguientes clases anchas:

- ✓ **Overhaul Programado:** La maquina o componente es completamente desmontado y reacondicionado a una condición llamada "as the good – as-new-

condition as is posible” (tan cercano a la condición de nuevo)

- ✓ **Reemplazo programado:** el artículo (su-ensamble o componente) es descartado y reemplazado por una nueva unidad.
- ✓ **Servicios rutinarios:** La planta /maquina recibe un servicio durante el cual se realizan las revisiones rutinarias, se cambian aceites y filtros, se realiza el engrase y ajustes.

Las categorías especiales del mantenimiento basado en el uso son:

- ✓ **Reemplazo en bloque (o reemplazo del grupo):** El reemplazo en bloque está basado en el pensamiento que los componentes similares deben tener las frecuencias similares de falla. Donde los costos de producción perdida mas el costo de trabajo en reemplazar un componente es alto en comparación al costo del componente, considerar el reemplazo en bloque podría valer la pena. Hay dos clases principales de reemplazo en bloque. En el primero todos los componentes similares se reemplazan como un grupo (bloque) si uno de ellos falla. Alternativamente, pueden reemplazarse todos los artículos similares en un grupo (bloque) en una base programada.

- ✓ **Mantenimiento oportuno:** A veces el trabajo importante programado se identifica como trabajo que solo se llevara a cabo si la planta está mal por algunas razones (ejemplo: paradas). Esto es típico en casos donde el funcionamiento continuo de la planta es crítico y/o la pérdida incurrida durante el tiempo fuera del servicio de la planta es severo. Las tareas son programadas para la ejecución pero son llevadas a cabo cuando la oportunidad se da.

El mantenimiento preventivo planificado se puede resumir de la siguiente manera:

- Programa y reparo en función a intervalo
- Es acción preventiva antes que ocurra la falla
- Se establece en función a la experiencia, estadística o recomendación del fabricante
- Riesgo de no uso de vida remanente y aumento del costo horario
- Incluye los mantenimientos periódicos recomendados por el fabricante.

### **2.2.3. Mantenimiento Predictivo**

Este tipo de estrategia es aplicable a cualquier modo de falla donde es técnica y económicamente factible, tiene un lugar especial en los casos donde el riesgo de falla (tasa de fallas) no aumenta con la edad y el mantenimiento preventivo basado en el uso no puede usarse en esos casos. La condición del equipo/componente es medida a intervalos predeterminados, para determinar cuando el componente fallara. Solo

entonces se programara un reemplazo/reparación. Se puede identificar dos tipos principales del mantenimiento basado en la condición:

- **Inspección:** Se hace uso de los cinco sentidos de una persona (ingeniero, capataz, artesano) para determinar la condición del equipo o componente. Esto puede incluir el uso de instrumentos que refuerzan el uso de sentidos a través de la amplificación del punto de vista
- **Monitoreo de la condición:** Algún parámetro se supervisa para descubrir señales de falla inminente. Los ejemplos son:
  - Vibración
  - Pulso de Shock
  - Condición del aceite
  - Emisiones acústicas
  - Actuación del equipo
  - Termografía

El mantenimiento predictivo se puede resumir de la siguiente manera:

- Reparo, si la "condición" que define la función estándar falla o está debajo del estándar
- Es el mantenimiento basado en la condición
- Necesita programa de inspecciones y monitoreo de la "condición" por inspectores especialistas
- Usa diferentes tecnologías (análisis de vibración, análisis de aceite, inspecciones especializadas con instrumentos, mediciones de temperatura, presión, rpm....computador en cabina... VIMS....más de 260 variables.

- Se enfoca en el monitoreo de la aplicación y salud del equipo.

#### **2.2.4. Mantenimiento Productivo Total**

El mantenimiento productivo total (TPM) es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta).

El TPM busca agrupar a toda la cadena productiva con miras a cumplir objetivos específicos y cuantificables. Uno de los objetivos que se busca cumplir con el TPM es la reducción de las pérdidas. En TPM se destacan seis grandes pérdidas:

- Pérdida por avería en los equipos
- Pérdida debida a preparaciones
- Pérdida provocada por tiempo de ciclo de vacío y paradas cortas
- Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida
- Pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado
- Pérdidas por funcionamiento por puesta en marcha del equipo

Por ser el TPM una metodología TOP-DOW esta busca integrar todas las áreas de la empresa desde el nivel más bajo hasta la gerencia o ramas administrativas.

El TPM se puede resumir de la siguiente manera:

- “Cero accidentes” y “cero fallas”, integrando toda la empresa para lograr la confiabilidad de la planta.
- El TPM se base en los siguientes pilares:
  - Mantenimiento autónomo
  - Mejora enfocada
  - Mantenimiento planificado
  - Educación y entrenamiento
  - Prevención del mantenimiento
  - Áreas administrativas
  - Mantenimiento de la calidad
  - Seguridad y medio ambiente

#### **2.2.5. Mantenimiento Basado en la Confiabilidad**

El mantenimiento baso en la confiabilidad (RCM) es uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. Tuvo su origen en la industria Aeronáutica. De estos procesos el RCM es el más efectivo.

El RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas mediante:

- Integración de una revisión de fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento

- Manteniendo mucha atención en las tareas del mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.

El RCM se puede resumir de la siguiente manera:

- Proceso para tomar acciones que eviten las fallas funcionales y logren maximizar la confiabilidad en el **entorno operacional al mínimo costo.**
- Nace en el propio diseño del equipo con análisis de modos de falla –efecto y soluciones que se integran al producto.
- Analiza las fallas funcionales del producto y compara las acciones actuales de mantenimiento vs las que faltan para evitar estos modos de falla; define la acción y el intervalo

#### **2.2.6. Gestión Estrategia de Activos**

Es el proceso utilizado para conseguir el máximo rendimiento con el menor costo para la producción, manteniendo a su vez la seguridad medioambiental y del personal. Los factores claves derivados del diseño, el mantenimiento y las operaciones determinan la capacidad de la empresa para conseguir la optimización del rendimiento a través de la gestión de los activos.

La gestión estratégica de activos se puede resumir de la siguiente manera:

- Compromiso visible de la gerencia para maximizar la confiabilidad de la planta en un equilibrio sostenible
- Utiliza todas las estrategias conocidas de mantenimiento integrándolas en un planeamiento de largo plazo
- Alinea la “Planta” con los objetivos estratégicos del negocio
- Sigue un modelo de gestión.

### 2.3. CICLO DE MANTENIMIENTO

El ciclo de mantenimiento traducido del libro de Maintenance de Jasper Coetzee que se muestra en la figura inferior, consiste en dos ciclos sobrepuestos. El ciclo exterior representa los procesos de gestión en el mantenimiento de la organización, mientras que el ciclo interior representa los procesos técnicos y operacionales.

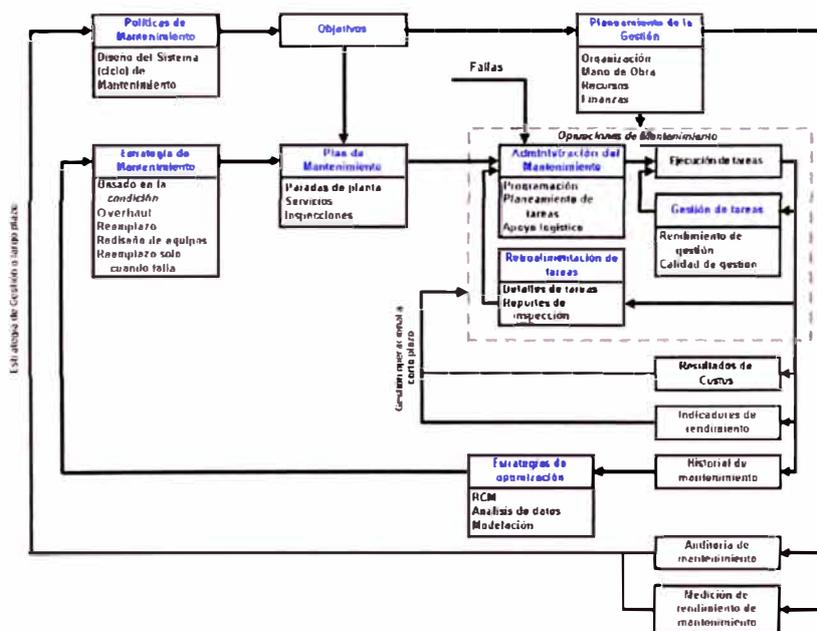


Fig. 2.1. Ciclo del Mantenimiento

Existe una interacción entre los ciclos exteriores e interiores. No pueden existir por si solos.

Los procesos administrativos definen los alcances de los procesos del ciclo anterior.

Los resultados del ciclo interior pueden determinar el éxito o afectar el cumplimiento de la política de mantenimiento, los objetivos y al planeamiento de la gestión.

### 2.3.1. Sub-ciclo Administrativo

Es un ciclo cerrado y el proceso es repetido en una frecuencia fija (normalmente anual)

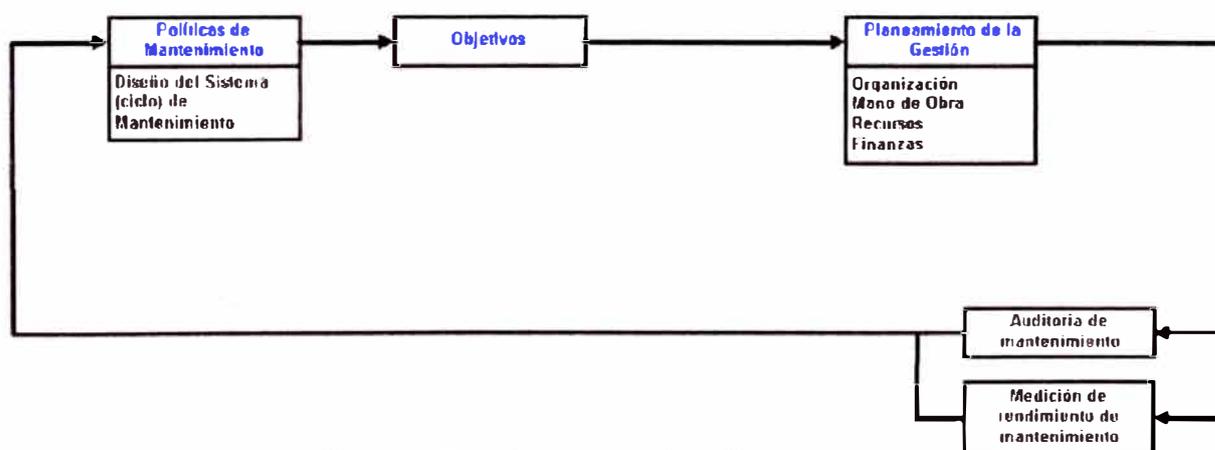


Fig. 2.2. Subciclo Administrativo

- **Política de Mantenimiento**

Son directivas en un documento que declara lo que el departamento de mantenimiento quiere lograr, además describe el ciclo del mantenimiento

- **Objetivos**

Se deben de plantear objetivos para el área de mantenimiento, además de actualizarlo por lo menos anualmente.

Estos objetivos deben de apuntar en efecto cascada a los objetivos de la empresa

- **Planeamiento de la Gestión**

Basado en la política y los objetivos del mantenimiento, el equipo de gestión del mantenimiento planifica el funcionamiento de la organización del mantenimiento, se deben de planificar los recursos que se van a necesitar.

Elaborar presupuesto anual de mantenimiento

La responsabilidad específica de la gestión del mantenimiento considera:

- Organización del mantenimiento
- Mano de obra
- Recursos
- Planes de mejora
- Formas de financiamiento
- Presupuesto propio

- **Auditoria del Mantenimiento**

Se debería de realizar una auditoría formal anual del departamento, que incluya una auditoría de la planta, y otra para la gestión del departamento, se deben de considerar dos tipos de auditoría:

- Auditoria física

- Auditoria de los sistemas
- **Medición del rendimiento del mantenimiento**

Una combinación de indicadores de rendimiento nos dará una medida del éxito con que se han seguido las políticas del mantenimiento

### 2.3.2. Sub-ciclo Operacional

Es el ciclo interno que involucra el planeamiento técnico y la parte operacional del presupuesto del departamento de mantenimiento

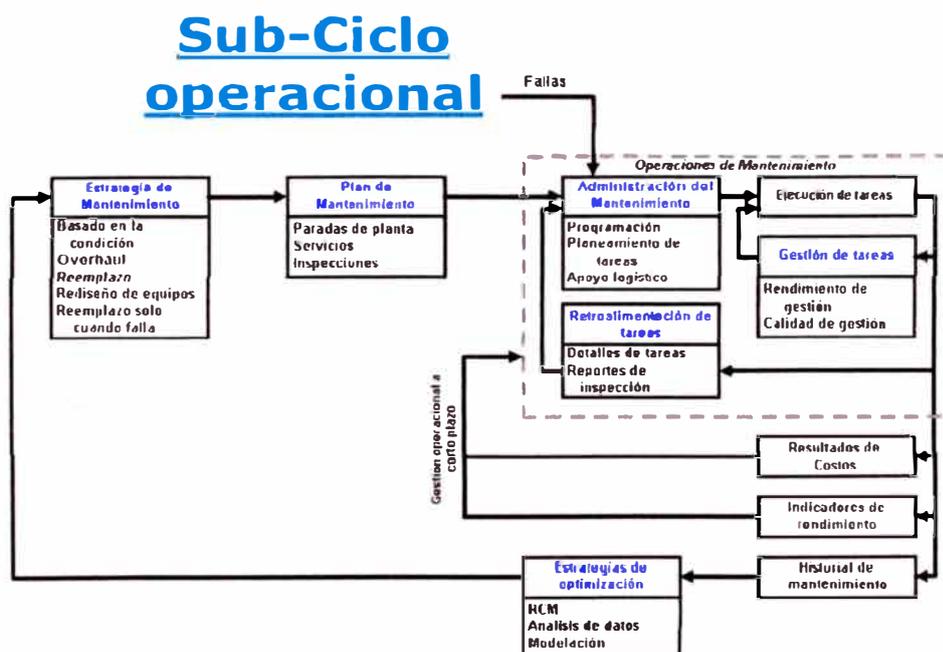


Fig. 2.3. Subciclo Operacional

Tiene dos procesos principales:

- Planeamiento del mantenimiento
- Operaciones del mantenimiento
- **PLANEAMIENTO DE MANTENIMIENTO**

Este proceso incluye:

- **Estrategias de Mantenimiento**

Se debe de escoger primero la prevención, sino correr hasta que falle y por ultimo rediseñar.

Entre las estrategias: Mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento planeado, Overhaul, mantenimiento correctivo, etc., escoger la estrategia para cada uno de los componentes de cada activo, equipo y/o maquina.

- **Plan de Mantenimiento**

Trazar un plan para cada máquina o equipo combinando las diferentes estrategias, con el fin de cumplir con los objetivos trazados

- **Optimización de la estrategia**

Las estrategias de mantenimiento escogidas pueden optimizarse con una frecuencia regular (anual) basándose en el historial agregado.

Pueden utilizarse técnicas de RCM (Mantenimiento centrado en la Confiabilidad), análisis de la data de mantenimiento y modelos matemáticos

- **OPERACION DEL MANTENIMIENTO**

Este proceso incluye:

- **Administración del Mantenimiento**

Tradicionalmente conocida como programación del mantenimiento que incluye:

- Programación de tareas
- Planeamiento de tareas
- Obtener recursos para las tareas
- Documentación de tareas
- Retroalimentación de información de tareas

○ **Ejecución de tareas**

Proceso durante el cual las tareas se ejecutan siguiendo las especificaciones del documento de la tarea.

○ **Gestión de tareas**

Proceso de supervisión, donde la tarea es controlada que incluye:

- Control de calidad, asesoría experta para los trabajadores, seguimiento de tareas, requerimientos, priorización, gestión de backlog, gestión de eficiencia de trabajo, control de gastos, seguridad y housekeeping y gestión de instalaciones (talleres)

- **Retroalimentación de la gestión operacional**

Este proceso incluye:

- Retroalimentación de tareas

Esta referido al cierre de la documentación de tareas como ejecutados completa o parcialmente.

Se busca poder medir cuando toca la próxima tarea.

- **Resultado de costos**

Se realiza el análisis de costos de las tareas, y se hace la gestión con indicadores para evaluar si no encontramos dentro del presupuesto.

- **Indicadores de mantenimiento**

Los resultados sirven para que mantenimiento haga su control operacional en busca de la excelencia

- **Historial de mantenimiento**

Esta referido al almacenamiento de toda la historia de cada una de los activos, maquinas y/o equipos

Sirve para optimizar las estrategias de mantenimiento

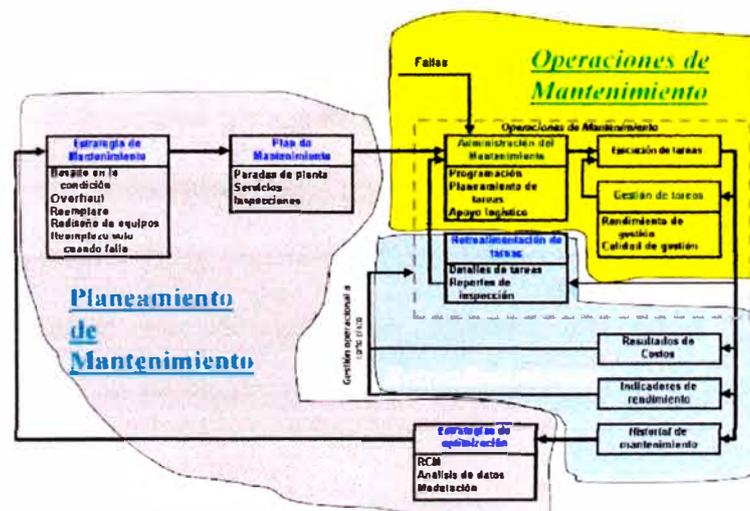


Fig. 2.4. Ciclo de Mantenimiento

**CAPITULO III**  
**DESCRIPCION DE LA EMPRESA Y ESTADO INICIAL DEL AREA DE**  
**MANTENIMIENTO**

**3.1 MINERA BATEAS**

**3.1.1 Reseña Histórica**

Minera Bateas es una filial de total propiedad de Fortuna Silver Mines con sede en Vancouver, Canadá. Controla más de 12000ha, que abarcan los distritos mineros de Caylloma y Sukuytambo en el sur de Arequipa.

Fortuna Silver adquirió una participación del 100% de la mina Caylloma y las concesiones relacionadas con la minería en el año 2005. Después de una importante expansión y modernización de la unidad, la mina volvió a entrar en producción en octubre del 2006. El plan de mina y el procesamiento se produce actualmente 1300 TPD. La producción proviene principalmente de la veta Animas (90%), con el saldo de las otras vetas Bateas y Soledad.

La mina Caylloma tiene una historia de 400 años y hasta el año 2005 había producido aproximadamente 250Moz de plata. Se cerró temporalmente el 2003 debido a los bajos precios de los metales y para reacondicionar su planta.

En el año 2005 la mina Caylloma tenía 7Moz de plata en reservas probadas y probables 14 Moz en recursos inferidos, que cumplen con

las normas canadienses de divulgación de información NI 43-101. La mina en el año 2005 que lo adquirió Fortuna Silver procesaba 600 TPD.

Caylloma es una de las minas de plata más antiguas del Perú. Es conocida desde el incanato y trabajaba casi en forma continua desde la época colonial (año 1541). Las referencias indican, que durante la época colonial, entre los años 1541 y 1821, se extrajeron grandes cantidades de mineral de mena de alta ley con un contenido aproximado de 48 millones de onzas de plata.

El periodo mas activo de minería, se inicia en 1880 cuando un grupo sueco-ingles, constituyo Cia Caylloma Mining Company. Esta, exploto una gran parte de los clavos mineralizados de alta ley de las vetas El Toro, San Pedro y Bateas. Luego se traslado a la veta San Cristóbal, que permitió las operaciones mineras el año 1890, luego de unos años de paralización, estos trabajos permitieron el concentrado y amalgamado del mineral, mediante kimbaletes o arrastreras. Esta compañía opero la mina hasta el año 1906.

Después del año 1906, un grupo chileno se hizo cargo de la mina e instalo una concentradora de 20 T/día de capacidad y construyo la primera planta hidroeléctrica. Más tarde, se intento tratar el mineral por cianuración con resultados negativos. Posteriormente, tres compañías continuaron operando a lo largo de 20 años, siendo la ultima la dirigida por L.J. Rosenshine que instalo una planta de flotación con una capacidad de 30 T/día en San Ignacio, construyo campamentos y realizo extensivos trabajos de desarrollo.

Paralelamente en el año 1925, se completo la carretera entre Sumbay y Bateas que tiene una longitud de 160 KM.

En el año 1926, los socios Gliden y Berisford, tomaron a su cargo las operaciones mineras hasta 1936, año en que cerraron la mina.

Entre 1932 y 1933, un grupo constituido M. Bustamente de la Fuente, A. Schnapka, C. Grunther, F.C. Willfort, L.Ruiloba y otros organizaron la Cia Minera de Caylloma S.A. Limited en base a la consolidación de varias propiedades mineras dispersas en el distrito de Caylloma.

En el año 1987, H. Candiotti elaboro el informe "Evaluacion Geologica Económica del Yacimiento Caylloma", en base a trabajos geológicos de campos adicionales, con la finalidad de evaluar posibilidades remanentes del distrito de Caylloma, ajustar los parámetros de cálculo de reservas y recomendar programas de Exploración y Desarrollo.

Hasta el año 2005 la mina operaba a una capacidad de 600 TPD y es una unidad perteneciente del Grupo Hoschild.

### **3.1.2 Ubicación**

El distrito minero de Caylloma se localiza a 14 Km al NW del pueblo de Caylloma, capital del mismo nombre, provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa. Se encuentra a una altura de 4500 a 5000 m.s.n.m.

Sus coordenadas son:

8°317,650 N

192,584 E

Es accesible desde la ciudad de Lima hasta Arequipa, luego mediante una carretera afirmada que une la ciudad de Arequipa con el distrito de Caylloma de 225 Km aproximadamente, pasando por el cruce de acceso la mina Arcata

Tabla N° 3.1

<b>DESDE</b>	<b>A</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>TIPO DE ACCESO</b>	<b>TIEMPO</b>
<i>Lima</i>	<i>Nazca</i>	<i>501 Km.</i>	<i>Camino Asfaltado</i>	<i>5.5 Hrs.</i>
<i>Nazca</i>	<i>Arequipa</i>	<i>548 Km.</i>	<i>Camino Asfaltado</i>	<i>6 Hrs.</i>
<i>Arequipa</i>	<i>Sibayo</i>	<i>145 Km.</i>	<i>Camino Asfaltado/ Afirmado</i>	<i>3.2 Hrs.</i>
<i>Sibayo</i>	<i>Caylloma</i>	<i>61 Km.</i>	<i>Camino Afirmado</i>	<i>1.5 Hrs.</i>
<i>Caylloma</i>	<i>Minera Bateas</i>	<i>14 Km.</i>	<i>Camino Afirmado</i>	<i>0.4 Hrs.</i>

### **Condiciones Ambientales**

La unidad de Caylloma posee un clima muy frío y seco, la temperatura oscila entre los 21°C y -14°C bajo cero, la temperatura durante el día y la noche es muy variado, el frío se hace intenso por las noches y madrugadas; las estaciones no son marcadas, porque se diferencia dos épocas; época de lluvias durante los meses de diciembre a marzo, y la otra época de sequía entre los meses de abril a octubre donde las heladas son fuertes. También se aprecian vientos huracanados en el mes de Agosto.

### **Visión**

La visión es, ser valorado como una empresa de minería de plata líder centrada en el desarrollo de los recursos naturales en América Latina, que opera con un compromiso de rentabilidad, crecimiento y

altos estándares, el bienestar de nuestros trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente.

### **Misión**

La misión es, crear valor a través de la adquisición racional, exploración, desarrollo y crecimiento sostenible en minería en América Latina y la producción anual de metales

## **3.2 PROCESO PRODUCTIVO**

### **3.2.1 Proceso de Chancado**

Comienza en la tolva de gruesos, en el cual el Cargador frontal realiza el blending (mezcla) con el material proveniente de mina, este ingresa a las chancadoras reduciendo así el material de 12" a ½" aproximadamente, obteniendo un radio de reducción igual a 24; este material fino, es el alimento al siguiente proceso que veremos. Es muy importante que este proceso sea eficiente, pues si no lograra el objetivo, la planta no podría obtener sus resultados finales.

### **3.2.2 Proceso de Molienda**

Aquí tomamos el material de chancado, y lo mezclamos con agua en los molinos, para obtener una pulpa con material valioso liberado, queremos decir con liberado, al material que no se encuentra atrapada dentro de la roca. Es por ello que es muy importante todos los parámetros físicos, que suceden en este proceso; como son: tonelaje, densidad, análisis de malla, y por supuesto que los equipos se encuentren operando en las mejores condiciones.



Fig. 3.1 Proceso de molienda

### **3.2.3 Proceso de Flotación**

En este proceso, se encarga de separar de forma físico-químico el material valioso de la ganga, aquí cualquier error se paga, por supuesto en este proceso entra a tallar otra, también muy importante, la cual es la preparación de reactivos, ya que si estos están en otras concentraciones inadecuadas, se puede generar muchos problemas.

### **3.2.4 Proceso de Espesamiento y filtrado**

Es también un proceso muy importante, pues de las condiciones de humedad al concentrado, es decir, en este proceso obtenemos el producto final, el valioso concentrado.

### **3.2.5 Proceso de relaves**

Por último, pero no menos importante, tenemos el lugar en donde depositamos nuestros desechos de planta (relave), pero que por

supuesto, tienen que tener las características necesarias, recomendadas por el Ministerio de Energía y Minas, para que pueda estar funcionando.

### 3.3 ESTADO INICIAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO

#### 3.3.1 Organigrama

En Julio del 2009, antes de implementarse el modulo de mantenimiento (PM) del SAP, el organigrama del área de mantenimiento era el siguiente:

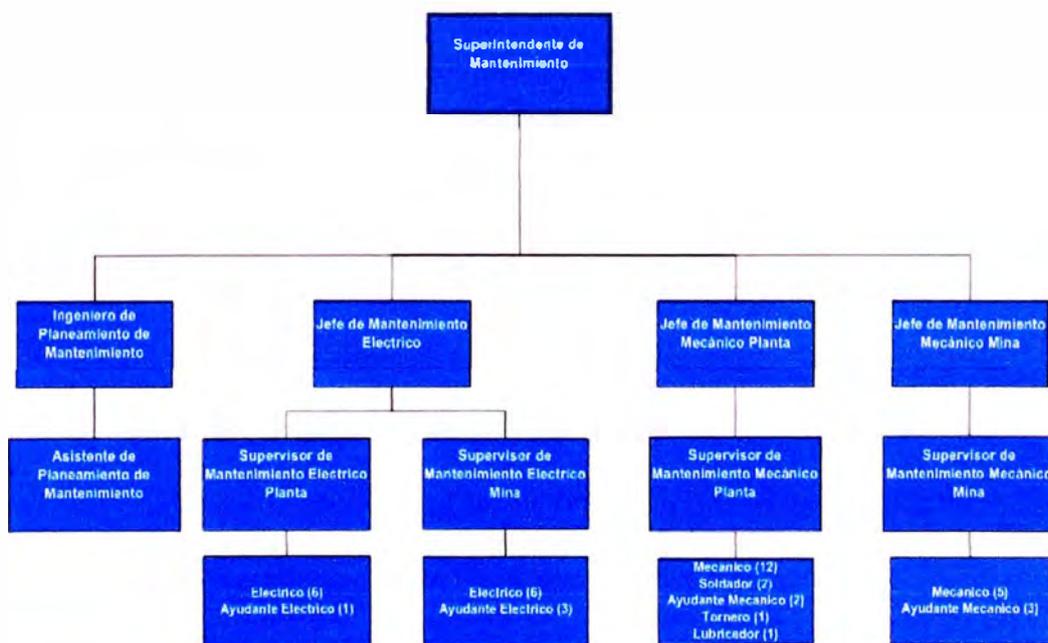


Fig. 3.2. Organigrama de Mantenimiento

#### 3.3.2 Mapa de Procesos

Antes de implementarse el modulo de mantenimiento (PM) del SAP, un requerimiento de la empresa consultora Actualisap, era contar con los procesos del área de mantenimiento (el área de mantenimiento

es considerada como un proceso de soporte al proceso del negocio de la minera), para lo cual se elaboraron los siguientes procesos:

- Adquisición de activos (Ver Anexo 1)
- Incorporación de activos (Ver Anexo 2)
- Creación de planes de mantenimiento (Ver Anexo 3)
- Análisis de fallas (Ver Anexo 4)
- Planificación de mantenimiento correctivo programado (Ver Anexo 5)
- Planificación de mantenimiento preventivo mensual equipos de planta (Ver Anexo 6)
- Planificación de mantenimiento predictivo mensual (Ver Anexo 7)
- Planificación de mantenimiento preventivo anual (Ver Anexo 8)
- Planificación de mantenimiento rutinario semanal (Ver anexo 9)
- Generación de ordenes de lubricantes (Ver Anexo 10)
- Ejecución de mantenimiento rutinario (Ver Anexo 11)
- Reunión diaria de coordinación con otras jefaturas (Ver Anexo 12)
- Asignar trabajos de mantenimiento preventivo/predictivo/correctivo programado (Ver Anexo 13)
- Recepción de orden de trabajo (preventivo/predictivo/correctivo programado) (Ver Anexo 14)

- Ejecución de orden de trabajo (Ver Anexo 15)
- Generación y programación de mantenimiento por servicio de terceros (Ver Anexo 16)
- Ejecución de trabajos de mantenimiento por terceros (Ver Anexo 17)
- Generación de ordenes de mantenimiento correctivo emergente (Ver Anexo 18)
- Recepción de orden de trabajo de mantenimiento correctivo (Ver Anexo 19)
- Ejecución de orden de trabajo de mantenimiento correctivo emergente (Ver Anexo 20)
- Actualización de horómetros y observaciones de operaciones (Ver Anexo 21)
- Elaboración de presupuesto (Ver Anexo 22)
- Generación de ordenes de reparación de equipos por terceros (Ver Anexo 23)
- Ejecución de ordenes de reparación de equipos por terceros (Ver Anexo 24)
- Reporte mensual (Ver Anexo 25)
- Control de consumo de energía (Ver Anexo 26)
- Reporte de consumo y distribución de energía mensual (Ver Anexo 27)

### **3.3.3 Radar inicial del área de mantenimiento**

Basándonos en el ciclo de mantenimiento de Jasper Coetzee, que se puede dividir en dos subciclos: subciclo administrativo y subciclo operacional.

Se realiza una auditoría interna al área de mantenimiento con la finalidad de detectar las fortalezas y debilidades, para luego de ello tomar medidas para sacar provecho de nuestras fortalezas y minimizar o eliminar nuestras debilidades, para este caso solo se está analizando el ambiente interno de la áreas (fortalezas y debilidades)

En el anexo 28 se muestra el formato de auditoría que se tomo en el área de mantenimiento.

En el siguiente cuadro se muestra los resultados de la auditoria, dividido en procesos según el ciclo de mantenimiento de Jasper Coetzee.

Tabla N° 3.2

ITEM	PROCESO	ACTUAL	DESEADO	CICLO
1	POLITICAS DE MANTENIMIENTO	60%	70%	<b>SUBCICLO ADMINISTRATIVO</b>
2	OBJETIVOS	70%	70%	
3	PLANEAMIENTO DE LA GESTION	80%	80%	
4	AUDITORIA DE MANTENIMIENTO	60%	70%	
5	MEDICION DEL RENDIMIENTO DE MANTENIMIENTO	60%	70%	
6	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	60%	70%	<b>SUBCICLO OPERACIONAL (PLANEAMIENTO TECNICO Y OPERACIONAL)</b>
7	PLAN DE MANTENIMIENTO	60%	70%	
8	ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO	80%	80%	
9	EJECUCION DE TAREAS	60%	70%	
10	GESTION DE TAREAS	70%	70%	
11	RETROALIMENTACION DE TAREAS	60%	70%	
12	RESULTADO DE COSTOS	60%	70%	
13	INDICADORES DE RENDIMIENTO	50%	70%	
14	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO	60%	70%	
15	ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACION	50%	70%	

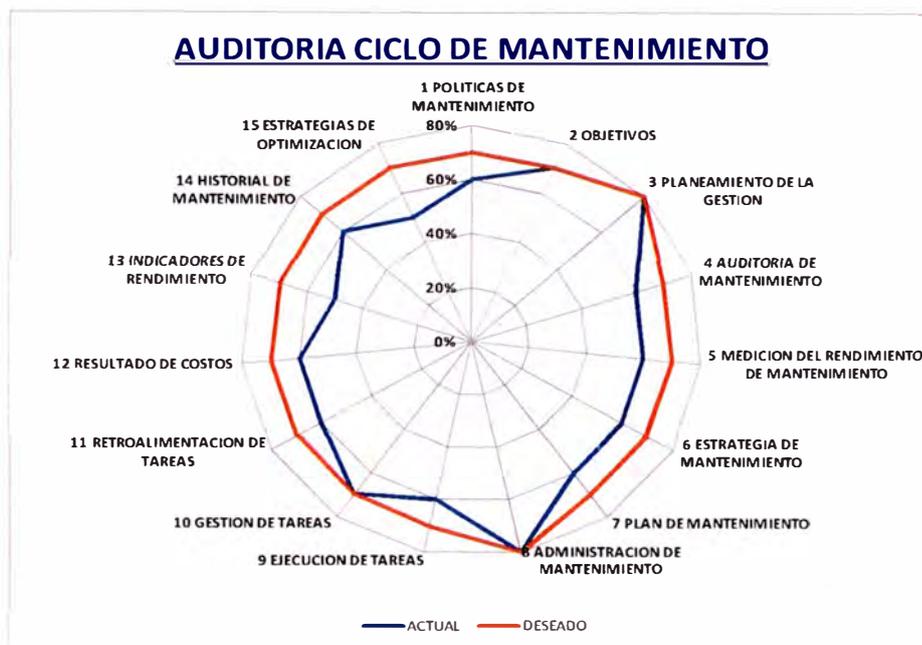


Fig. 3.3. Radar de Mantenimiento

Como se observa, se ha colocado una columna de “deseado” u objetivo, que básicamente trata de atacar las debilidades del área.

En base a este cuadro, es que una medida para minimizar o eliminar las debilidades del área es la implantación de un sistema de información, que es el título del presente informe.

Como se observa en la figura, la grafica de color rojo es nuestro objetivo (70%), este valor se ha cuantificado en consenso con el área de operaciones planta y gerencia de operaciones, el cual es un valor accesible en esta primera etapa, teniendo como plazo dos años.

## CAPITULO IV

### IMPLEMENTACION DEL MODULO DE MANTENIMIENTO PM

#### 4.1 FASES DEL PROYECTO

Las etapas que contempla esta metodología se esquematiza a continuación.

El diagrama siguiente resumen las fases claves de este enfoque:

##### 4.1.1 Preparación Inicial

- El propósito principal de esta etapa es oficializar a el consultor por modulo el documento de plan de proyecto
- En esta etapa el consultor de Actualisap asistirá al Gerente del Proyecto de Minera Bateas en la revisión y determinación del Plan Proyecto
- Se revisan los requerimientos técnicos y el hardware necesario, de manera que los componentes se encuentren instalados antes de iniciada la configuración del sistema.
- Durante esta etapa debe producirse el alejamiento de los miembros del equipo del equipo del proyecto de sus actuales puestos de trabajo. Basados en la experiencia, se ha concluido que los equipos de un proyecto trabajan de una manera más efectiva si se encuentran en un área de trabajo común. Uno de los objetivos principales de una implementación ASAP es la transferencia del conocimiento de la solución a implementar al

equipo de proyecto Minera Bateas, de manera que puedan ser autosuficientes.

- También se deberá realizar en esta etapa una Reunión de Lanzamiento KickOff). En esta reunión no solo deberán estar presentes los miembros del equipo del proyecto por parte de Actualisap e Minera Bateas, también deberán asistir miembros claves de la empresa. En la reunión de Kickoff se produce el lanzamiento oficial del proyecto a toda la compañía, se resalta la importancia del proyecto para el cumplimiento de las metas globales y se refuerza el compromiso del equipo ejecutivo al proyecto.

### **Entregables**

- Carta Gant detallada por modulo (Nivel 4 y5)
- Lista de procesos a levantar

#### **4.1.2 Business Blueprint**

- El propósito de esta etapa es reunir los requerimientos de los procesos de negocios que son necesarios de implementar para poder cumplir las metas de negocio de Minera Bateas. El énfasis debe estar puesto en la definición del estado final de los procesos de negocio y en que los miembros del equipo de Minera Bateas entreguen la información pertinente a los sistemas actuales, cuando sea necesario.
- Durante esta etapa se realizara una reunión de trabajo para discutir sobre las metas de negocio, la estructura organizativa y los

procesos de alto nivel de minera Bateas. Los requerimientos detallados serán discutidos en reuniones separadas.

- Para asegurar que se realizó un correcto entendimiento de los procesos de negocio, se preparara el “Plano del Negocio” que será presentado a Minera Bateas por los líderes funcionales. El “Plano del Negocio” consiste de un resumen ejecutivo, una representación grafica de la estructura organizativa de minera Bateas, las definiciones de los procesos de negocios y las consideraciones para conversiones, interfaces, mejoras, reportes y autorizaciones.
- Durante esta etapa se deberá instalar el sistema y el entorno de desarrollo deberá estar disponible para ser configurado.

**Entregables:**

- BPP
- Carta Gant detallada de la fase 3 (Nivel 4 y5)

**4.1.3 Realización**

- El propósito de la etapa de realización es implementar todos los requerimientos de los procesos de negocios que fueron especificados en la etapa de “Business Blueprint”. La realización comprende las siguientes actividades: Configuración Base, Configuración Final, Pruebas módulos y su integración.
- Durante la “Configuración Base” el consultor de Actualisap y los miembros del equipo de Minera Bateas trabajaran en forma separada para completar las actividades paralelas. El consultor de Actualisap configuraran todos los datos organizacionales y

maestros, y aproximadamente el 80% de los requerimientos de negocios. Luego el consultor de Actualisap simulara transacciones claves junto a los miembros del proyecto de Minera Bateas como a usuarios claves de los procesos de negocios. Esta simulación permitirá recibir retroalimentación y además confirmar que los requerimientos definidos en el “Plano de Negocios” se están cumpliendo.

- Durante la “Configuración Final”, el restante 20% de los requerimientos de negocios y los casos excepcionales deberán ser configurados. El principal objetivo de esta actividad es transferir el conocimiento hacia el equipo de proyecto de Minera Bateas. La “Configuración Final” será dividida en interacciones o ciclos sobre los flujos de los procesos de negocios. Estos ciclos no solo proveen hitos al equipo de proyecto, también proveen puntos de chequeo para probar y ejecutar porciones específicas de los procesos de negocios.
- Durante esta etapa deben ser desarrolladas todas las conversiones, programas de interfaz, y si corresponde las mejoras al sistema. Las “Pruebas de integración” simularan el entorno productivo, de manera que debe incluir el procedimiento de conversiones, interfaces a otros sistemas, procesos de negocio de SAP, mejoras, reportes, autorizaciones y posibilidades de impresión. Las “Pruebas de Integración” permiten asegurarse que los procesos definidos en los “Planos de Negocio” están funcionando correctamente.

**ENTREGABLES:**

- Parametrización
- Manuales de parametrización o técnicos
- Manual de aplicaciones
- Especificación funcional y técnica de desarrollos
- Plan de pruebas Funcionales e integrables (documentos de pruebas)
- Definición de perfiles de usuario
- Carta Gant detallada de fase 4 (Nivel 4 y 5)
- Plan de capacitación

**4.1.4 Preparación Final**

- El propósito de la etapa de preparación final es realizar las pruebas finales al sistema, entrenar a los usuarios finales, preparar el soporte a productivo, completar el plan de entrada en productivo y llevar los datos y el sistema a un ambiente productivo. Las pruebas finales al sistema consisten en probar los procedimientos y programas de conversión y reportes especiales para fines legales y fiscales, probar los programas de interfaz a los sistemas actuales, llevar a cabo las pruebas de volumen y estrés, así como las pruebas de aceptación del usuario final.
- El entrenamiento al usuario final se debe de realizar en esta etapa. Se utilizara el método de "entrenar al entrenador". El equipo de proyecto de Minera Bateas entrenara a usuarios claves en la organización, que luego con líderes deberán entrenar a los usuarios finales. Si la cantidad de usuarios finales que debe ser capacitada

es reducida, entonces se debe preferir el entrenamiento tradicional (la estrategia de capacitación se determina en el Plan de Trabajo).

- Otro propósito de esta etapa es crear una estrategia para la Puesta en Marcha. Este plan específicamente identifica la estrategia de conversión de datos, procedimientos iniciales de auditoría y se debe establecer la estructura de soporte con una mesa de ayuda interna que responda las preguntas y soporte el sistema.
- El último paso en esta etapa es aprobar el sistema y asegurar que Minera Bateas esté listo para la puesta en marcha del sistema SAP.

#### **Entregables:**

- Manuales de usuario por parte de los líderes funcionales de Minera Bateas.
- Manuales de capacitación usuario por parte de los líderes funcionales de Minera Bateas.
- Manuales de desarrollos.
- Manuales de perfiles de usuarios.
- Plan de entrada en productivo.
- Carga inicial de datos.

#### **4.1.5 Producción y soporte**

- Inmediatamente después de la puesta en marcha, el sistema deberá ser revisado y afinado para asegurar que el entorno del negocio está completamente soportado. Este proceso involucra no solamente el verificar la precisión de las transacciones del negocio, sino también, entrevistar informalmente a los usuarios para verificar que sus necesidades hayan sido satisfechas.

- Durante esta etapa los usuarios del sistema tendrán muchas consultas que deben ser respondidas por una organización de soporte fácilmente accesible a todos los usuarios.

## 4.2 Cronograma de actividades

El proyecto con la participación de la Consultora tiene una duración aproximada de 15 semanas y 2 semanas de soporte post puesta en vivo, se ha establecido que las fechas de inicio y fin del proyecto serán las siguientes:

- Fecha de inicio de la implementación 01/09/2009
- Fecha final de la implementación 16/12/2009
- Fecha inicial de la puesta en vivo 01/01/2010 (En este tiempo tendremos dos semanas de soporte post producción por parte de la consultora)

Por otro lado se requiere de la asignación de los siguientes recursos:

- Área de trabajo para el equipo de la implementación, sala de reuniones del 1er piso.
- Equipo por parte de Minera Bateas
  - Procesos Owner Superintendente de Mantenimiento, tiempo parcial.
  - Key User Encargado de Planeamiento de Mantenimiento, tiempo completo (Desde el 24 de agosto 2009 en las oficinas de Lima)
  - TI Personal de Sistemas asignado al Proyecto, tiempo parcial.
  - Key User de MM Tiempo parcial
  - Key User de Tiempo parcial

- Equipo por parte de la consultora
  - Gerente del proyecto
  - Consultor de PM

### 4.3 Equipo de trabajo y Responsabilidades

El equipo de proyecto de implementación de Actualisap Perú estará conformado por las siguientes personas:

**Gerente de Proyecto:** Actuara como líder del proyecto por parte de Actualisap. Sera responsable de que se alcancen los objetivos globales del proyecto. Aportara su conocimiento y experiencia en Tecnologías de la información, así como sus conocimientos en el negocio. Entre sus tareas específicas se encuentran:

- Organización y planificación del proyecto.
- Control de seguimiento del proyecto
- Definición del alcance.
- Resolver temas que no puedan ser solucionados por los consultores.
- Escalar al Comité de Dirección los temas que requieran de un soporte o dimisión mayor.

**Consultor Funcional:** Además de las cualidades genéricas de un analista, contara con dominio de la metodología ASAP, conocimiento del área de negocio del proyecto, experiencia en el desarrollo de más de un proyecto de implantación de SAP, amplia experiencia impartiendo cursos, tanto en el marco de anteriores implantaciones, como formaciones puntuales al margen

de cualquier proyecto. Participara en conjunto con los usuarios claves asignados al proyecto de Minera Bateas. Entre sus tareas específicas se encuentran:

- Revisión de procesos de negocio, diseño y especificación de funcionalidades.
- Definición de interfaces, programas de carga inicial y desarrollos.
- Configuración del sistema.
- Participación en el diseño, control y ejecución de pruebas al sistema.
- Apoyo a usuarios claves en la elaboración de la documentación y en la formación a usuarios finales.
- Soporte a la entrada en producción del sistema.
- Gestión de recursos SAP.
- Control de formación y Gestión del Cambio.
- Control de Calidad del proyecto.
- Gestión de Modificaciones.

**Otros Recursos:** Los recursos requeridos de Minera Bateas se identifican a continuación. Debe de tomarse en consideración el hecho de que el retiro de al menos 1 persona de sus roles cotidianos para trabajar dentro del proyecto puede llevar a Minera Bateas a tener que contratar personal que cubra dichas labores. No obstante, ello se verá compensado con creces cuando se comiencen a disfrutar de los beneficios de la centralización, optimización de procesos, roles y la no repetición de tareas y funciones específicas.

**Gerente de Proyecto Minera Bateas:** Al igual que el gerente de proyecto de Actualisap, actuara como líder del proyecto por parte de Minera Bateas. Se encontrara encargado del cumplimiento de los objetivos globales del proyecto. Aportara su conocimiento y experiencia en los procesos del negocio. Actuara coordinadamente con el Gerente de Proyecto de Actualisap. Entre sus tareas específicas se encuentran:

- Organización y planificación del proyecto
- Control de seguimiento del proyecto.
- Definición del alcance.
- Gestión de recursos de Minera Bateas.
- Control de formación.
- Control de Calidad del proyecto.
- Resolver temas que no puedan ser solucionados por los funcionales de Minera Bateas.
- Escalar al comité de Dirección los temas que requieran de un soporte o dimisión mayor.

#### **EQUIPO DE MINERA BATEAS**

El equipo de Minera Bateas debe estar constituido "al menos" por los siguientes recursos:

- 1 líder Mantenimiento de Planta (100%)
- 1 líder logístico (25%)
- 1 líder controlling (25%)

La participación de los líderes funcionales será al 100% dedicado al proyecto a menos que se indique lo contrario en la relación anterior.

**Rol del Equipo Interno de Proyecto de Minera Bateas:** El equipo interno de Minera Bateas precisa de un alto nivel de compromiso en los tiempos asignados de sus integrantes, aspecto que resulta fundamental para el éxito del proyecto. Las principales actividades del equipo interno son apoyo en la definición de procesos y requerimientos, activa participación en pruebas unitarias y pruebas integradas, creación de manuales de usuario, entrega de datos a cargar, comprobación en la carga de datos, capacitación a monitores y usuarios finales, etc.

#### **4.4 REQUERIMIENTO DEL PROCESO DE NEGOCIOS**

##### **4.4.1 Estructura Organizativa**

Una de las principales características del sistema SAP, es la integración que existe entre los diferentes módulos que lo conforman. En cada uno de ellos se estructuran las unidades organizativas acordes con la realidad de cada una de las unidades operativas de Fortuna Silver Mines Inc.

Para la elaboración de la estructura organizativa del módulo de Mantenimiento (PM), debemos considerar el organigrama del Departamento de Mantenimiento. De ésta manera se definen y clasifican funciones para cada elemento de la estructura organizativa en el módulo.

Las unidades organizativas del módulo, no deben ser fiel reflejo del organigrama del Departamento de Mantenimiento, se utiliza sólo como una referencia.

La Sociedad Financiera y Centro Logístico determinan una única estructura organizativa del módulo de Mantenimiento; es decir, dicha estructura está enmarcada por el centro logístico definido en el módulo de Logística (MM).

### Estructura organizativa del Departamento de Mantenimiento

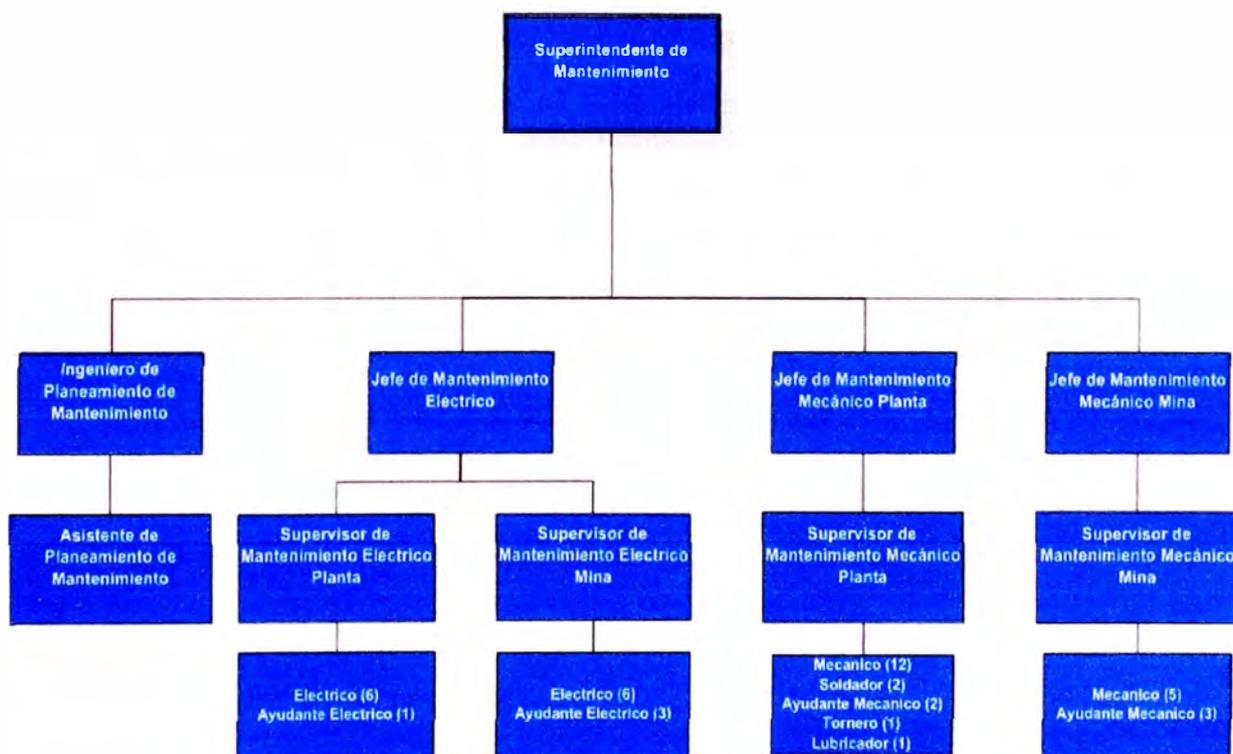


Fig. 4.1. Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento

Bateas cuenta con dos centros logísticos: Unidad Operativa Caylloma y Oficina Lima Bateas.

El Centro de Planificación de mantenimiento físicamente se localiza en la U.O. Caylloma y monitoreará los mantenimientos del centro 1001 U.O.Caylloma.

El Departamento de Mantenimiento cuenta con un Superintendente de mantenimiento, un Ingeniero de planeamiento, un Asistente de Planeamiento, un Jefe de Mantenimiento Eléctrico, un Jefe de Mantenimiento Mecánico Planta, un Jefe de Mantenimiento Mecánico Mina, 4 Supervisores, además 12 Electricistas, 4 Ayudantes de electricistas, 17 Mecánicos, 5 Ayudantes de mecánica, 2 Soldadores, 1 Tornero y 1 Lubricador.

Las labores administrativas del Departamento son realizadas por el Ingeniero de Planificación de Mantenimiento, bajo la supervisión del Superintendente y en coordinación con los jefes de mantenimiento de cada área.

El trabajo del equipo de mantenimiento es diurno, para inspeccionar, monitorear condición, supervisar los trabajos de mantenimiento de contratistas, programar ordenes de trabajo, revisar stocks de repuestos, planificar tiempos de mantenimiento de equipo, y además existe personal asignado para atender emergencias nocturnas previo llamado y cronograma de rol de turnos.

La ejecución de las actividades de lubricación e inspección, se realiza con personal de la empresa, para el caso de mantenimiento predictivo se realiza con personal de la empresa y además con personal externo (para el caso de requerir instrumentos sofisticados).

Para la ejecución de las actividades de mantenimiento programado de equipos tanto de Mina como Planta, se coordina con Operaciones las

fechas y horas del mantenimiento, según las horas trabajadas de los equipos y la programación de Producción.

### Estructura Organizativa del Módulo de Mantenimiento

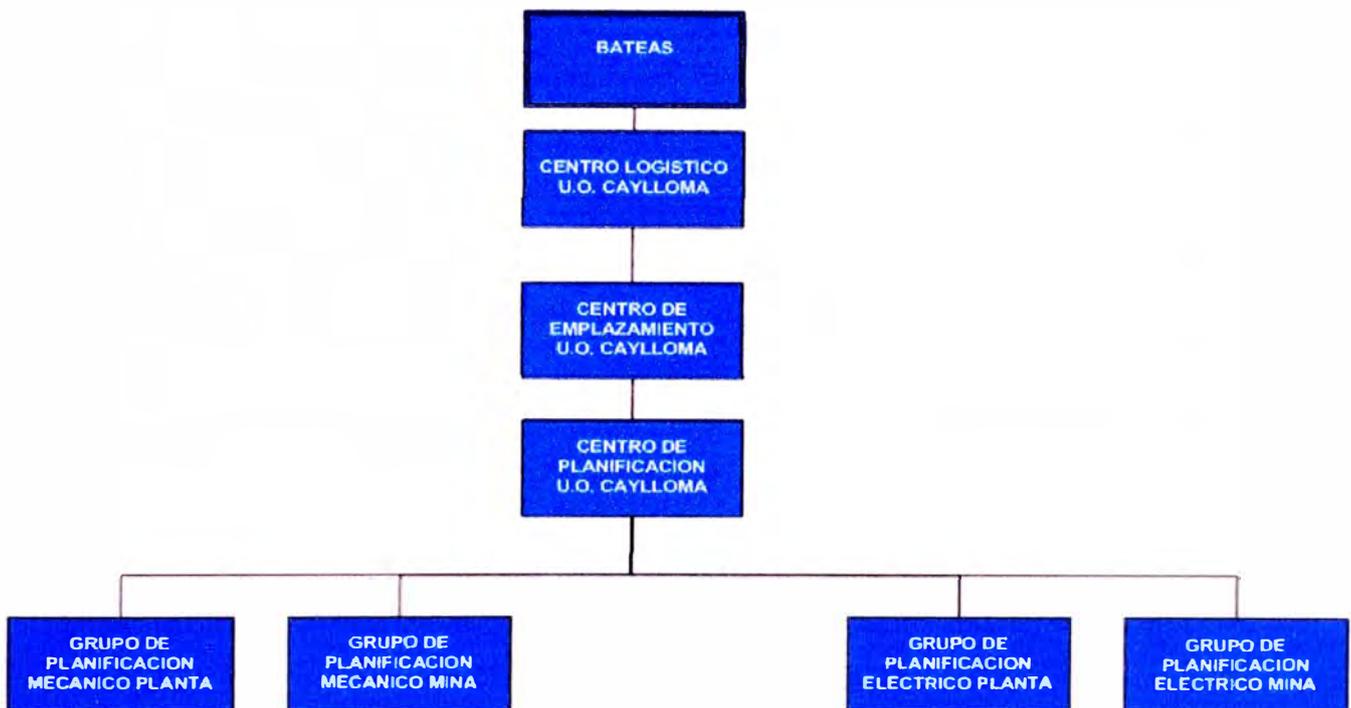


Fig. 4.2. Estructura Organizativa del Modulo de Mantenimiento

#### Conceptos claves:

- **Sociedad (FI):** corresponde al primer nivel de organización, y es definida por la estructura general de la empresa.
- **Centro Logístico (MM):** un centro, es una unidad organizativa utilizada para documentar mercancías almacenadas en centros de distribución y tiendas para finalidades de la gestión de stocks y para modelar los

procesos empresariales asociados, como entrada de mercancías, inventario y salida de mercancías. Corresponde al segundo nivel de organización, y es definida por la estructura general de la empresa.

- **Centro de Emplazamiento (PM):** centro en que los objeto técnicos (equipos, componentes, etc.), se encuentran montados. Los objetos técnicos se ubican físicamente en este centro. Este centro puede gestionar puestos de trabajo, para que realicen las medidas de mantenimiento a los objetos técnicos instalados en este lugar. Corresponde al tercer nivel de organización:

- ✓ 1001: U.O.Caylloma

- **Centro de Planificación (PM):** corresponde al cuarto nivel de organización y en este, los grupos de planificación, planifican y preparan las tareas para las labores de mantenimiento de los centros de emplazamiento. En Bateas existirá sólo un centro de planificación de actividades de mantenimiento:

- ✓ 1001: U.O.Caylloma.

- **Grupos de Planificación de Mantenimiento (PM):** corresponde al quinto nivel de organización. Cada grupo de planificación tiene la responsabilidad de la planificación de las tareas de mantenimiento de los objetos técnicos.

El Grupo de Planificación es responsable de:

- ✓ Definición de hojas de ruta de mantenimiento.
  - ✓ Planificación del Material de mantenimiento.
  - ✓ Gestión y Planificación de Planes de mantenimiento.
  - ✓ Creación de Avisos de Mantenimiento.
  - ✓ Notificación de órdenes de mantenimiento.

- ✓ Creación, ejecución y cierre de Órdenes de mantenimiento.
- ✓ Notificación de órdenes de mantenimiento.

### Nomenclatura y descripciones

Con la finalidad de codificar los Grupos de Planificación, se ha definido la siguiente nomenclatura:

Tabla N° 4.1

Elemento de la estructura	Estructura del código Grupo de Planificación		
	Ámbito	Tipo	Área
<b>Código</b>	A	A	A

### Valores Propuestos para los Grupos de Planificación:

Tabla N° 4.2

Campo	Tipo	Descripción	Valores propuestos
<b>Ámbito</b>	A	Representa el departamento de la unidad minera	M = Mantenimiento
<b>Tipo</b>	A	Representa a la especialidad	M = Mecánico E = Eléctrico
<b>Área</b>	A	Representa al área a la cual se le va a planificar el mantenimiento de equipos	M = Mina P = Planta

### Ejemplo de Grupos de Planificación

Tabla N° 4.3

Código	Descripción
MMM	Mantenimiento Mecánico Mina
MMP	Mantenimiento Mecánico Planta
MEM	Mantenimiento Eléctrico Mina
MEP	Mantenimiento Eléctrico Planta

## **Puestos de Trabajo**

Se define como puesto de trabajo al grupo de personas que ejecutan las operaciones de mantenimiento, planificadas y/o programas en las órdenes de trabajo. Los puestos de trabajo cuentan con una cantidad específica de recursos (número de personal), capacitados para realizar dichas actividades. Los puestos de trabajo pueden ser del tipo mano de obra de la empresa (Puesto de Trabajo Interno), o externa (Puesto de Trabajo Externo).

## **Funcionalidad**

El puesto de trabajo se utiliza para notificar horas de actividad en las OTs, dichas horas serán valorizadas en la OT, a través del centro de costo asociado al puesto de trabajo.

Por ejemplo, si definimos un puesto de trabajo *HMM (Horas hombre mecánico)*, se puede usar este puesto de trabajo para notificar las horas de mantenimiento mecánico que se consumen en cada OT.

Para valorizar las horas notificadas en las OTs, asociamos el puesto de trabajo a un centro de costo, en éste último se contabiliza el sueldo de los especialistas mecánicos.

El puesto de trabajo tendrá la siguiente funcionalidad:

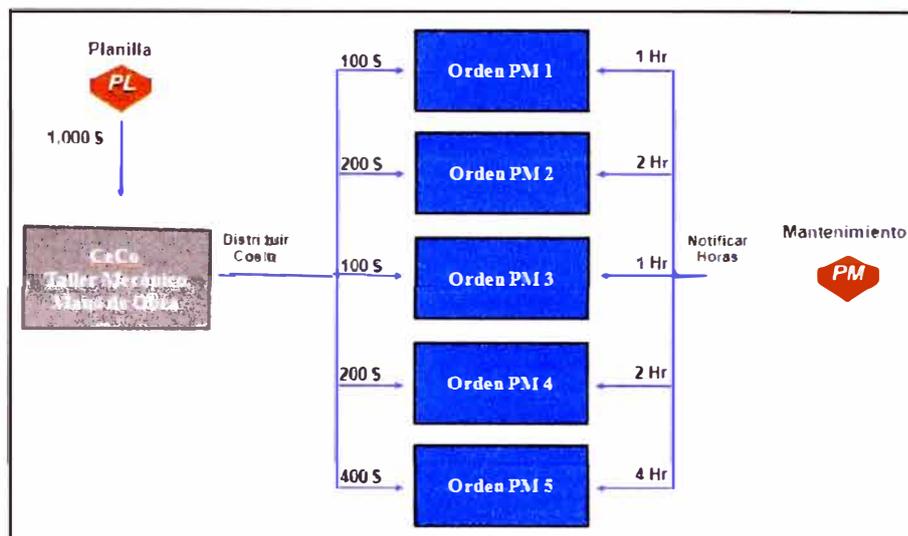


Fig. 4.3. Funcionalidad de Puesto de Trabajo

Los puestos de trabajo que se definen en éste documento, hacen necesario contar con los siguientes centros de costos:

- ✓ Taller Mecánico Mina
- ✓ Taller Eléctrico Mina
- ✓ Taller Mecánico Planta
- ✓ Taller Eléctrico Planta

#### Nomenclatura y descripciones

Con la finalidad de codificar los Puestos de Trabajo, se ha definido la siguiente nomenclatura:

Tabla N° 4.4.

Elemento de la estructura	Estructura del código Puesto de Trabajo			
	Ámbito	Constante	Tipo	Área
<b>Código</b>	AA	-	AAA	A

## Valores Propuestos para los Puestos de Trabajo

Tabla N° 4.5

Campo	Tipo	Descripción	Valores propuestos
Ámbito	AA	Representa el tipo de Puesto de Trabajo	SI = Supervisor Interno SE = Supervisor Externo EI = Ejecutante Interno EE = Ejecutante Externo
Constante	-	Constante de separación	-
Tipo	AA	Representa la especialidad de cada puesto	MEC = Mecánico ELE = Eléctrico AYM = Ayudante Mecánico AYE = Ayudante Eléctrico SOL = Soldador LUB = Lubricador TOR = Tornero
Área	A	Representa el área para el cual se está realizando la actividad	M = Mina P = Planta

### Puestos de Trabajo Interno

Se crearán dos tipos de puestos de trabajo en el sistema:

#### Puesto de Trabajo Supervisor (Interno)

Tabla N° 4.6

Código	Descripción
SI_MECM	Supervisor Interno Mecánico Mina
SI_ELEM	Supervisor Interno Eléctrico Mina
SI_MECP	Supervisor Interno Mecánico Planta
SI_ELEP	Supervisor Interno Eléctrico Planta

#### Puesto de Trabajo Ejecutante (Interno)

Tabla N° 4.7

Código	Descripción
EI_MECP	Ejecutante Interno Mecánico Planta
EI_AYMP	Ejecutante Interno Ayudante Mecánico Planta
EI_SOLP	Ejecutante Interno Soldador Planta
EI_LUBP	Ejecutante Interno Lubricador Planta
EI_TORP	Ejecutante Interno Tomero Planta
EI_MECM	Ejecutante Interno Mecánico Mina
EI_AYMM	Ejecutante Interno Ayudante Mecánico Mina
EI_LUBM	Ejecutante Interno Lubricador Mina
EI_ELCM	Ejecutante Interno Eléctrico Mina
EI_AYEM	Ejecutante Interno Ayudante Eléctrico Mina
EI_ELEP	Ejecutante Interno Eléctrico Planta
EI_AYEP	Ejecutante Interno Ayudante Eléctrico Planta

### Puestos de Trabajo Externo

Se crearán dos tipos de puestos de trabajo en el sistema:

#### Puesto de Trabajo Supervisor (Terceros)

Tabla N° 4.8

Código	Descripción
SE_MECM	Supervisor Externo Mecánico Mina
SE_ELEM	Supervisor Externo Eléctrico Mina
SE_MECP	Supervisor Externo Mecánico Planta
SE_ELEP	Supervisor Externo Eléctrico Planta

#### Puesto de Trabajo Ejecutante (Terceros)

Tabla N° 4.9

Código	Descripción
EE_MECP	Ejecutante Externo Mecánico Planta
EE_ELEP	Ejecutante Externo Eléctrico Planta
EE_MECM	Ejecutante Externo Mecánico Mina
EE_ELEM	Ejecutante Externo Eléctrico Mina
EE_AYMP	Ejecutante Externo Ayudante Mecánico Planta
EE_AYMM	Ejecutante Externo Ayudante Mecánico Mina
EE_AYEP	Ejecutante Externo Ayudante Eléctrico Planta
EE_AYEM	Ejecutante Externo Ayudante Eléctrico Mina

#### **4.4.2 Datos Maestros**

Una de las tareas básicas del proceso de implementación del módulo de Mantenimiento PM, consiste en la generación de los datos maestros de las empresas de Fortuna Silver Mines Inc., para facilitar la gestión de escenarios empresariales pre configurados.

Los datos maestros son la fuente central de información de nuestra empresa. Al integrarlos se evita la redundancia de datos, duplicidad de información y diferencia de criterios en la creación de éstos datos maestros.

A través de los datos maestros del módulo de Mantenimiento PM, se estructuran los equipos, se definen catálogos de averías, síntomas, avisos, materiales y actividades necesarias, para llevar el control de los diferentes tipos de mantenimiento de nuestros equipos. A continuación se definen y detallan los datos maestros del módulo.

#### **Ubicaciones Técnicas**

La ubicación técnica es un dato maestro que se usa para representar un objeto que puede recibir algún tipo mantenimiento. Estos objetos pueden ser equipos, sub equipos, procesos, etc. Al conjunto de ubicaciones técnicas se le denomina jerarquía de ubicaciones técnicas. Algunos criterios para estructurarlos jerárquicamente están

en función del proceso al que pertenecen, las funciones que realizan o al espacio físico que ocupan.

Las Ubicaciones Técnicas se codifican a partir del Indicador de estructura (formato para codificar la ubicación técnica), que consta de 22 caracteres, dividido en niveles. El código de ubicación técnica puede contener caracteres, dígitos.

La ubicación como dato maestro pertenece a una Sociedad Financiera (ejemplo 1000 Minera Bateas S.A.C., 5000 Cía Minera Cuzcatlan S.A.), por lo tanto se ha definido un Indicador de estructura, aplicable también para la Sociedad 5000.

### Nomenclatura y descripciones

Tabla N° 4.10

Elemento de la estructura	Indicador de Estructura de Ubicación Técnica					
	Sociedad (2)	División (2)	Área (3)	Sección/ Proceso (3)	Zona/ Subproceso (4)	Flota (3)
Código	AA	AA	AAA	AAX	XXXX	XXX

A = Carácter alfabético

X = Carácter alfanumérico (dígito o letra)

Cada elemento de la estructura está separado por el carácter “ – ”.

Para codificar nuevas ubicaciones técnicas, el administrador de datos maestros, se rige bajo la estructura establecida en éste documento.

### Conceptos clave

Las ubicaciones técnicas están estructuradas por los siguientes conceptos:

- ✓ **Sociedad:** Unidad económica, legalmente constituida. Es el primer nivel de la estructura de ubicaciones técnicas. El código de Sociedad está constituida sólo por dos caracteres. Ejemplo MB (Minera Bateas), MC (Minera Cuzcatlán).
- ✓ **División:** Unidad económica activa que agrupa a toda la Unidad Minera. Representa al segundo nivel de la estructura de ubicaciones técnicas. El código de División está constituida sólo por dos caracteres. Ejemplo CA (Unidad Caylloma), SJ (Unidad San José).
- ✓ **Área:** Representa a un área de la empresa y es el tercer nivel de la estructura de ubicaciones técnicas. El código de Área, está constituida sólo por tres caracteres. Ejemplo Mina (MIN), Planta Concentradora (PLA), Administración (ADM).
- ✓ **Sección / Proceso:** Nivel de la estructura que agrupa objetos técnicos, en función del proceso productivo o la sección de trabajo. Representa al cuarto nivel de la estructura de ubicaciones técnicas. El código está constituido por dos caracteres y un alfanumérico. Ejemplo Molienda (MOL), Chancado (CHA), Flotación (FLO), Animas (ANI), Bateas (BAT), Soledad (SOL).
- ✓ **Zona/Subproceso:** Nivel de la estructura que agrupa objetos técnicos, en función del subproceso o zona de trabajo. Representa al quinto nivel de la estructura de ubicaciones técnicas. El código está constituido por cuatro caracteres alfanuméricos. Ejemplo Chancado Primario (CHAP), Flotación Plomo (FLOP), Nivel 9 (NV09).
- ✓ **Flota:** Nivel de la estructura que agrupa objetos técnicos en función de la flota de equipos que contiene. Representa al sexto y último nivel de la

estructura de ubicaciones técnicas. El código está constituido por tres caracteres alfanuméricos. Ejemplo en Chancado Primario se tiene Chancadoras (CHA), Fajas Transportadoras (FAJ), en Flotación Plomo se tiene Bancos de Flotación (BAN), Bombas (BOM).

### Valores Propuestos para Ubicación Técnica

Tabla N° 4.11

Campo	Tipo	Descripción	Valores propuestos
Sociedad	AA	Representa la Sociedad	MB = Minera Bateas S.A.C. MC = Cia. Minera Cuzcatlan S.A.
División	AA	Representa la División	CA = Unidad Operativa Caylloma SJ = Unidad Operativa San José
Área	AAA	Representa al área en la que se encuentran los equipos	MIN = Mina PLA = Planta ADM = Administración
Sección/ Proceso	AAX	Representa proceso o sección de trabajo	ANI = Animas BAT = Bateas SOL = Soledad SCA = Santa Catalina SCR = San Cristóbal REC = Recepción de mineral CHA = Chancado MOL = Molienda FLO = Flotación ESP = Espesamiento FIL = Filtrado REL = Relaves TAL = Talleres LAB = Laboratorio CAM = Campamento ZRE = Zona reservada EQM = Equipos móviles
Zona/ Subproceso	XXXX	Representa subproceso o zona de trabajo	MATE = Recepción de material PRIM = Primario SECU = Secundario TERC = Terciario REMO = Remolienda PLOM = Plomo ZINC = Zinc COBR = Cobre SDRE = Sala de reactivos DCAL = Dosificación de cal SDCO = Sala de compresoras SDSO = Sala de sopladores CANC = Cancha de relaves MECA = Mecánico ELEC = Eléctrico META = Metalúrgico QUIM = Químico CAMO = Campamento obreros CAME = Campamento empleados CAMC = Campamento contrata OFIA = Oficinas administrativas HOSP = Hospital ALMA = Almacén

## Ejemplos de códigos de Ubicaciones Técnicas

Tabla N° 4.12

Indicador de Estructura						Ubicación Técnica	
Sociedad	División	Área	Sección / Proceso	Zona / Subproceso	Flota	Código	Descripción
MB	CA	MIN	ANI	NV07	SCO	MB-CA-MIN-ANI-NV07-SCO	Scoops
MB	CA	MIN	ANI	NV07	BOM	MB-CA-MIN-ANI-NV07-BOM	Bombas
MB	CA	MIN	ANI	NV07	LOC	MB-CA-MIN-ANI-NV07-LOC	Locomotoras
MB	CA	PLA	REC	MATE	TOL	MB-CA-PLA-REC-MATE-TOL	Tolvas
MB	CA	PLA	CHA	PRIM	CHA	MB-CA-PLA-CHA-PRIM-CHA	Chancadoras
MB	CA	PLA	CHA	PRIM	ALP	MB-CA-PLA-CHA-PRIM-ALP	Alimentador de placas
MB	CA	PLA	CHA	PRIM	FAJ	MB-CA-PLA-CHA-PRIM-FAJ	Fajas transportadoras
MB	CA	PLA	MOL	SECU	MOL	MB-CA-PLA-MOL-SECU-MOL	Molinos
MB	CA	PLA	MOL	SECU	BOM	MB-CA-PLA-MOL-SECU-BOM	Bombas
MB	CA	PLA	MOL	REMO	DOR	MB-CA-PLA-MOL-REMO-DOR	Dosificador de reactivos
MB	CA	PLA	FLO	PLOM	BAN	MB-CA-PLA-FLO-PLOM-BAN	Banco de celdas
MB	CA	PLA	FLO	DCAL	TAN	MB-CA-PLA-FLO-DCAL-TAN	Tanques de agitación
MB	CA	ADM	CAM	CAMP	TRA	MB-CA-ADM-CAM-CAMP-TRA	Transformadores
MB	CA	ADM	CAM	CAMP	BOM	MB-CA-ADM-CAM-CAMP-BOM	Bombas
MB	CA	ADM	CAM	HOSP	COM	MB-CA-ADM-CAM-HOSP-COM	Compresoras

### Hojas de Ruta

Las hojas de ruta para mantenimiento describen una secuencia de operaciones de mantenimiento individuales, que se han de realizar repetidamente dentro de la empresa.

Existen tres clases de hoja de ruta para mantenimiento:

### **Hoja de Ruta para Equipo**

Las hojas de ruta para equipo tienen un enlace específico con un equipo. Mediante las hojas de ruta para equipos, se define y gestiona de forma centralizada las medidas de mantenimiento de los equipos. Las hojas de ruta para equipo ayudan también a preparar planes y órdenes de mantenimiento.

Dentro de un grupo de hojas de ruta, cada hoja de ruta para equipo se identifica por un contador de grupos de hojas de ruta. Esto le permite, por ejemplo, combinar en un grupo varias hojas de ruta para equipo. Dentro del grupo de hojas de ruta, el sistema asigna un número secuencial (el contador de grupos de hojas de ruta) a cada hoja de ruta individual para equipo.

### **Hoja de Ruta para Ubicación Técnica**

Una hoja de ruta para ubicación técnica se asigna a una ubicación técnica específica. Mediante una hoja de ruta de ubicación técnica, se define y gestiona de forma centralizada las medidas de mantenimiento de su ubicación técnica. Las hojas de ruta para ubicación técnica ayudan también a preparar planes y órdenes de mantenimiento para ubicaciones técnicas.

Dentro de un grupo de hojas de ruta, cada hoja de ruta para ubicación técnica se identifica por un contador de grupos de hojas de ruta. Esto le permite, por ejemplo, combinar varias hojas de ruta para ubicación técnica en un grupo. Dentro del grupo de hojas de ruta, el sistema asigna un número secuencial (el contador de grupos de hojas de ruta) a cada hoja de ruta para ubicación técnica individual.

### **Instrucción de Mantenimiento**

Las instrucciones de mantenimiento son hojas de ruta que se utilizan para realizar instrucciones de mantenimiento. No hacen referencia a ningún objeto técnico en concreto. Mediante las instrucciones de mantenimiento se define y gestiona secuencias de medidas de mantenimiento de forma centralizada y utilizarlas para la planificación de trabajo.

Las instrucciones de mantenimiento ayudarán a preparar planes y órdenes de mantenimiento. Además, se utiliza las instrucciones de mantenimiento para reducir el tiempo invertido para crear hojas de ruta para equipo.

Dentro de un grupo de hojas de ruta, podrá crear varias instrucciones de mantenimiento individuales. El sistema asigna automáticamente un número secuencial, el contador de grupos de hojas de ruta, a cada instrucción de mantenimiento. De este modo, se identifica claramente cada instrucción de mantenimiento dentro del grupo.

### **Equipos**

El equipo es un objeto físico e individual al cual se le da mantenimiento de forma independiente. Se puede montar en un sistema técnico. El equipo se gestiona en un registro maestro separado, pudiéndose obtener un historial de mantenimiento para cada uno de ellos. Los equipos se pueden montar en ubicaciones técnicas diferentes durante su vida útil.

A los equipos se le definen tareas de mantenimiento y materiales para cada tipo de tarea, pudiéndose anexar documentos tales como procedimientos de trabajo (incluyendo fotos, planos, croquis),

procedimientos de seguridad (riesgos de trabajo) y procedimientos para tratamiento de peligros ambientales.

Los equipos consignan información general, de ubicación, serie, información del proveedor. Se cuenta con la lista de componentes o partes del mismo. Además incluye una clasificación previamente configurada y creada para agrupar los equipos según características similares.

Se ha definido los siguientes tipos de equipos:

- M = Maquinas
- V = Vehículos
- P = Medios auxiliares de fabricación

La clasificación de los equipos según su criticidad será la siguiente:

- A = Detiene la producción
- B = Reduce la producción
- C = No tiene consecuencia en la producción

### Nomenclatura y descripciones

Tabla N° 4.13

Elemento de la estructura	Estructura de Código de Equipo		
	Flota (3)	Tipo (1)	Correlativo (3)
Código	AAA	A	NNN

A = Carácter alfabético

N = Carácter numérico

### Valores Propuestos

Tabla N° 4.14

Campo	Tipo	Descripción	Valores propuestos
Flota	AAA	Representa la flota de equipos	CHA = Chancadora MOL = Molino SCO = Scooptram BOM = Bomba CAR = Carro minero FIL = Filtro COM = Compresora LOC = Locomotora
Tipo	A	Representa el tipo de equipo	Q = Quijada B = Bolas D = Diesel H = Horizontal G = Gramby D = Discos E = Estacionaria B = Batería
Correlativo	NNN	Número secuencial de equipo	001 = Chancadora N° 1 002 = Chancadora N° 2 004 = Scooptram Diesel N° 4 003 = Bomba horizontal N° 3 006 = Celda de flotación N° 6 005 = Filtro de discos N° 5 003 = Compresora Estacionaria N° 3 004 = Locomotora a batería N° 4

Los valores de la estructura mencionados son solo algunos, la creación de códigos de equipos que no están contemplados en el cuadro anterior, se gestionara con el administrador de datos maestros.

### Ejemplos de códigos de equipo

Tabla N° 4.15

Estructura			Equipo	
Flota	Tipo	Correlativo	Código	Descripción
CHA	Q	001	CHAQ001	Chancadora N° 1
MOL	B	002	CHAB002	Chancadora N° 2

### Clases

Es el agrupamiento de objetos técnicos, que se organizan según criterio y características particulares, de tal forma que se les identifique

inequívocamente. El conjunto de las Clases de objetos técnicos forman el Dato Maestro de Clases.

A un Objeto Técnico, digamos un Molino, se le puede asignar más de una Clase; Ej. La clase Motor Eléctrico, al cual le asigno las características de marca, modelo, potencia, corriente y la clase Reductor de velocidad, con sus características velocidad de salida, ratio, tipo de lubricante, etc.

### Ejemplos de Clases

Tabla N° 4.16

Código	Valores propuestos
CHANCADORA	Chancadora
MOLINO	Molino
SCOOPTRAM	Scooptram
CARGADOR_FRONTAL	Cargador frontal
MOTOR_ELECTRICO	Motor eléctrico
REDUCTOR_VELOCIDAD	Reductor de velocidad

### Características

El Maestro de Características agrupa a todos los datos técnicos propios de los equipos, mediante los cuales se puede conocer el detalle técnico de las funcionalidades para las cuales ha sido diseñado el equipo. A cada Clase le puede corresponder una o más características.

Se disponen de 30 caracteres, los cuales comenzarán con el nombre de una Característica (Capacidad, Potencia) seguido del carácter “\_” y finalmente la abreviatura de la unidad que utiliza dicha característica:

### Ejemplos de Características

Tabla N° 4.17

Código	Valores propuestos
POTENCIA_HP	Potencia
VOLTAJE_V	Voltaje
CORRIENTE_A	Corriente
FRECUENCIA_HZ	Frecuencia

### **Puntos de Medición / Contadores**

Son objetos del módulo de Mantenimiento, que permiten registrar información que describe una condición del equipo (por ejemplo, la temperatura de la chumacera de un molino, la corriente de un motor eléctrico), es decir permiten registrar valores no acumulativos.

En Mantenimiento, los puntos de medida se usan en equipos o ubicaciones técnicas.

Los valores medidos se registran en determinadas unidades de medida y a intervalos específicos. Por ejemplo, la temperatura en grados centígrados de la chumacera del molino, o el amperaje de la corriente eléctrica de un motor eléctrico en Amperios. Esta información se registra y queda almacenada en documentos de medición

En muchos casos, puede darse un valor óptimo de un punto de medida determinado, en el que se calibra el dispositivo correspondiente. Este valor medido se especifica como un valor previsto de un punto de medida.

### **Contadores**

Es un objeto del módulo de Mantenimiento que se utiliza para representar el uso, el consumo o la reducción de la vida útil de un equipo (por ejemplo, el cuentakilómetros de un vehículo o el horómetro de un Scooptram).

En Mantenimiento, los puntos de medida se usan en equipos o ubicaciones técnicas.

Los contadores registran información en unidades de medida y tiempos determinados. Por ejemplo, valores de contador por horas trabajadas o viajes realizados.

Los contadores son acumuladores de valor; es decir, aumentan y disminuyen continuamente, pudiendo ser reinicializados en cualquier momento.

Los valores de contador pueden introducirse en el sistema de dos formas diferentes:

- Acumulado: Es el valor que se visualiza en contómetro del equipo (por ejemplo, 5463.6 hrs, 876.8 ton, etc.).
- Diario: Es la diferencia de los valores acumulados, entre el día actual y el día anterior, este valor se ingresa en el sistema (por ejemplo las 15 horas que trabajo en el día, 120 Km recorridos en un día).

### **Catálogos de Incidencia**

Cuando se genera un aviso (notificación de falla de un equipo), para una orden de mantenimiento esta se clasifica según los catálogos de avisos de mantenimiento, esta clasificación es importante en el análisis de la recurrencia de ordenes de mantenimiento, pudiendo detectar las fallas más

frecuentes, los componentes con mayor número de fallas, las actividades más frecuentes. En los catálogos se podrá especificar adecuadamente el tipo de componente, síntoma, causa, finalmente éstos quedan registrados en la orden.

Los encargados de finalizar las órdenes serán debidamente capacitados, para utilizar adecuadamente los catálogos y sobre todo concientizados de la importancia de la información que queda registrada en la orden de mantenimiento.

Se crean los catálogos de parte objeto, síntomas, causas, medidas y actividad, para cada clase de objeto (equipo, sub equipo), los cuales podrán ser modificados de manera automática al momento de generar la notificación por el supervisor responsable del trabajo; posteriormente la información podrá ser revisada y modificada por un solo responsable.

Se utilizarán los siguientes catálogos:

- ✓ **Parte objeto:** Se clasifica grupos de equipo y las partes que lo componen.

Estos últimos representan la parte del equipo que falló.

### ***Ejemplos de Parte Objeto***

Tabla N° 4.18

Grupo	Parte Objeto
Chancadora	Sistema Eléctrico
Chancadora	Sistema de transmisión
Chancadora	Sistema de lubricación
Chancadora	Estructura-Bastidor
Chancadora	Mecanismo
Molino	Sistema Eléctrico
Molino	Sistema de transmisión
Molino	Sistema de lubricación
Molino	Sistema de alimentación
Molino	Sistema de descarga

- ✓ **Síntoma de Avería:** Se clasifica las posibles fallas de las partes del equipo.

### Ejemplos de Síntomas de Avería

Tabla N° 4.19

Parte Objeto	Síntomas de Avería
Sistema de transmisión	Vibración excesiva
Sistema de transmisión	Ruido anormal
Sistema de transmisión	Olor a quemado
Sistema de transmisión	Obstrucción
Sistema de transmisión	Lubricante contaminado
Sistema de transmisión	Fuga de lubricante
Sistema de transmisión	Desalineamiento
Sistema de transmisión	Rotura de cadena
Sistema de transmisión	Piñón dañado
Sistema de transmisión	Sprocket dañado

- ✓ **Causa de Avería:** Se clasifica las posibles causas que provocaron la falla de una parte del equipo.

### Ejemplos de Causas de Avería

Tabla N° 4.20

Grupo	Causas de Avería
Sistema de eléctrico	Accionador open/close dañado
Sistema de eléctrico	Acoplamiento flojo o salto.
Sistema de eléctrico	Anillo colector deteriorado
Sistema de eléctrico	Arrancador deficiente
Sistema de eléctrico	Aspa del ventilador rota.
Sistema de eléctrico	Avería tarjeta electrónica
Sistema de eléctrico	Bajo nivel de electrolito
Sistema de eléctrico	Caída de tensión elevada
Sistema de eléctrico	Circuito abierto de tierra
Sistema de eléctrico	Conducto ventilación tapado

## **Expectativas**

- La centralización de datos maestros, permite gestionar la información de tal manera que se asegure la integridad de los mismos, evitando la duplicidad de criterios en su creación.
- Se contará con una organización adecuada de equipos, debido a que el módulo de Mantenimiento provee un esquema de datos maestros estructurados en ubicaciones técnicas, equipos y sub equipos.
- Disponer de información de movimientos y tiempos de uso de equipos, de acuerdo al montaje y desmontaje en un objeto técnico.
- Gestión de horas de mantenimiento de equipos, realizados por terceros.
- Contar con un maestro de códigos de fallas, causas, que permiten obtener reportes estadísticos, a fin de identificar problemas recurrentes y eliminarlos.

### **4.4.3 Mantenimiento Correctivo**

En este documento definiremos los procesos relacionados al Mantenimiento Correctivo; el objetivo principal es minimizar tiempos de reparación de equipo, costos de mantenimiento, conocer el detalle de las fallas y sus causas. El módulo de Mantenimiento, nos permitirá tener un mejor control de inventario (repuestos emitidos y

controlados por órdenes de mantenimiento). Los procesos actuales son la base para modelar los procesos mejorados en SAP.

Esta herramienta nos ayudara con el registro de todos los mantenimientos emitidos, generando reportes que nos ayuden a tomar mejores decisiones para nuestros procesos.

## **Proceso AS-IS**

### **Mantenimiento Correctivo en Bateas**

El mantenimiento correctivo está basado en fallas inesperadas, las cuales deben ser atendidas de manera inmediata o ser programadas, si la falla a causado la parada del equipo, a este escenario se le llama Mantenimiento Correctivo Emergente, y si estas fallas no causan la parada del equipo, pero si necesitan ser programadas para mantenimiento, a este escenario se le llama Mantenimiento Correctivo Programado.

Para las ordenes de Mantenimiento Correctivo Emergente, no se tiene conocimiento de las fallas, de las causas y se tiene una urgencia de darle solución, esta orden de trabajo no tiene información alguna de planeamiento (tareas, repuestos, mano de obra), simplemente se inspecciona el equipo y se da solución en el momento, según las causas encontradas.

Las órdenes de Mantenimiento Correctivo Programado contienen información de las tareas a realizar, repuestos y mano de obra estimada, así como también la fecha y hora de programación.

En caso alguna orden de trabajo requiera el servicio de terceros, se genera la solicitud de pedido correspondiente. Se coordina con el área logística la estadía en la mina, del personal de la contrata, quienes realizarán el trabajo de mantenimiento.

Luego de la reparación, el supervisor registra información de tareas, mano de obra, repuestos y el tiempo de mantenimiento del equipo en un formato, llamado orden de trabajo, esta orden esta en blanco si el mantenimiento realizado fue un Mantenimiento Emergente, en caso contrario, la información será completada sobre la orden de trabajo creada previamente. Finalmente la información de reparación del equipo es entregado al área de Planeamiento, para archivarlo en el historial del equipo.

### **Tipo de Órdenes Correctivas**

Las órdenes correctivas se clasificaran en los siguientes tipos:

- Mantenimiento Correctivo Emergente
- Mantenimiento Correctivo Programado

### **Criterio de clasificación de Órdenes Correctivas**

El mantenimiento correctivo emergente está asociado a una falla imprevista del equipo (equipo deja de operar). Las causas pueden ser las siguientes:

- ✓ Operacionales: mala operación, atoro, etc.
- ✓ Mantenimiento: desgaste, rotura, etc.
- ✓ Otros: incendio, explosión, accidente, etc.

El mantenimiento programado es una variante del mantenimiento correctivo emergente; la diferencia radica en que para el primer caso, el equipo no deja de operar. De ésta manera se puede programar la reparación del equipo en una fecha coordinada con el área productiva.

Para el caso de trabajos de mejora, tanto en la mina como en la planta concentradora (construcción de escaleras, barandas, etc.), montaje de equipos, se generan órdenes de trabajo del tipo infraestructura.

## **Descripción de Procesos en SAP**

### **Gestión de Avisos PM**

Los avisos son notificaciones en caso de producirse averías. Estos avisos pueden describir la condición técnica del equipo, solicitar el mantenimiento de un equipo y documentar el trabajo realizado.

Se crearán los siguientes tipos de Avisos PM:

#### **P1 Aviso de Avería**

Este aviso estará asociado a la orden de mantenimiento de emergencia.

Se podrá crear automáticamente al crear la orden de emergencia.

Permite registrar catálogos de fallas, así como los tiempos de parada del objeto técnico (equipo y/o ubicaciones técnicas) que contenga.



Fig. 4.4. Aviso de Avería

### **P2 Aviso de Solicitud de Mantenimiento**

Esta clase de aviso permite que diferentes áreas usuarias (además de mantenimiento), soliciten medidas de mantenimiento a objetos técnicos. Estas ubicaciones o equipos no necesariamente pueden hacer referencia a maquinaria sino también a ubicaciones de áreas administrativas (campamentos, planta, sistemas de aire, sistemas de agua, etc.).

Los avisos de solicitud de mantenimiento registran los tiempos de parada de equipo, así como también permiten el registro de catálogos.

Esta clase de aviso permite la creación de órdenes de mantenimiento programado y de infraestructura:

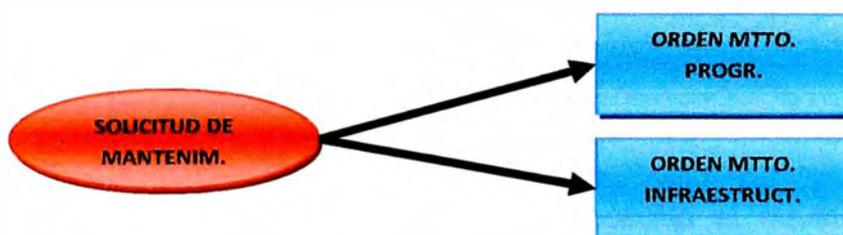


Fig. 4.5. Aviso de Solicitud de Mantenimiento

### **P3 Aviso de Solicitud de Mejoramiento**

Esta clase de aviso permite que diferentes áreas usuarias (además de mantenimiento) soliciten medidas de mejora de objetos técnicos. En caso

proceda un aviso de mejoramiento se crearán ordenes que permitan planificar los costos, así como liquidarlos como gastos de inversión u operativos.

Los Avisos de solicitud de mejoramiento no registrarán tiempos de parada ni catálogos.



Fig. 4.6. Aviso de Solicitud de Mejoramiento

### Gestión de Ordenes PM

Se crearán los siguientes tipos de Órdenes de Mantenimiento Correctivo:

- ✓ Correctivos de Emergencia
- ✓ *Mantenimiento Programado*
- ✓ Mantenimiento de Infraestructuras
- ✓ Orden de Renovación

### Mantenimiento Correctivo de Emergencia

Este tipo de mantenimiento se origina cuando el equipo falla en forma *imprevista* y deja de operar. En éste escenario de mantenimiento, los pasos a seguir son:

- Crear orden de mantenimiento de emergencia.

- Generar aviso de mantenimiento asociado a la orden.
- Liberar la orden, para generar reservas de materiales en almacén y/o solicitud de servicio.
- Retirar materiales de almacén.
- Aceptación de servicios.
- Notificar horas de ejecución y supervisión con puestos de trabajo.
- Actualizar catálogos de fallas y hora de mantenimiento del equipo en el aviso.
- Cerrar la orden de mantenimiento.
- Liquidar orden de mantenimiento. Los costos de la orden son transferidos según su norma de liquidación a un centro de costo o elemento PEP.

### **Mantenimiento Correctivo Programado**

El inicio del proceso de Mantenimiento Correctivo Programado está ligado a la aparición de un aviso de mantenimiento. Este aviso puede provenir de cualquiera de las áreas de Bateas, especialmente de Mantenimiento y Operaciones, quienes detectan fallas, síntomas de fallas o eventos anómalos en la operación de sistemas, equipos o vehículos.

De acuerdo a actividades de inspección y comprobación, el curso de un aviso PM puede seguir dos opciones:

- Que proceda, generándose una orden de mantenimiento.
- Que NO proceda y cerrándose el aviso.

En ambos casos será necesario notificar el aviso con las actividades de inspección realizadas.

Cuando se comprueba y acepta un aviso, se crea una orden de mantenimiento. Por criterios de prioridad, disponibilidad de recursos y planificación, el responsable de la orden, asignará recursos, materiales, programará fechas, definirá tiempos y preparará la documentación necesaria para la ejecución del mantenimiento.

Las órdenes de mantenimiento planificarán costos en base a los recursos asignados:

- Materiales: según la cantidad de materiales valorados desde el almacén.
- Mano de obra: según la cantidad de horas hombre tarifadas de los puestos de trabajo.
- Servicios: según la cantidad y el valor plan estimado de los servicios solicitados.

La orden de mantenimiento utiliza como información inicial, la registrada en el aviso, la cual es susceptible a cambios y mejoras por parte del responsable del mantenimiento del equipo.

La orden de mantenimiento es generada por el supervisor o jefe, quien posteriormente entregará la orden a los encargados de la ejecución del mantenimiento.

De acuerdo a la información detallada en la orden de mantenimiento se retirarán los materiales de almacén y se realizará el servicio de

mantenimiento correctivo, ya sea con recursos propios de Bateas o contratado por el área de Logística; de ser necesario materiales o servicios adicionales estos se retirarán de almacén o deberán contratarse por Logística; su costo será asignado a la orden de mantenimiento.

A la orden de mantenimiento se cargarán costos reales conforme se confirmen las cantidades de recursos efectivamente utilizados:

- Materiales = Retiro de materiales desde almacén.
- Servicios = Aceptación del servicio.

### **Mantenimiento de Infraestructura**

Para los mantenimientos de la Infraestructura se tendrá un tipo de orden especial, el cual controlará trabajos como limpieza, construcción, desmontaje, montaje, mejoras, pintado, etc.

Esta tipo de orden se gestiona a manera de una orden Correctiva programada o también podrá gestionarse mediante planificación de trabajos (BBP Mantenimiento Preventivo).

Estas órdenes se registran en la mayoría de casos, para ubicaciones técnicas del nivel de proceso o para niveles superiores a este.

### **Principales estatus dentro de una Orden PM**

- ✓ **Abierta.**- Este status identifica a las órdenes que han sido creadas pero que todavía no han sido aprobadas para su ejecución.

- ✓ **Liberación.-** La liberación de la orden de mantenimiento autoriza la ejecución de las actividades, así como la gestión de abastecimiento de los materiales o servicios. En el caso de materiales además de generar solicitudes de pedido, activa reservas para solicitar los componentes a almacén. Sobre los servicios la liberación genera solicitudes de pedido automáticas.
- ✓ **Cierre técnico.-** En este punto, el supervisor o jefe procede al cierre de la orden de trabajo, sin embargo, encontrándose en este estado podrán ser realizadas imputaciones adicionales de facturaciones, materiales y mano de obra que se reportaron posteriormente al cierre técnico de la Orden.
- ✓ **Liquidación.-** Es la acción en la que los costos asignados a la orden de trabajo (materiales, mano de obra, servicios, etc.) son imputados a los centros de costos previamente cargados a la orden de trabajo.
- ✓ **Cierre comercial.-** Es el cierre definitivo de la orden de trabajo.

A través de la definición de status, se espera poder obtener rápidamente reportes con clasificación según estado: las órdenes de trabajo aprobadas, pendientes de aprobación, aprobadas pero no en ejecución, aquellas que están en curso, terminadas o cerradas, etc.

## **Expectativas**

- Minimizar los tiempos de parada de equipo, costos de mantenimiento y pérdidas de producción por fallas del equipo.
- Mejorar la gestión integral del mantenimiento al identificar y conocer el detalle de las fallas y sus causales, actividades realizadas, costos incurridos y pendientes por realizar, los cuales realimentarán y optimizarán el planeamiento del mantenimiento
- Maximizar la disponibilidad mecánica de los equipos
- Disminuir el número de fallas y atención de los equipos.
- Reducir inventarios por repuestos y materiales de las bodegas de mantenimiento

### **Mantenimiento Preventivo – Predictivo**

Asegurar una óptima disponibilidad de los objetos a largo plazo es una parte importante del Mantenimiento. El mantenimiento preventivo y predictivo se usa para evitar paradas del sistema o la parada de otros objetos, que, además de los costes de reparación, a menudo provocan costes posteriores más elevados debido a la parada en la operación.

Además de los aspectos internos de la empresa, para el mantenimiento preventivo, también se deberían considerar los factores externos. Las cada vez más numerosas condiciones impuestas por los organismos legislativos exigen unos requisitos muy estrictos en la supervisión planificada y el mantenimiento de objetos. Los requisitos externos pueden ser Recomendaciones del fabricante, Requisitos legales y Requisitos del entorno (ambiente).

Otro motivo para el mantenimiento preventivo y predictivo es la necesidad de gestión de calidad, ya que, por ejemplo, la calidad del producto se ve afectada substancialmente por el estado operativo del centro de operaciones

## **Proceso AS IS**

### **Mantenimiento preventivo en Bateas**

Es la actividad por la cual se realizan trabajos periódicos y repetitivos, los cuales son programados tanto para equipos de mina como de planta, en función a la operación del equipo controlada por un contador (horómetros, toneladas procesadas, etc.) o en forma calendaria (diario, semanal, mensual, etc.), con la finalidad de mantener el equipo en condiciones óptimas, evitar incrementos de costos y paradas imprevistas.

La programación de mantenimiento preventivo puede realizarse de semanal o mensual, los factores que determinan ello son:

- Semanal son mayormente cuando:
  - Equipos que no trabajan las 24 horas al día.
  - Sus intervalos del contador son alcanzados al menos dos veces en un mes.
  - Son equipos móviles.
  - Equipos que trabajan en el ciclos de :
    - Preparación.

- Explotación.
- Mensual son mayormente cuando:
  - Equipos que trabajan 24 horas al día.
  - Sus intervalos del contador son alcanzados siempre una vez al mes.
  - Son equipos estacionarios.
  - Sus contadores son días trabajos.
  - Equipos que trabajan en los ciclos de:
    - Concentración.
    - Fundición y Refinerías.
    - Generación de Energía.

Tanto para equipos de mina y planta concentradora, la programación de equipos se realiza manera semanal y mensual.

Para el caso de planta concentradora la mayor carga de equipos se realiza de manera mensual, debido a que mensualmente hay una parada de planta (un día), en la cual la planta concentradora deja de procesar, con la finalidad para que el personal de mantenimiento realice las actividades programadas de mantenimiento, indicar que operaciones deben de dejar los equipos en condiciones para realizar el trabajo planificado (equipos limpios).

Los equipos que tienen stand by o que su parada programada no afecte la producción, su mantenimiento preventivo, puede realizarse en fecha diferente a la parada de planta.

El área de planeamiento de mantenimiento, conjuntamente con los jefes de mantenimiento de planta, en base a contadores, elabora el programa de mantenimiento para la parada planta, el cual es enviado a la Superintendencia de Mantenimiento para su revisión y aprobación, luego del cual, la superintendencia de mantenimiento envía el programa a la superintendencia de planta, para su revisión o quizás sea el caso adicionar actividades que no están indicadas en el programa, luego de la aprobación de la superintendencia de planta, el programa de mantenimiento se hace oficial.

Debido a que se debe de aprovechar al máximo el tiempo de parada de planta, generalmente se cuenta con el apoyo de mano de obra externa, para poder cumplir las actividades programadas al 100%.

Para los trabajos de terceros se realiza la solicitud de pedido, y se coordina el viaje a la mina con el área de logística, todo ello con anticipación para evitar contratiempos, y poder cumplir con las actividades programadas.

Finalizado los trabajos de mantenimiento preventivo, se elabora un informe, donde se indica los trabajos realizados, y de los trabajos no realizados se indica la razón por la cual no se realizó o no se cumplió en su totalidad.

En lo referente a los equipos cuya programación es semanal, los días domingo se emite el programa y se hace de conocimiento de operaciones, para en coordinación con ellos, ejecutar las actividades programadas.

Para equipos de mina, para algunos equipos se realiza de manera semanal y otro mensual, según el criterio descrito líneas arriba.

De igual manera que para equipos de planta, se elabora el programa de mantenimiento, se hace de conocimiento y aprobación de operaciones mina, se hace oficial el programa y se realizan las actividades programadas.

### **Mantenimiento predictivo en Bateas**

Este tipo de mantenimiento está basado en tendencias predictivas de acuerdo a muestras tomadas periódicamente. Los tipos de tomas pueden ser de vibración, temperatura, análisis de aceite; estos parámetros se miden periódicamente con cuyos valores se tabulan y estadísticamente se proyectan para predecir una fecha de alcance de un parámetro máximo permisible para el funcionamiento óptimo de un equipo.

Para la toma de medidas se debe crear una ruta predictiva, con un formato que indica que puntos hay que tomar medidas, luego este formato debe pasar a planeamiento para su respectivo análisis predictivo. Según la evaluación del análisis se planifica o no un mantenimiento.

Actualmente en Bateas, se realiza el mantenimiento predictivo con mano de obra interna y externa.

Para equipos de planta concentradora con personal propio se realizan tomas de medidas de forma periódica de corriente, voltaje de motores

eléctricos, temperatura de rodajes de motor eléctrico, temperatura de rodamientos de arboles de celdas, para el análisis vibraciones, se realiza con personal externo debido a no que no se cuenta con instrumentos necesarios para dichas pruebas (estas pruebas se realiza en cada parada de planta).

Para el monitoreo de parámetros con personal interno, se entrega el formato de rutas de predictivo al personal ejecutante, el cual realiza la toma de parámetros según la ruta indicada, luego de ello, se entrega dicha información a planeamiento de mantenimiento para su registro correspondiente y analizar los valores tomados con respecto a los límites permisibles, en caso los valores estén cercanos al límite permisible, se programa un mantenimiento correctivo programado, y en caso el valor tomado haya pasado el valor limite permisible, se coordina con operaciones para intervenir el equipo de manera inmediata.

En lo referente a equipos de mina, se realiza la toma de muestras de aceite los cuales son enviados a la empresa Isopetrol, para su análisis respectivo, luego del cual Isopetrol envía el informe de resultados respectivo, en donde indica el estado del aceite y las acciones tanto preventivas como correctivas a tomar.

También en equipos de mina se realiza el análisis vibracional con personal externo, esta prueba generalmente se realiza a los ventiladores axiales.

## Descripción de procesos en SAP

### Datos maestros

### Puntos de medida

Tienen como finalidad registrar valores que miden o monitorean el desempeño de un objeto técnico. De acuerdo a estos valores se pueden aplicar medidas de mantenimiento preventivo, predictivo e inclusive correctivo.

En SAP para registrar el valor de las condiciones sobre un equipo se utilizan Puntos de medida. Al valor registrado en SAP se le denomina Documento de medición.

Permite realizar mantenimiento basado en condiciones medibles.

- ✓ Mantenimiento Predictivo.
- ✓ No acumulativo.
- ✓ Mide condiciones.

Ejemplo:

- ✓ Vibración.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Presión.

Al medir condiciones, debe establecerse rangos dentro de los cuales este permitido el funcionamiento de un Equipo o Ubicación Técnica.

Ejemplo: temperatura.

### **Contadores**

Los contadores permiten registrar valores acumulables que miden el desempeño de un equipo. En SAP a los valores registrados sobre un contador se le denomina Documento de medición.

Permiten realizar mantenimiento basado en contadores.

- ✓ Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Acumulativo.
- ✓ Mide desempeño / actividad.

Ejemplo:

- ✓ Horas operadas.
- ✓ Botellas producidas.
- ✓ Km recorridos.

Al medir actividad acumulada, debe establecerse puntos en los que se debe realizar el mantenimiento de un Equipo o Ubicación Técnica.

Ejemplo: unidades producidas.

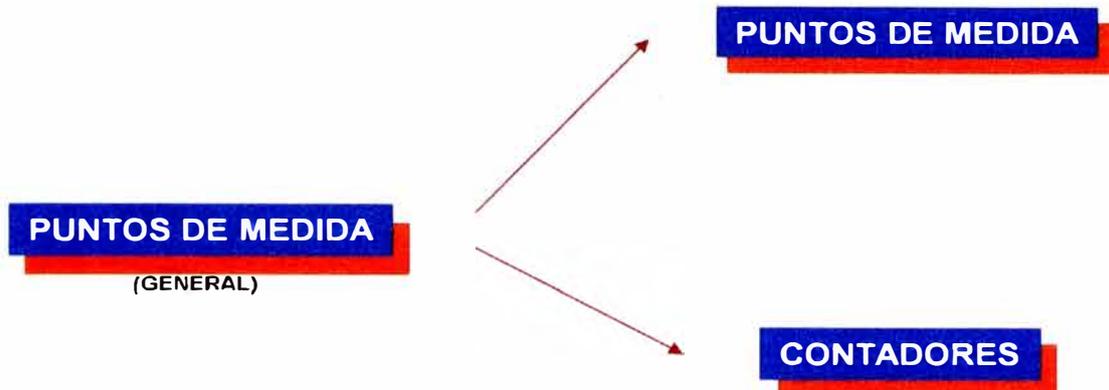


Fig. 4.7. Contadores

### Estrategias

Es una colección de periodicidades con las que se va a trabajar en un Plan de Mantenimiento.

Es un agrupador de frecuencias o ciclos en los que se realizará alguna clase de mantenimiento, ya sea de tipo preventivo/predictivo o rutinario.

*Al requerir un mantenimiento regular, las diferentes tareas son realizadas en diferentes intervalos de tiempo.*

Ejemplo: Cada 6000 horas

Cada 30 días

Al requerir un mantenimiento regular, las diferentes tareas son realizadas **con** diferentes ciclos (unidades de frecuencia) de contadores.

Ejemplo: Cada 1000 unidades.

Usted puede asignar estrategias de mantenimiento a las Hojas de Ruta.

Ejemplos de estrategias:

- ✓ Horas.
- ✓ Días.
- ✓ Días en semana (Todos los domingos).
- ✓ Días en mes (Todos los días 15).
- ✓ Unidades producidas.

La estrategia está formada por paquetes de frecuencias. A continuación un ejemplo de equivalencias:

Tabla N° 4.21

EQUIVALENCIA DE FRECUENCIAS				
HORAS TRABAJADAS	DIAS	SEMANAS	MESES	AÑO
8H				
16H				
24H	1D			
	3D			
150H	7D	1S		
300H	14D	2S		
600H		4S	1M	
900H		6S		
1200H		8S	2M	
1800H		12S	3M	
2400H		16S	4M	
3600H		26S	6M	
7200H		52S	12M	1A

Para Bateas se crearán las siguientes estrategias con sus respectivas frecuencias

Tabla N° 4.22

CODIGO	DESCRIPCION	CICLO (PAQUETE)		FRECUENCIA					
		ABREV.	DESCRIPCION	A	B	C	D	E	F
MSCO01	Estrategia N° 1 para scooptram	HH	Horas	125	250	500	1000		
MJUM01	Estrategia N° 1 para jumbo	HH	Horas	125	250	500	1000		
PEOS01	Estrategia N° 1 para equipos de superficie	HH	Horas	250	500	1000	1500	2000	
PEQS02	Estrategia N° 2 para equipos de superficie	HH	Horas	250	500	1000	2000		
MCOE01	Estrategia N° 1 para compresoras estacionarias	HH	Horas	1000	8000	15000	19000	30000	45000
MLOC01	Estrategia N° 1 para locomotoras	HH	Horas	100	400	1200			
MVEA01	Estrategia N° 1 para ventiladores axiales	MM	Meses	1	3	12			
MGRE01	Estrategia N° 1 para grupos electrogenos	HH	Horas	500	1000	2000			
PCHA01	Estrategia N° 1 para chancadoras	MM	Meses	1	3	6	12		
PCHA02	Estrategia N° 2 para chancadoras	MM	Meses	1	6	12			
PGRIO1	Estrategia N° 1 para grizly	MM	Meses	3	6	12			
PFAJ01	Estrategia N° 1 para faja transportadora	MM	Meses	1	6	24	48		
PMOL01	Estrategia N° 1 para molino	MM	Meses	1	3	6	12		
PBOH01	Estrategia N° 1 para bomba horizontal	HH	Horas	600	900	1800			
PBOH02	Estrategia N° 2 para bomba horizontal	HH	Horas	400	800				
PBOH03	Estrategia N° 3 para bomba horizontal	HH	Horas	350	700				
PBOH04	Estrategia N° 4 para bomba horizontal	MM	Meses	3	6	12			
PBOH05	Estrategia N° 5 para bomba horizontal	HH	Horas	2300	4600	9200			
PBOH06	Estrategia N° 6 para bomba horizontal	HH	Horas	1200	2400	4800			
PHID01	Estrategia N° 1 para hidrociclón	MM	Meses	3	6	12			
PCELF01	Estrategia N° 1 para celda de flotación	MM	Meses	2	6	12			
PACO01	Estrategia N° 1 para acondicionador	MM	Meses	3	6	12			
PSOP01	Estrategia N° 1 para soplador axial	MM	Meses	3	6	12			
PTQA01	Estrategia N° 1 para tanques agitadores	MM	Meses	2	6	12			
PESP01	Estrategia N° 1 para espesador	MM	Meses	3	6	12			
PFIL01	Estrategia N° 1 para filtro	MM	Meses	3	6	12			

## Hojas de ruta

El inicio del proceso de mantenimiento preventivo en PM se da con la definición de Hojas de Ruta. Una Hoja de Ruta describe los pasos de un proceso que se llevarán a cabo con la finalidad de completar una actividad de Mantenimiento Preventivo o Predictivo.

Una Hoja de ruta genérica contiene la siguiente información:

Tabla N° 4.23.

CODIGO	DESCRIPCION	CICLO (PAQUETE)		FRECUENCIA					
		ABREV.	DESCRIPCION	A	B	C	D	E	F
MSCO01	Estrategia N°1 para scooptram	HH	Horas	125	250	500	1000		
MJUM01	Estrategia N°1 para jumbo	HH	Horas	125	250	500	1000		
PEQS01	Estrategia N°1 para equipos de superficie	HH	Horas	250	500	1000	1500	2000	
PEQS02	Estrategia N°2 para equipos de superficie	HH	Horas	250	500	1000	2000		
MCOE01	Estrategia N°1 para compresoras estacionarias	HH	Horas	1000	8000	15000	19000	30000	45000
MLOC01	Estrategia N°1 para locomotoras	HH	Horas	100	400	1200			
MVEA01	Estrategia N°1 para ventiladores axiales	MM	Meses	1	3	12			
MGRE01	Estrategia N°1 para grupos electrogenos	HH	Horas	500	1000	2000			
PCHA01	Estrategia N°1 para chancadoras	MM	Meses	1	3	6	12		
PCHA02	Estrategia N°2 para chancadoras	MM	Meses	1	6	12			
PGRI01	Estrategia N°1 para grizly	MM	Meses	3	6	12			
PFAJ01	Estrategia N°1 para feja transportadora	MM	Meses	1	6	24	48		
PMOL01	Estrategia N°1 para molino	MM	Meses	1	3	6	12		
PBOH01	Estrategia N°1 para bomba horizontal	HH	Horas	600	900	1800			
PBOH02	Estrategia N°2 para bomba horizontal	HH	Horas	400	800				
PBOH03	Estrategia N°3 para bomba horizontal	HH	Horas	350	700				
PBOH04	Estrategia N°4 para bomba horizontal	MM	Meses	3	6	12			
PBOH05	Estrategia N°5 para bomba horizontal	HH	Horas	2300	4600	9200			
PBOH06	Estrategia N°6 para bomba horizontal	HH	Horas	1200	2400	4800			
PHID01	Estrategia N°1 para hidrociclón	MM	Meses	3	6	12			
PCELF01	Estrategia N°1 para celda de flotación	MM	Meses	2	6	12			
PACQ01	Estrategia N°1 para acondicionador	MM	Meses	3	6	12			
PSOP01	Estrategia N°1 para soplador axial	MM	Meses	3	6	12			
PTQA01	Estrategia N°1 para tanques agitadores	MM	Meses	2	6	12			
PESP01	Estrategia N°1 para espesador	MM	Meses	3	6	12			
PFIL01	Estrategia N°1 para filtro	MM	Meses	3	6	12			

- ✓ Descripción de los pasos del proceso que se ejecutará.
- ✓ Recursos: materiales necesarios para realizar una operación
- ✓ Mano de Obra: se identificará el puesto de trabajo requerido para realizar cada una de las actividades de mantenimiento.

En SAP, existe el campo Tipos de Hojas de Ruta, dentro de la cual existen tres tipos para PM:

- ✓ Hoja de Ruta para Ubicaciones Técnicas.
- ✓ Hoja de Ruta para Equipos.
- ✓ Hoja de Ruta tipo Instrucciones de Mantenimiento.

En la mayoría de los casos, se crearán Hojas de Ruta del tipo 3 (Instrucciones de Mantenimiento).

Se crearán Hojas de Ruta para Equipos y Ubicaciones Técnicas, en la medida que se tengan Equipos o Ubicaciones Técnicas con características muy particulares.

Se crean Hojas de Ruta a nivel de Instrucciones de Mantenimiento y se realizan los vínculos a las Ubicaciones Técnicas y a los Equipos a través de los Planes de Mantenimiento. De esta manera, si modificamos esta Hoja de Ruta Tipo instrucción, se actualizarán los cambios en las consecuentes OT's a través de los Planes de Mantenimiento creados.

Se tendrán las siguientes consideraciones al momento de codificar los Grupos de Hojas de Ruta y las Hojas de Ruta:

#### GRUPOS DE HOJAS DE RUTA (8 CHAR)

##### a) Grupo de equipos (3 CHAR)

Tabla N° 4.24

EQUIPO	DESCRIPCION
SC1	Scooptram 1
SC2	Scooptram 2
CH1	Chancadora 12x24
CH2	Chancadora 24x36
CH3	Chancadora H2800
MO1	Molino de bolas 1
MO2	Molino de bolas 2
MO3	Molino de bolas 3
BO1	Bomba horizontal 1

Para codificar las Hojas de Ruta dentro de un Grupo HR se dispone de dos caracteres alfanuméricos (A0, A1, A2... Z8, Z9 ó 00,01...99).

El texto que describe la Hoja de Ruta se compone de 40 caracteres y se recomienda que contenga información que identifique:

- ✓ Clase de Inspección.
- ✓ Estrategia.
- ✓ Paquetes.
- ✓ Grupo de equipos.

### **Planes de mantenimiento**

Los planes de mantenimiento son un conjunto de datos relacionados en un documento, que indica a que Equipo o Ubicación Técnica, con que Hoja de Ruta, y con qué parámetros de programación el sistema gestionará la planificación de mantenimiento. Los planes de mantenimiento serán gestionados por estrategias (periodicidades) o eventos (contadores).

Los planes de mantenimiento permiten programar el mantenimiento a uno o varios equipos en un único ciclo (Ej.: cada 3 meses) en el caso de Planes de Ciclo Individual. También se puede programar a uno o más equipos en diferentes ciclos (Ej.: cada 3, 6, y 12 meses) en el caso de Planes de Mantenimiento de Estrategia.

Si existen varios ciclos en un Plan, significa que la estrategia de mantenimiento que utiliza contiene varios paquetes.

Se utilizan cuatro Tipos de Planes de Mantenimiento:

- ✓ **Plan de Ciclo Simple**

Este Plan es usado para los Planes de Mantenimiento Predictivo, Overhaul y para aquellos preventivos cuyos equipos requieran una sola frecuencia de intervención.

✓ **Plan Estrategia**

Este Plan es usado para los Planes de Mantenimiento Preventivo de múltiples frecuencias. Este Plan está asociado a una Estrategia de Mantenimiento que son las frecuencias a las cuales se ejecutarán las Hojas de Ruta.

✓ **Plan Múltiple**

Este Plan se usará para los casos especiales que necesitemos generar una o varias órdenes cuando se alcancen los valores configurados de uno y/o todos los contadores considerados. Por ejemplo: Que genere una orden de mantenimiento preventivo para el Jumbo # 01, si se alcanza 125hr de operación o transcurra un mes desde su último mantenimiento.

✓ **Plan Tipo Aviso**

Mediante el cual el sistema genera avisos de mantenimiento cuando el componente ha alcanzado las horas de operación configuradas. Por ejemplo: Plan Aviso Cambio Motor 10000087 que genera un aviso cada 10,000 horas, indicando que este motor debe ser reparado y reemplazado.

Los Planes de Mantenimiento generarán las siguientes Clases de Orden:

✓ Preventivo

PREV

- |                         |      |
|-------------------------|------|
| ✓ Predictivo            | PRED |
| ✓ Correctivo Programado | CPRO |
| ✓ Proyecto              | PROY |

### **Escenarios**

Tipos de Ordenes:

- ✓ Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Mantenimiento Predictivo.
- ✓ Orden de Proyecto.

#### **Mantenimiento preventivo (basado en contadores)**

Los contadores pueden ser horas, días, semanas, toneladas producidas. Cada cierta cantidad de conteo, SAP generará una orden de mantenimiento para el mantenimiento preventivo de los equipos. Durante la ejecución de estas tareas también podrán encontrarse fallas y realizarse correctivos.

Para el caso de las maquinas, requeriremos una medida que nos indique el tiempo trabajado del equipo o el tiempo que ha producido el proceso, por lo que en la mayor parte de nuestros mantenimientos preventivos usaremos los horómetros, que nos indicara las horas trabajadas del equipo o el acumulado de horas de producción del proceso.

#### **Mantenimiento Predictivo (basado en condiciones)**

La condición de maquinas y estructuras será monitoreada frecuentemente para hacer un seguimiento de su estado y poder intervenir antes de producirse una falla.

Para las maquinas y equipos, se medirá condiciones diferentes para cada clase de equipos, como por ejemplo temperatura, vibración, estado de rodamiento. Estas mediciones podrán ser medidas con instrumentos portátiles o de manera manual, y luego, registrar los valores en los documentos de medida del SAP para cada equipo.

### **Orden de proyecto**

Este tipo de Órdenes serán generadas para todas aquellas reparaciones que involucren un costo elevado como Overhauls y reparaciones mayores de equipo.

La particularidad de este tipo de orden es que liquidara su costo a un elemento PEP, el cual debe estar creado previamente y ser parte de una estructura de proyecto en el modulo PS. Las actividades que incurran en costos reales para la orden (Notificación de MOI, aceptación de hoja de entrada de servicios y salidas de mercadería) deberán reflejarse automáticamente en el comprometido del costo real del elemento PEP.

Se está considerando que este tipo de orden podrá ser planificada, por lo cual para el propósito de esto, se gestionara bajo la funcionalidad del mantenimiento preventivo.

### **Clases de actividad**

El sistema informativo de mantenimiento utiliza las clases de actividad de mantenimiento como elemento de agrupación para las órdenes de mantenimiento.

La clase de actividad de mantenimiento se almacena en la cabecera de cada orden de mantenimiento, estas pueden registrarse desde la creación del plan.

Mediante las clases de actividad de mantenimiento el sistema informativo de mantenimiento puede ejecutar evaluaciones de costes.

Para Bateas se han definido las siguientes clases de Actividad:

Tabla N° 4.25

ITEM	TIPO DE MANTENIMIENTO	CLASE DE ACTIVIDAD
1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PREVENTIVO
		LUBRICACION
2	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MEDICION
		ANALISIS DE ACEITE
		RAYOS X
		TERMOGRAFIA
		ANALISIS ULTRASONICO
		ANALISIS VIBRACIONAL
3	ORDEN DE PROYECTO	PREVENTIVO
		MANTENIMIENTO DE COMPONENTE
		MANTENIMIENTO DE EQUIPO
		MONTAJE
		MODIFICACION-MEJORA
		CAMBIO DE COMPONENTE
		CAMBIO DE EQUIPO
CONSTRUCCION		

### Expectativas

- Centralización de la administración de los planes de mantenimiento con la creación del centro de planificación.
- Complementar los planes de mantenimiento de los equipos faltantes.

- Llevar el control de las reparaciones mayores (overhaul) realizada por terceros (mediante la notificación de las ordenes de servicio)
- Disminución de manera progresiva de las órdenes de trabajo correctivo, además de bajar los costos de mantenimiento y el inventario de repuestos / materiales.
- Distribución de costos de mantenimiento por tipo de mantenimiento y por clase de actividad.

#### **4.4.4 Sistemas de Información**

Con SAP se podrá reportar los indicadores de gestión de mantenimiento, para todos los procesos, por cada proceso, por encargado (para su evaluación), por tipo de actividad.

Parte importante de la gestión del mantenimiento es hacer seguimiento al presupuesto de mantenimiento, a través de consultas del SAP, comparar lo planeado con los gastos realizados, mes a mes, por grupo de procesos, maquinas y estructuras. Listar a través de SAP los principales trabajos realizados durante un periodo de tiempo, indicando los costos, uso de mano de obra interna y/o externa, y costo de materiales.

Además los tiempos de parada registrados en los Avisos PM generaran indicadores MTTR (Tiempo medio de reparaciones) y MTBR (Tiempo medio entre reparaciones) por clase de Aviso.

#### **Procesos AS IS**

## Sistemas de información en datos maestros

En minera Bateas, se tiene actualmente reporte de listado de equipos registrados en hojas de cálculo Excel, tanto de mina como de planta concentradora.

En ella se detallan las principales características de los equipos, criticidad de cada equipo, así como también los datos de placa de sus componentes

### Reporte de datos de equipo:

Tabla N° 4.26.

LISTADO DE EQUIPOS											
CRITICIDAD 1. Crítico (Para planta, reduce prod.) 109				2. Importante (Para planta con el tiempo) 73							
3. Regular importante (Tiene Stand By) 43				4. Poco importante (No para planta) 63							
CONTROL INS - Inspección 139				PAR - Parada planta 131				MC - Correctivo 9			
				MPV - Preventivo 139				MPD - Predictivo 26			
N°	DESCRIPCION	COD.BARRAS	COD. EQUIPO	MARCA	DIMENSIONES	CRITIC.	INS	PAR	MC	MPV	CONDICION
<b>CHANCADO</b>											
1	TOLVA DE GRUESOS ANTIGUA		TOL001		100 TN/12x4.5x6m	2	X			X	Operativo
2	ALIMENTADOR DE CADENAS		ALC001	TIPO ROSS		2	X			X	Operativo
3	CHANCADORA DE QUIJADA KUEKEN 12" x 24"		CHQ001	KUEKEN	12" x 24"	1	X			X	Operativo
4	CHANCADORA DE QUIJADA KUEKEN 24" x 36"		CHQ002	KUEKEN	24" x 36"	1	X			X	Operativo
5	CHANCADORA CONICA H-2800		CHC002	SANDVIK	H-2800	1	X			X	Operativo
6	CHANCADORA CONICA SANDVIK CH-430		CHC003	SANDVIK	CH-430	1	X			X	Operativo
7	GRIZZLY ESTACIONARIO 3' x 7'		CLG001	MAQUINAS Y MONTAJES	3' x 7'	1	X			X	Operativo
8	IMAN PERMANENTE		ELI001			4	X				Operativo
9	ELECTROIMAN		ELI002	ERIEZ	GRANDE	4	X				Operativo
10	CEDAZO VIBRATORIO 5' x 14'		CLZ001	MAQUINAS Y MONTAJE	5' x 14'	1	X			X	Operativo
11	FAJA TRANSPORTADORA No1 30" x 20m		FAT001	JB ASOCIADOS S.R.L	30" x 20m	1	X			X	Operativo
12	FAJA TRANSPORTADORA No2 30" x 20m		FAT002	JB ASOCIADOS S.R.L	30" x 20m	1	X			X	Operativo
13	FAJA TRANSPORTADORA No3 24" x 18.8m		FAT003	JB ASOCIADOS S.R.L	24" x 18.8m	1	X			X	Operativo
14	FAJA TRANSPORTADORA No4 24" x 11.2m		FAT004	JB ASOCIADOS S.R.L	24" x 11.2m	1	X			X	Operativo
15	FAJA TRANSPORTADORA No5 24" x 6.4m		FAT005	JB ASOCIADOS S.R.L	24" x 6.4m	1	X			X	Operativo
16	FAJA TRANSPORTADORA No17 30" x 5m		FAT006		30" x 5m	1	X			X	Operativo

## Sistemas de información en gestión del mantenimiento

Se lleva el control en los equipos de mina, el cumplimiento de mantenimientos preventivos, es decir en ella se indica que porcentaje se han cumplido los mantenimientos programados.

## Base de datos:

Tabla N° 4.27.

EQUIPOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADOS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	COMENTARIO
SCOOPTRAM ST3.5 S-101	1	1	100%	
SCOOPTRAM ST3.5 S-102	2	1	50%	NO LLEGO A LAS HORAS PROGRAMADAS
SCOOPTRAM ST4.2 S-103	3	3	100%	
CARGADOR FRONTAL MEGA250V (C 01)				
BOB CAT 470 PLUS (MC-01 )	1	1	100%	
MONTACARGA XD 25/30				
COMPRESORA SULLAIR CO-01				
COMPRESORA SULLAIR CO-02				
COMPRESORA SULLAIR CO-03				
COMPRESORA ATLAS COPCO CO-04				
COMPRESORA ATLAS COPCO CO-05				
COMPRESORA IR COP-01				
COMPRESORA G. DENVER CO-06				
COMPRESORA G. DENVER CO-07				
LOCOMOTORA 3.5 TON CLAYTON LOC-01				
LOCOMOTORA 3.5 TON CLAYTON LOC-02	2	2	100%	
LOCOMOTORA 3.5 TON CLAYTON LOC-03				
LOCOMOTORA 6 TON CLAYTON LOC-04	1	1	100%	
LOCOMOTORA 6 TON CLAYTON LOC-05	1	0	0%	NO LLEGO A LAS HORAS PROGRAMADAS
LOCOMOTORA 6 TON CLAYTON LOC-06	2	2	100%	
	<b>PROMEDIO GENERAL</b>		<b>89%</b>	

## Reporte:

Tabla N° 4.28.

EQUIPOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADOS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
FLOTA SCOOPTRAM	6	5	83%
FLOTA EQUIPOS DE SUPERFICIE	1	1	100%
FLOTA COMPRESORAS			
FLOTA LOCOMOTORAS	6	5	83%
<b>CUMPLIMIENTO MENSUAL</b>			<b>89%</b>

En lo referente a gestión del mantenimiento, se emiten reportes de los principales indicadores de gestión: disponibilidad mecánica de equipos, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para la reparación, además del consumo de energía eléctrica.

## Disponibilidad Mecánica

### Base de datos

Tabla N° 4.29.

		SCOOPTRAM ST3 5 S-101				SCOOPTRAM ST3 5 S-102				SCOOPTRAM ST710 S-103								
		30	6	7	8	9	23	0	26	27	28	29	43	0	46	47	48	49
DIA	SEM.	MES	DIARIO				DIARIO				DIARIO							
			HOR.	H.P.	H.T.	H.P.P	H.P.C	HOR.	H.P.	H.T.	H.P.P	H.P.C	HOR.	H.P.	H.T.	H.P.P	H.P.C	
01-Jul-09		Jul-09	3527.9	20	10.8			2690.6	20	2.1			6675.0	20	7.0			
02-Jul-09			3538.7	20	9.0			2692.7	20	0.0			6682.0	20	8.1			4
03-Jul-09			3547.7	20	8.4			2692.7	20	3.3			6690.1	20	13.8			4
04-Jul-09			3556.1	20	13.5			2696.0	20	5.0			6703.9	20	14.0			
05-Jul-09	27		3569.6	20	7.6			2701.0	20	5.0			6717.9	20	11.9			
06-Jul-09			3577.2	20	8.8			2706.0	20	2.0			6729.8	20	10.2			
07-Jul-09			3586.0	20	7.3			2708.0	20	0.0			6740.0	20	11.7	3.25	3.25	
08-Jul-09			3593.3	20	3.4			2708.0	20	5.0			6751.7	20	12.3			3.25
09-Jul-09			3596.7	20	1.0		6	2713.0	20	5.0			6764.0	20	14.8			
10-Jul-09			3597.7	20	0.0			2718.0	20	7.5			6778.8	20	10.7			
11-Jul-09			3597.7	20	9.3		1	2725.5	20	0.0			6789.5	20	1.3			9
12-Jul-09	28		3607.0	20	6.6			2725.5	20	0.0			6790.8	20	11.3			7
13-Jul-09			3613.6	20	10.4			2725.5	20	0.0			6802.1	20	15.4			4.5
14-Jul-09			3624.0	20	5.5			2725.5	20	14.3			6817.5	20	0.0			20
15-Jul-09			3629.5	20	7.5	5	3	2739.8	20	15.5	5.5	3	6817.5	20	0.0			20
16-Jul-09			3637.0	20	5.4			2755.3	20	6.7			6817.5	20	13.6			16
17-Jul-09			3642.4	20	5.7		1	2762.0	20	17.4			6831.1	20	8.7			
18-Jul-09			3648.1	20	8.3			2779.4	20	11.3			6839.8	20	8.2			
19-Jul-09	29		3656.4	20	8.3			2790.7	20	6.7			6848.0	20	17.0			

## Reporte

Tabla N° 4.30

EQUIPOS	Abr-09	May-09	Jun-09	Jul-09	COMENTARIO
GRUPO SCOOPTRAM	74.7%	96.4%	88.3%	92.6%	
GRUPO EQUIPOS DE SUPERFICIE	97.0%	98.7%	98.8%	99.6%	
GRUPO COMPRESORAS	82.3%	82.4%	80.7%	68.8%	Compresora N°6 y 7 inoperativos
GRUPO LOCOMOTORAS	58.2%	87.2%	68.6%	82.5%	Locomotora N°1 inoperativo en proceso de montaje del sistema de transmisión

**Tiempo medio entre fallas y tiempo medio para la reparación**

Tabla N° 4.31.

EQUIPOS	Horas operación	Mantto		Reparación		Horas Stand By	Total Horas	N° Paradas Correc.	TPEF	TPPR	Disp. Mecánica
		Prog	Prev	Acc	Correc						
<b>CHANCADO PRIMARIO</b>											
Ch. Kueken 24"x36"	417.08	5			6	316	744	1	417	6	97.43
Ch. Kobelco Kurimoto	70.99	4			8	661	744	3	24	3	85.54
<b>CHANCADO SECUNDARIO</b>											
Ch. Sandvik H2800	434.6	6			7	296	744	2	217	4	97.10
<b>CHANCADO TERCARIO</b>											
Ch. Sandvik CH-430	439.7	5			6	293	744	1	440	6	97.56
<b>MOLIENDA PRIMARIA</b>											
Molino Denver 7'X7'	705.30	16			7	16	744	1	705	7	96.84
Molino Comesa 8'X10'	705.88	18			9	11	744	1	706	9	96.32
<b>MOLIENDA SECUNDARIA</b>											
Molino Magensa 6'X6'	703.8	12			5	23	744	1	704	5	97.64
Molino Libertad 8'X6'	704.7	16			7	16	744	1	705	7	96.84
Molino Hardinge 8'X36"	705.6	13			5	20	744	1	706	5	97.51
<b>CONCENTRACION</b>											
Celdas de F. Agitair 48 Rougher	711.6	17			6	9	744	1	712	6	96.87
Celdas de F. Agitair 48 Scavenger	711.6	18			5	9	744	1	712	5	96.87
Celdas de F. Sub A-24	711.6	16			4	12	744	2	356	2	97.27
Celdas de F. Sub A-30	711.6	17			9	6	744	1	712	9	96.47
Celdas de F. OK-8U	711.6	18			6	8	744	1	712	6	96.74
Celdas de F. Sub A- 18 -Cobre	276.89	3			6	458	744	1	277	6	96.85
TOTAL	8722.34	184.00	0.00	0.00	96.00	2157.66	11160.00	19.00	540.13	5.68	96.26

### Consumo de energía eléctrica de planta concentradora

Tabla N° 4.32

ITEM	MAYO	JUNIO	JULIO
TRANSF. 1600 KVA	794561	775757	811678
TRANSF. 800 KVA	306250	279263	293355
<b>TOTAL (KWH)</b>	<b>1100811.00</b>	<b>1055020.00</b>	<b>1105033.00</b>

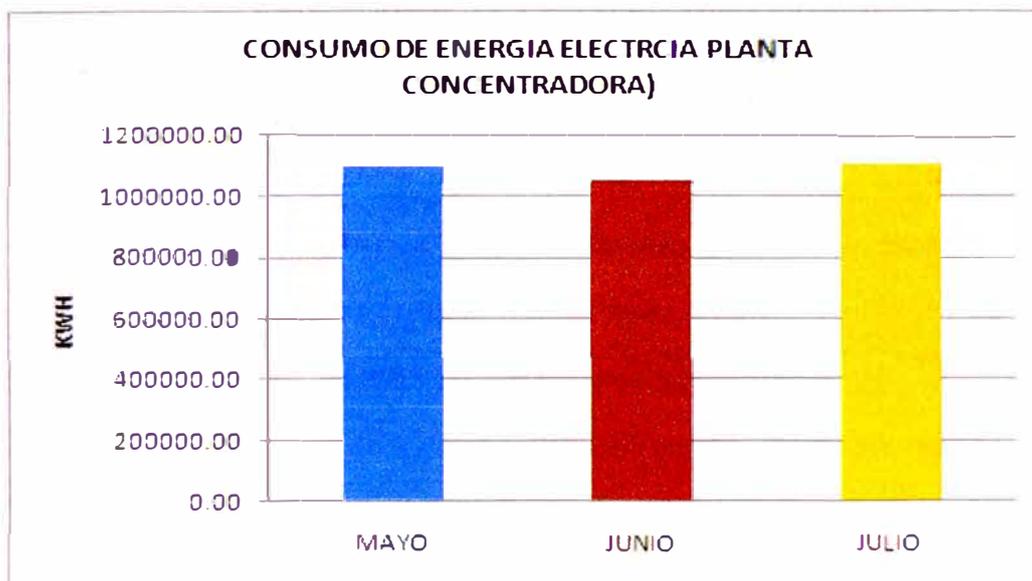


Fig. N° 4.7 Consumo de Energía Eléctrica

## Descripción de Procesos en SAP

### Reportes de Datos maestros

De los datos maestros se podrá reportar el listado de equipos principales, los equipos con sub equipos y componentes, con sus principales características o descripciones. Los listados de las hojas de ruta, estrategias y planes de mantenimiento podrán ser consultados por reportes, podrá identificarse la ubicación técnica o equipo propio de un plan, así como los datos maestros para cada clase de objetos.

También se podrá reportar los catálogos con las clasificaciones para los síntomas, causa, actividad, etc.

Se manejarán reportes estándar para evaluar información referente a los datos maestros de SAP. Estos reportes permitirán listar datos maestros para visualizar o modificar su información. Dentro de los principales tenemos:

- ✓ Listas de Ubicaciones Técnicas (visualizar, modificar, crear)
- ✓ Listas de Equipos (visualizar, modificar, crear)
- ✓ Búsqueda de equipos por clases y características
- ✓ Representación de estructura de Ubicaciones Técnicas (jerarquía)
- ✓ Representación de estructura de Equipos (jerarquía)
- ✓ Listas de Puntos de Medida (visualizar, modificar)
- ✓ Listas de Contadores (visualizar, modificar)
- ✓ Listas de documentos de medida (valores de puntos de medida o contadores)

- ✓ Listas de catálogos
- ✓ Lista de puestos de trabajo

### **Reportes en Gestión de Avisos y Ordenes PM**

SAP debe permitir acceder a transacciones para visualizar y analizar los avisos y órdenes por los tipos de clases de cada una de ellas.

Para la gestión de mantenimiento es necesario reportar los indicadores MTTR y MTBR de los equipos principales.

Para la gestión de mantenimiento se dispone de una serie de reportes estándar como son:

- ✓ Lista de Órdenes de mantenimiento (visualizar, modificar)
- ✓ Operaciones de órdenes de mantenimiento (visualizar, modificar)
- ✓ Avisos de mantenimiento (modificar, visualizar)
- ✓ Evaluación de avisos por catálogos (causas, síntomas, parte objeto, medidas)
- ✓ Lista de notificaciones de tiempos (crear, modificar, visualizar)

### **Reportes en Gestión de mantenimiento Preventivo y Predictivo**

A través del SAP se podrá monitorear los planes de mantenimiento Preventivo y Predictivo para cada equipo, en caso sea necesario modificar frecuencias,

cambiar características, agregar materiales o nuevas actividades, se registrara los cambios y los ejecutores.

Para la gestión de mantenimiento se dispone de una serie de reportes estándar como son:

- ✓ Lista de Hojas de Ruta
- ✓ Lista de Planes de mantenimiento
- ✓ Lista de posiciones de mantenimiento (detalle de equipos/ubic. técnicas que forman parte de cada plan)
- ✓ Resumen de programación de mantenimiento (Resumen de fechas en las que debería generarse órdenes PM)
- ✓ Resumen gráfico de programación de mantenimiento (Resumen gráfico de fechas en las que debería generarse ordenes PM)
- ✓ Reporte de cálculo de costos de planes programados (Estimación de costos que se generarán en base a las ordenes de planes de mantenimiento preventivo)

#### **Otros reportes PM**

- ✓ Reportes MTTR y MTBR
- ✓ *Lista de disponibilidad de materiales sobre ordenes abiertas*
- ✓ Lista de movimientos de material para ordenes de mantenimiento
- ✓ Referencia de uso de materiales en ordenes PM
- ✓ Lista de órdenes de compra por orden PM
- ✓ Lista de solicitudes de pedido por órdenes PM

A continuación se listan algunos reportes estándar que presenta SAP con el detalle de los campos principales.

La mayoría de reportes ALV (con disposición matricial tipo Excel) permiten filtrar, ordenar, contar, sumarizar y graficar por columna los datos que contienen.

Visualizar ubicación técnica: Lista de ubicaciones técnicas

#	Id	Co	CePI	Ind. ABC	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	Emp/Plaz	Código objeto	Uso técnico sup.	Plat/Res	Creado el	Creado por	Modif. el	Modificado por	Per/Causl
AS01	ASCE	AS01	ACPE		ACPE-005-AB	Actuación Consultores Perú	SANTIAGO	1010		TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-01		ACPE-01	Ubicación AB en Oficinas de Lima	SANTIAGO	1010	ACPE	TABAP001	12/05/2009	MYACARINI	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-01		ACPE-01	Sector 01	LIMA	1010	ACPE	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-01-HALL1		ACPE-01-HALL1	Acceso oficina Perú	LIMA	1010	ACPE-01	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-01-HALL1-01		ACPE-01-HALL1-01	Acceso oficina Perú 01	SANTIAGO	1010		TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	27/08/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-01-HALL1-02		ACPE-01-HALL1-02	Acceso oficina Perú 02	LIMA	1010	ACPE-01-HALL1	TABAP001	08/04/2006	MAMARTINEZ	27/08/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-02		ACPE-02	Sector 02	CONCEPCION	1010	ACPE	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-02-FUNC		ACPE-02-FUNC	Funcional	SANTIAGO	1010	ACPE-02	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-02-FUNC-01		ACPE-02-FUNC-01	Funcional 01	LIMA	1010	ACPE-02-FUNC	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-02-FUNC-02		ACPE-02-FUNC-02	Funcional 02	SANTIAGO	1010	ACPE-02-FUNC	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-02-FUNC-03		ACPE-02-FUNC-03	Funcional 03	SANTIAGO	1010	ACPE-02-FUNC	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-02-FUNC-04		ACPE-02-FUNC-04	Funcional 04	SANTIAGO	1010	ACPE-02-FUNC	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	27/08/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-03		ACPE-03	Sector 03	SANTIAGO	1010	ACPE	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	10/01/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-03-OFGER		ACPE-03-OFGER	Oficina Gerencia	SANTIAGO	1010	ACPE-03	TABAP001	08/04/2006	MAMARTINEZ	04/10/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-03-OFGER-01		ACPE-03-OFGER-01	Sala 01	SANTIAGO	1010	ACPE-03-OFGER	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	04/10/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-03-OFGER-01-ATLJE		ACPE-03-OFGER-01-ATLJE	Atención clientes	SANTIAGO	1010	ACPE-03-OFGER-01	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	04/10/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-03-OFGER-01-OPERAC		ACPE-03-OFGER-01-OPERAC	Operaciones	SANTIAGO	1010	ACPE-03-OFGER-01	TABAP001	05/04/2006	MAMARTINEZ	04/10/2007	LEBRAND	
AS01	ASCE	AS01	ACPE-04		ACPE-04	Actualizac	SANTIAGO	1010	ACPE	TABAP001	11/05/2006	GUALPARTID	10/01/2007	LEBRAND	ZPIAAC000
AS01	ASCE	AS01	ACPE-04-OFPRY		ACPE-04-OFPRY	Oficina de Proyectos	SANTIAGO	1010	ACPE-04	TABAP001	11/05/2006	GUALPARTID	10/01/2007	LEBRAND	ZPIAAC000
AS01	ASCE	AS01	ACPE-05		ACPE-05	Gerencia	LIMA	1010	ACPE	TABAP001	11/05/2006	MYACARINI	01/09/2006	LEBRAND	ZPIAAC000
AS01	ASCE	AS01	ACPE-05-00001		ACPE-05-00001	Gerencia 05	LIMA	1010	ACPE-05	TABAP001	11/05/2006	MYACARINI	01/09/2006	LEBRAND	ZPIAAC000
AS01	ASCE	AS01	ACPE-05-00001-01		ACPE-05-00001-01	Ubicación Técnica para Pruebas	LIMA	1010	ACPE-05-00001	TABAP001	15/05/2006	MYACARINI	01/09/2006	LEBRAND	ZPIAAC000
AS01	ASCE	AS01	ACPE-05-00001-01-000001		ACPE-05-00001-01-000001	Nivel inferior en casena de estructura	LIMA	1010	ACPE-05-00001-01	TABAP001	15/05/2006	MYACARINI	01/09/2006	LEBRAND	ZPIAAC000
AS01	ASCE	AS01	ACPE-05-00001-01-000002		ACPE-05-00001-01-000002	Equipo de Refrigeración 1000 BTU	LIMA	1010	ACPE-05-00001-01	ELECTRO	15/05/2006	MYACARINI	01/09/2006	LEBRAND	ZPIAAC000

Fig. N° 4.8 Lista de Ubicaciones Técnicas

Visualizar equipo: Lista de equipos

#	Co	CePI	Equipo	Denominación de objeto técnico	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	A	Modif. el	Modif. por	Activo	Tipo	Fin. adquis.	Valor adquis.	Bruto	Un
ASCE	AS01	1000001	Equipo P2D2				31/12/9999	25/02/2009	NCEA						
ASCE	AS01	1000006	Silla de Rotación 2				31/12/9999	30/10/2008	LEBRAND					10	KG
ASCE	AS01	1000007	test				31/12/9999	05/10/2007	LEBRAND						
ASCE	AS01	1000008	Silla de Recepción		ACPE-01-HALL1-01	Acceso oficina Perú 01	31/12/9999	27/05/2007	LEBRAND					10	KG
ASCE	AS01	1000002	Equipo CAPP		ACPE-01-HALL1-02	Acceso oficina Perú 02	31/12/9999	30/10/2006	LEBRAND						
ASCE	AS01	1000003	Equipo Ojo de Halcón		ACPE-01-HALL1-02	Acceso oficina Perú 02	31/12/9999	16/09/2009	GUJNOZ						
ASCE	AS01	1000008	Equipo ojo de avestruz		ACPE-04-OFPRY	Oficina de Proyectos	31/12/9999	12/04/2007	LEBRAND					7	KG
ASCE	AS01	1000010	Equipo ojo de buco		ACPE-04-OFPRY	Oficina de Proyectos	31/12/9999	10/01/2007	LEBRAND					2	KG
ASCE	AS01	1000007	Máquina de prueba NYM - ACPE		ACPE-05-00001	Gerencia 05	31/12/9999	30/10/2006	LEBRAND			01/01/2006	1,000.00	45.000	
ASCE	AS01	1000008	Máquina de prueba NYM - ACPE		ACPE-05-00001	Gerencia 05	31/12/9999	30/10/2006	LEBRAND				1,000.00	21.000	
ASCE	AS01	1000011	BMW 525i		ACPE-05-00001	Gerencia 05	31/12/9999	01/09/2006	LEBRAND			01/04/2006	120,000.00	45.000	
ASCE	AS01	1000047	Catalera		ACPE-05-00001	Gerencia 05	31/12/9999	01/09/2006	LEBRAND			02/01/2006	75.00	10	KG
ASCE	AS01	1000012	Panel 180		ACPB-05-00001-01-000001	Nivel inferior en casena de estructura	31/12/9999	01/09/2006	LEBRAND			01/04/2006	95,000.00	48.000	
ASCE	AS01	1000013	BOMBAS-01		ACPE-05-00001-01-000002	Equipo de Refrigeración 1000 BTU	31/12/9999	07/03/2007	NCEA						
ASCE	AS01	1000014	Prueba		ACPE-05-00001-01-000002	Equipo de Refrigeración 1000 BTU	31/12/9999								

Fig. N° 4.9 Lista de Equipos

### Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura

Ubicación: ACPE      Válido de: 24.08.2009

Denominación: ActualiSap Consultores Perú

ACPE	ActualiSap Consultores Perú
ACPE-005-AB	Ubicación AB en Oficinas de Lima
ACPE-01	Sector 01
ACPE-01-HALL1	Acceso oficina Perú
ACPE-01-HALL1-02	Acceso oficina Perú 02
ACPE-02	Sector 02
ACPE-02-FUNC	Funcional
ACPE-02-FUNC-01	Funcional 01
ACPE-02-FUNC-02	Funcional 02
ACPE-02-FUNC-03	Funcional 03
ACPE-02-FUNC-04	Funcional 04
ACPE-03	Sector 03
ACPE-03-OFGER	Oficina Gerencia
ACPE-03-OFGER-01	Sala 01
ACPE-04	ActualiSap
ACPE-04-OFPRY	Oficina de Proyectos
1000009	Equipo ojo de condor
1000010	Equipo ojo de buey
ACPE-05	Gerencia
ACPE-05-00001	Gerencia 05
1000011	BMW 525i
1000047	Cafetera
1000007	Maquina de prueba MYM - ACPE
1000008	Maquina de prueba MYM2 - ACPE
ACPE-05-00001-01	Ubicación Técnica para Pruebas

Fig. 4.10 Estructura de Ubicaciones Técnicas

### Visualizar puntos de medida: lista puntos de medida

ID	Punto	Denominación	Unidad	Equipo	Ubicación técnica	Posición de medida	Tipo	Creado el	Creado por	Nombre característ.	UM	Val. Inic.	Mar/Carac.	Act/Anul	Lim/Alto	Lim/Bajo	Unid.
33		1000009_Medidor Sala de	°C	1000009		1000009_MEDIDOR	M	12.05.2006	MAMARTINEZ	PUL_TEMPERATURA	°C	2500.00			1999.99	3000.00	°C
34		1000009_Medidor Posición	°C	1000009		1000009_MEDIDOR	M	12.05.2006	MAMARTINEZ	PUL_TEMPERATURA	°C	2500.00			1999.99	3000.00	°C
35		1000010_Equipo_medidor	mm	1000010		1000010_EQUIPO	M	12.09.2006	GALPARDIN	PUL_KILOMETROS	KM			3000.0	0.0		KM
297		1000010_1	mm	1000010		1000010_1	M	30.01.2009	PEICERRA	ZPUL_KILOMETRAJE	KM			10000.00	0.00		KM
11		ActualiSap Consultores Lima	mm		AS	AS	M	28.03.2009	MAMARTINEZ	Z_CONTADOR	KM				10.000	100.000	KM
262		AS01-4BK-010	M		AS01-4BK-010	AS01-4BK-010	M	01.05.2008	PEICERRA	Z_PUL_POTENCIA1	W				0.000		W
322		Cuentakilómetros	mm	10000775		1	M	24.05.2009	GALUNCEZ	Z_KM	KM			30000.0	0.0		KM
151		s	mm	1000032		Z_CONTADOR	M	11.05.2007	LIBRANO	PUL_KILOMETROS	KM				0.0		KM
90		Denominación	Mm	1000012		POSICION	M	14.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				3.00	22.00	KM
151		Denominación Contador 131	mm	10000390		CONTADOR 131	M	23.09.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
152		Denominación Contador 132	mm	10000980		CONTADOR 132	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
153		Denominación Contador 133	mm	10000980		CONTADOR 133	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
154		Denominación Contador 134	mm	10000980		CONTADOR 134	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
155		Denominación Contador 135	mm	10000980		CONTADOR 135	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
156		Denominación Contador 136	mm	10000980		CONTADOR 136	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_VIBRACION	KM				0		KM
157		Denominación Contador 137	mm	10000980		CONTADOR 137	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
158		Denominación Contador 138	mm	10000980		CONTADOR 138	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_VIBRACION	KM				0		KM
159		Denominación Contador 139	mm	10000980		CONTADOR 139	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
160		Denominación Contador 140	mm	10000980		CONTADOR 140	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
141		Denominación Contador 141	mm	10000980		CONTADOR 141	M	28.08.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM				0.000		KM
2		Denominación Contador 2	mm	10000980		CONTADOR 2	M	16.02.2006	LIBRANO	Z_CONTADOR	KM			905000	0		KM
213		DIA	Dias	10000002		DIAS C.USO	M	09.09.2007	LIBRANO	ZZ_HORAS	DIA			34	50	0	Dias
81		Equipo CSPO	mm	1000002		1000002_EDUPO CYP	M	26.07.2009	MAMARTINEZ	Z_PUL_MEDIDOR_EE	KWH			12345.00	123.00	0.00	KWH
75		Equipo RZC2	mm	1000001		1000001_EDUPO RZL	M	26.07.2009	MAMARTINEZ	Z_PUL_MEDIDOR_EE	KWH			1034.00	1232.00	12345.00	KWH
78		Equipo RZC2_2	mm	1000001		1000001_RZC2_C	M	26.07.2009	MAMARTINEZ	Z_PUL_MEDIDOR_EE	KWH			1234.00	122.00	12345.00	KWH
79		Equipo RZC2_3	mm	1000001		1000001_RZC2_C	M	26.07.2009	MAMARTINEZ	Z_PUL_POTENCIA1	W			1234.00	1235.00	12345.00	W
176		W045 DE USO	mm	1000001		W045 DE USO	M	02.03.2007	LIBRANO	ZZ_HORAS	HRS			700	0		HRS

Fig. 4.11 Lista de Puntos de Medida

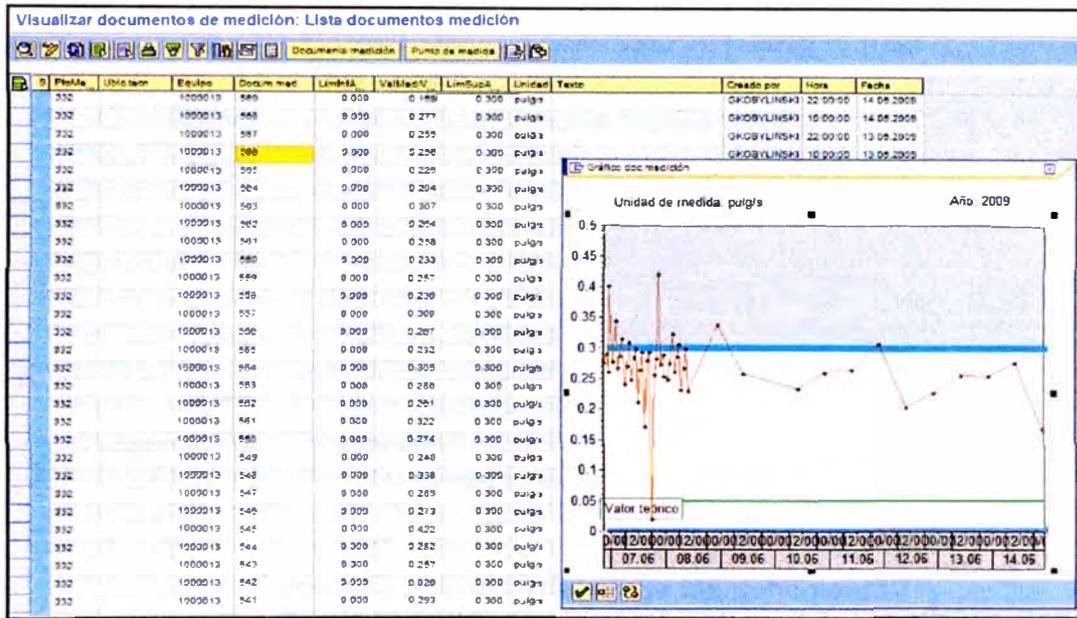


Fig. 4.12 Lista de Documentos de Medición

**Catálogos de Mantenimiento**

Ejemplo: Catálogo de parte de objeto / Catálogo de síntomas

Visualizar indice grupos de codigos: Acceso						
C	Texto breve para catálogo	Palabra clave	Gr. códigos	Texto breve	Código	Texto breve para código
B	Secciones objetos	Parte objeto	Z0000002	Generator	0001	Transformer yard
					0002	Generator
					0003	Gas turbine
					0004	Steam Generator
C	Síntomas de la avería	Sínt. avería	CLM-01	Langtente zum Claim	0010	Texto explicativo B causa
					0020	Texto explicativo operación
					0030	Texto explicativo consecuencia
					0040	Texto explicativo evaluación
			PM1	IM Schadensbild 1	1	Síntoma avería 1
			PM2	IM Schadensbild 2	2	Síntoma avería 2
					A	Síntoma avería A
					B	Síntoma avería B
			X0010101	FALLA CONTADOR LASER	0001	Problemas en la cuenta
			X0010201	FALLA TECLADO DE OPERACIÓN	0002	Contador cuenta sin flujo de disco
			X0010302	FALLA RACK DE TAJETAS	0001	Teclado no responde a comando
			X0010301	FALLA VELOCIDAD	0001	Apilador se detiene
			Z0000001	Prueba de Síntoma	0001	No regula velocidad
			Z0000002	Symptome Generator System	0001	grupo de Síntoma
					0001	it does not start

Fig. 4.13 Catálogos de Mantenimiento

Modificar órdenes PM: Lista de órdenes PM

B	S	Ce	Cl orden	Orden	Texto breve	Autor	Fecha crea	Total Costas Plan	Costas tot reales	Mon	CeCo resp	Equipo	Puesto trabajo	Denominación de objeto tecnico	
				3000 PM01	4000990	ACTUALISAP	22 05 2009	0 00	0 00	SOL					
				3000 PM01	4000991	gl	ACTUALISAP	22 05 2009	0 00	0 00	SOL	014110			
				3000 PM01	4000992	Cambio de dudo de imension	ACTUALISAP	22 05 2009	191 12	0 00	SOL	014110			
				3000 PM04	4000121	Reparación de equipo	ACTUALISAP	29 05 2009	0 01	0 00	SOL	014110			
				3000 PM04	4000122	Reparación de equipo	ACTUALISAP	29 05 2009	137 73	0 10	SOL	014110			
				3000 PM04	4000123	Reparación de equipo	ACTUALISAP	29 05 2009	10 10	10 00	SOL	014110			
				3000 PM04	4000124	Reparación de equipo	ACTUALISAP	29 05 2009	20 01	20 00	SOL	014110			
				3000 PM01	4000150		ACTUALISAP	04 06 2009	12 00	0 00	SOL	014110			
				3000 PM01	4000181	Aviso M3	ACTUALISAP	09 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030003	EQUIPO = 02	
				3000 PM01	4000192	Reparación de equipo	ACTUALISAP	10 06 2009	152 73	0 06	SOL	014110			
				3000 PM01	4000120	Reparación de equipo	ACTUALISAP	29 05 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030015	CHAVIC24	Bomba principal 1500HP 1500RFLU
				3000 PM01	4000260	Aviso de Avería	ACTUALISAP	22 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030020		Bomba principal 1500HP 1500RFLU
				3000 PM01	4000180	Reparación de motor	ACTUALISAP	08 06 2009	23 730 00	0 00	SOL	014110	10030009	PP_AS_11	Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000210	Reparación de equipo	ACTUALISAP	15 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030010		Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000211	Reparación de equipo	ACTUALISAP	15 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030010		Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000212	Reparación de motor	ACTUALISAP	17 06 2009	2 012 35	0 00	SOL	014110	10030010		Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000213	Reparación de BOMBA	ACTUALISAP	18 06 2009	2 012 35	0 00	SOL	014110	10030009		Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000214	Reparación de BOMBA	ACTUALISAP	18 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030009		Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000241	Reparación de equipo	ACTUALISAP	22 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030009		Motor 500HP 440V 1500RFLU
				3000 PM01	4000242	Orden de seguridad	ACTUALISAP	24 06 2009	0 00	0 00	SOL	014110	10030009		Motor 500HP 440V 1500RFLU
								26 284 45	36 10	SOL					

Fig. 4.14 Lista de Ordenes de Mantenimiento

Modificar órdenes PM: Lista de órdenes PM

B	Ubicación técnica	Denom. ubicación	Plc. obj. resp.	Centro costo	Clase PM	Revisión	Status del sistema	Aviso	Status de asunto	Iniciado	Fin. cas	Fin. prog.	Pre. prog.	Inicio
	TMP1-416-90-CV-8	CYCLON#8	PP_AS_11	001			ABE DMMV KXMP PREC	10000000		30 06 2009	30 06 2009	30 09 2009	30 06 2009	
			PP_AS_11	001			ABE DMMV KXMP PREC	10000001		30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
	TMP1-416-90-CV-8	CYCLON#8	PP_AS_11	001			LIB DMMV EDET FIAT PREC	10000002		30 06 2009	01 07 2009	01 07 2009	30 06 2009	
			PP_AS_11	004			LIB MACO NLJO PREC			30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
			PP_AS_11	004			LIB EDET FIAT MOVIL NLJO PREC			30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
			PP_AS_11	004			LIB DMMV ENTR MOVIL NLJO PREC			30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
			PP_AS_11	004			LIB DMMV ENTR MOVIL NLJO PREC			30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
	DRK3-11	AREA 1	PP_AS_11	001			LIB DMMV MOVIL PREC	10000025		30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
	TMP1-325-90-EM-05	ELECTRIC MOTOR 93 LUBRICATI	PP_AS_11	001			ASAE DMMV KXMP PREC	10000021		09 06 2009	09 06 2009	09 06 2009	09 06 2009	
	DRK3-11	AREA 1	PP_AS_11	001			LIB EDET MACO PREC	10000032		10 06 2009	10 06 2009	10 06 2009	10 06 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB NOTP DMMV EDET KXMP PREC	10000010		30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	15 06 2009
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB KXMP PREC	10000050		22 06 2009	22 06 2009	22 06 2009	22 06 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB EDET FIAT PREC	10000030		08 06 2009	08 06 2009	08 06 2009	08 06 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB NOTP DMMV EDET KXMP PREC	10000048		15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB NOTP DMMV EDET KXMP PREC	10000041		15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001	PM_RV	LIB DMMV EDET INFP NLJO PREC	10000042		18 06 2009	29 06 2009	29 06 2009	18 06 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001	PM_RV	ABE DMMV PREC	10000043		15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009	15 06 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		ABE DMMV KXMP PREC	10000044		30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	30 06 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB KXMP PREC	10000051		01 07 2009	01 07 2009	01 07 2009	01 07 2009	
	DRK3-121-01-EM	BOMBAS	PP_AS_11	011110	001		LIB KXMP PREC	10000056		01 07 2009	01 07 2009	01 07 2009	01 07 2009	

Fig. 4.15 Modificar Órdenes de Mantenimiento

**Modif.Orden de mantenimiento 4000212: Resumen operaciones**

Orden: PM01 4000212 Reparación de motor

Stat sist: LIB DRNV EDET FENA TMPP NLIQ PREC

Cierre comercial

Detos cab Oper Componentes Costes Interios Objetos Datos adic Emplaz Planific Com

Op	SOp	PstoTbjo	Ce...	Clas...	Civ.mod	E	Txt.br.v.operación	TE	Trabajo	Un	C...	Dur.	Un
0010			3000	PM03			Servicio para inicio de operaciones		0 H	5		10 H	
0020	TEC_MTCO	3000	PM01				Operación interna inicial		24 H	1		24 H	
0030	TEC_MTCO	3000	PM01				Obra hidráulica - Plan		56 H	1		56 H	
0040	TEC_MTCO	3000	PM01				Obra hidráulica - Ejec. Parte 1A		66 H	2		33 H	
0050	TEC_MTCO	3000	PM01				Obra hidráulica - Ejec. Parte 1B		12 H	1		12 H	
0060	TEC_MTCO	3000	PM01				Obra civil - Cavar cimientos		20 H	1		20 H	
0070	TEC_MTCO	3000	PM01				Obra civil - Construir edificación		20 H	1		20 H	
0080	TEC_MTCO	3000	PM01				Obra civil - Acabados de edificación		20 H	1		20 H	

Fig. 4.16 Resumen de Operaciones en Órdenes de Mantenimiento

**Modificar operaciones: Lista operaciones orden**

Orden: No individual

Op	PstoTbjo	Texto breve operación	Civ. gbl	Clas	Stat sist	Trabajo	Trabajo real	Prom trab	Un	Preco	Mon	por	Clasfite	Edific en	Xónsecur	SRI (edific)	CP	Clasfite	Esuec
0010		Reparación de Cylindro #0	PM01	3000	ABIE	0	0	0	H			0	502000					PM01	
0020		Operación 2	PM01	3000	ABIE	0	0	0	H			0	502000					PM01	
0012	PP_AS_11	g1	PM01	3000	ABIE	0	0	0	H			0	502000					PM01	
0010		Cambio de gudo de inversión	PM01	3000	LIB	1	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0020		Operación 2	PM01	3000	LIB	1	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0030		Operación 3	PM01	3000	LIB	3	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0012		Reparación de equipo	PM03	3000	NDTP LIB	0	5.596	5.5	H	0.00	SOL	1	502000	9900	1125	12003350	MEC	PM01	10000010
0020		OPERACION 1	PM01	3000	NDTP LIB	3	2	3	H			0	502000				MEC	PM01	10000010
0012		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0010		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0012		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0010		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0010		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0010		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	10000009
0020		Sin Reparación	PM03	3000	LIB	0	0	0	H	3.000.00	SOL	1	502000	9900	1125	10003360	MEC	PM01	10000009
0010		Azido LIB	PM01	3000	ABIE	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	10000009
0012		Reparación de equipo	PM01	3000	LIB	0	0	0	H			0	502000				MEC	PM01	
0020		Sin Reparación	PM03	3000	LIB	0	0	0	H	1.100.00	SOL	1	502000	9900	1125	10003370	MEC	PM01	
0012		Sin Reparación	PM03	3000	NDTP LIB	0	30	30	H	30.000.00	SOL	1	502000	9900	1125	10003370	MEC	PM01	10000010
0010	PP_AS_11	Reparación de equipo	PM03	3000	NDTP LIB	0	7	7	H	30.000.00	SOL	1	502000	9900	1125	10003371	MEC	PM01	10000010
0012		Servicio para inicio de operaciones	PM03	3000	IMPR LIB	0	0	0	H	45.000.00	SOL	1	502000	9900	1125	12003372	MEC	PM01	10000010
0020	TEC_MTCO	Operación interna inicial	PM01	3000	IMPR LIB	24	0	0	H	0.00	SOL	0	502000				MEC	PM01	10000010
0030		Obra hidráulica - Plan	PM01	3000	IMPR LIB	56	0	0	H	0.00	SOL	0	502000				MEC	PM01	10000010
0040		Obra hidráulica - Ejec. Parte 1A	PM01	3000	IMPR LIB	66	0	0	H	0.00	SOL	0	502000		1125		MEC	PM01	10000010
0050		Obra hidráulica - Ejec. Parte 1B	PM01	3000	IMPR LIB	12	0	0	H	0.00	SOL	0	502000				MEC	PM01	10000010
0060		Obra civil - Cavar cimientos	PM01	3000	IMPR LIB	20	0	0	H	0.00	SOL	0	502000				MEC	PM01	10000010
0070		Obra civil - Construir edificación	PM01	3000	LIB	20	0	0	H	0.00	SOL	0	502000				MEC	PM01	10000010
0080		Obra civil - Acabados de edificación	PM01	3000	LIB	20	0	0	H	0.00	SOL	0	502000				MEC	PM01	10000010

Fig. 4.17. Lista de Operaciones en Órdenes de Mantenimiento



Visual plan mantenim.prev.: planes de mantenimiento seleccionados

Plan mantenimiento preventivo Posiciones de mant.

S	Ext	Pl Mant/Pr	DescPlan/Mantenim	Mantenim	Creado en	Creado por	ITm	Un.	Hora/Apet	Fec.	Nº toma	FcD	Tp.pl.	Stat.abst.	Dcto
ASCB01		AS-PLAN-02	Plan de Mantenimiento AS-PLAN-02	100	15.05.2006	MAMARTINEZ	365	DIA	75	1	14	1.00	PM	ABIE	01.01.2008
		AS-PLAN-04	Plan de Mantenimiento AS-PLAN-04	100	18.05.2006	MAMARTINEZ	365	DIA	75	1	15	1.00	PM	ABIE	01.01.2008
		AS-PLAN-09	Plan Mando Preventivo IV	100	18.05.2006	GUALPARTID	365	DIA	75	1	0	1.00	PM	ABIE	01.01.2008
MESES	91		Plan	100	07.03.2008	GKOBYLINSKI		DIA	90	1	0	1.00	PM	ABIE	07.03.2008
	111		Plan GKVD1	100	03.11.2008	GKOBYLINSKI		DIA	50	1	0	1.00	PM	ABIE	03.11.2008
Z_0001	1		Plan de Mto prev.	100	10.02.2006	LBRAND		DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	2		Plan de Mto prev estrategia Z_0001	100	10.02.2006	LBRAND	30	DIA		1	400	1.00	PM	ABIE	
	38		Plan de Prueba de LSMW	100	24.08.2006	LBRAND	300	DIA	100	1	480	1.00	PM	ABIE	
	43		Plan de Prueba de LSMW	100	24.08.2006	LBRAND	300	DIA	100	1	0	1.00	PM	ABIE	
	44		Plan de Prueba de LSMW	100	24.08.2006	LBRAND	300	DIA	100	1	0	1.00	PM	ABIE	
	81		TEST DE TIEMPO CON ESTRATEGIA	100	20.07.2007	LBRAND	365	DIA	100	1	365	1.00	PM	ABIE	
Z_0002	11		Plan Prueba Contador	100	17.02.2006	LBRAND	30	DIA	80	1	22	1.00	PM	ABIE	
	31		vd	100	24.08.2006	LBRAND		DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	32		Plan de Mto	100	24.08.2006	LBRAND	365	DIA		1	2	1.00	PM	ABIE	
	33		Plan de Mto	100	24.08.2006	LBRAND	365	DIA		1	2	1.00	PM	ABIE	
	34		Plan de Mto	100	24.08.2006	LBRAND	365	DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	35		Plan de Mto	100	24.08.2006	LBRAND	365	DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	36		Plan de Mto	100	24.08.2006	LBRAND	365	DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	37		Plan de Prueba de LSMW	100	24.08.2006	LBRAND	300	DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	41		Plan de Prueba de LSMW	100	24.08.2006	LBRAND	300	DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
	42		Plan de Prueba de LSMW	100	24.08.2006	LBRAND	300	DIA		1	0	1.00	PM	ABIE	
Z_0003		MY-PLAN-002	Plan de mantenimiento Prueba PM - 2	100	18.05.2006	MYACARINI	365	DIA	100	1	269	1.00	PM	ABIE	01.01.2008
Z_KM01	122		Plan para ciclo indiv. con contador	100	24.05.2009	GAJUNDZ	365	DIA		1	7	1.00	PM	ABIE	

Fig. 4.20 Lista de Planes de Mantenimiento

Valores estándar Leyenda CargaCapacidad diar. CargaCapacidad sem. CargaCapacidad mens. Simulación plan MT Reinicializar Fe.plan

**Resumen de posiciones del plan PM, clasificadEquipos**

Objetos visualizados	Ene 2007			Feb 2007			Mar 2007			
	25	01	08	15	22	29	05	12	19	26
10005429 Llenadora de Botellas KRONES Mecafill vk	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fig. 4.21 Lista de Posiciones en Planes de Mantenimiento

Resumen progr.manten.forma de lista: Lst.res.programación mantenimiento

Posición de mantenimiento Planes de mantenimiento

S	Posición mantenim	Plan mant.prev.	Estrategia	Descripción posición de mantenimiento	Nº-toma	Fe.inic.progr.	Orden
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	1	17.12.2006	701000007
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	2	18.12.2006	701000008
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	3	26.12.2006	701000020
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	4	04.01.2007	701000021
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	5	17.01.2007	701000022
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	6	29.01.2007	701000023
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	7	12.02.2007	701000024
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	8	23.02.2007	701000025
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	9	07.03.2007	
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	10	20.03.2007	
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	11	01.04.2007	
	1281	731	BK100H	Mto Mec Llenadora cada 170 Hrs	12	14.04.2007	

Fig. 4.22 Lista del Programa de Mantenimiento

## Reportes del Sistema de Información

**Análisis de costes: Lista básica**

Cantidad Clase de orden: 5

Clase de orden	Núm. OrdMT	Ord. planif	Ord. no. pl.	Ord. concl.
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>7</b>
OT Mantenimiento Emergente - Backus	7	0	7	0
OT Mantenimiento Preventivo - Backus	11	0	11	3
OT Mantenimiento Programado - Backus	13	0	13	2
OT Cambio de Formato - Backus	1	0	1	1
OT Mantenimiento Edificios - Backus	1	0	1	1

Fig. 4.23 Estadística de Órdenes de Mantenimiento

**Análisis de costes: Lista básica**

Cantidad Clase de orden: 6

Clase de orden	Núm. OrdMT	Ord. planif	Ord. no. pl.	Ord. concl.
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>9</b>
ZBK1 OT Mantenimiento Emergente - B	9	0	9	5
ZBK2 OT Mantenimiento Preventivo - B				6
ZBK3 OT Mantenimiento Programado - B				1
ZBK4 OT Cambio de Formato - Backus				0
ZBK5 OT Mantenimiento Predictivo - B				0
ZBK8 OT Mantenimiento Edificios - B				0

**Grafico de seleccion de costos**

- Órdenes entradas
- Órdenes planificadas
- Órdenes no planif.
- Órdenes concluidas
- Costes mat. propio
- Costes sal. interno
- Costes servicios
- Órdenes inmediatas
- Suma costes reales
- Suma de costes plan

Fig. 4.24 Costos en Órdenes de Trabajo

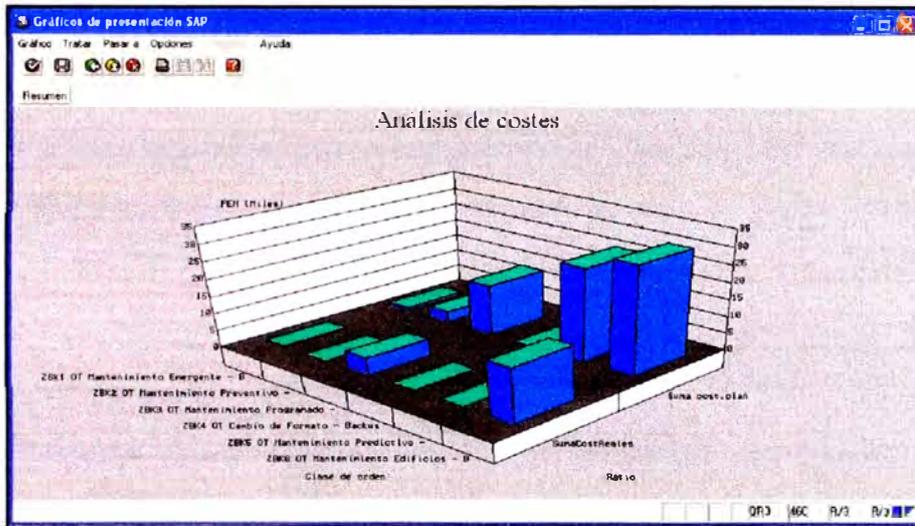


Fig. 4.25 Grafica de Costos en Ordenes de Mantenimiento

Capacidad de realizar desglose de datos: navegación drill down por cada concepto

Cantidad Clase de orden: 2

Clase de orden	Núm.OrdNT	OrdInmed	Ord.plantF	Ord.no.pl	Ord.cerr.	Est.tot.reales	TotalCostesPlan.
<b>Total</b>	19	0	4	14	0	36.10 SOL	28.286.45 SOL
Orden de mantenimiento	15	0	0	14	0	6.00 SOL	28.118.55 SOL
Orden de renovación	4	0	4	0	0	30.10 SOL	167.98 SOL

Clase de orden: Orden de mantenimiento

Cantidad Clase actividad PH: 1

Clase actividad PH	Núm.OrdNT	OrdInmed	Ord.plantF	Ord.no.pl	Ord.cerr.	Est.tot.reales	TotalCostesPlan.
<b>Total</b>	15	0	0	14	0	6.00 SOL	28.118.55 SOL
Inspección	15	0	0	14	0	6.00 SOL	28.118.55 SOL

Clase de orden: Orden de mantenimiento, Clase actividad PH: Inspección

Cantidad Ubicación técnica: 5

Ubicación técnica	Núm.OrdNT	OrdInmed	Ord.plantF	Ord.no.pl	Ord.cerr.	Est.tot.reales	TotalCostesPlan.
<b>Total</b>	15	0	0	14	0	6.00 SOL	28.118.55 SOL
AREA 1	1	0	0	1	0	0.00 SOL	0.00 SOL
BOMBAS	2	0	0	2	0	6.00 SOL	164.73 SOL
ELECTRIC MOTOR 03 LUBRICATION	9	0	0	8	0	0.00 SOL	27.762.79 SOL
CYCLON # 6	1	0	0	1	0	0.00 SOL	0.00 SOL
	2	0	0	2	0	0.00 SOL	191.12 SOL

Equipo	Num.OrdM	OrdInmed	Ord.plantf	Ord.no.pl	Ord.carr.	Cost.tot.reales	TotalCostesPlan
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0.00 SOL</b>	<b>27.762,70 SOL</b>
Motor 500HP 440V,1800RPM	4	0	0	3	0	0.00 SOL	25.750,35 SOL
Motor 500HP 440V,1800RPM	3	0	0	3	0	0.00 SOL	2.012,35 SOL
Bomba principal 1000HP ND0001	1	0	0	1	0	0.00 SOL	0.00 SOL
Bomba principal 1000HP ND0001	1	0	0	1	0	0.00 SOL	0.00 SOL

Mes	Num.OrdM	OrdInmed	Ord.plantf	Ord.no.pl	Ord.carr.	Cost.tot.reales	TotalCostesPlan
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0.00 SOL</b>	<b>25.750,35 SOL</b>
06.2008	4	0	0	3	0	0.00 SOL	25.750,35 SOL

Fig. 4.26 Desglose de Órdenes de Mantenimiento

### Expectativas

- Guardar un historial con toda la información necesaria de cada uno de los documentos generados en SAP (Avisos, órdenes, doc.de medida, etc.), para poder ser visualizados de manera ordenada en el sistema cuando se requiera.
- Guardar un historial con toda la información necesaria de cada uno de los objetos técnicos (Equipos, Ubic.Tec, Lista de materiales, etc.) generados en el sistema, para poder ser visualizados de manera ordenada en el sistema cuando se requiera.
- Poder generar reportes dinámicos según requerimientos del usuario, los cuales sean exportables a documentos Microsoft.

- Permitan mostrar gráficos comparativos del historial de la data en el transcurso del tiempo.
- Poder estimar según estadísticas de ocurrencias pasadas, los tiempos medios entre fallas (MTBR), los tiempos medios de reparación (MTTR), además de las causas, síntomas y partes de averías frecuentes.
- Poder visualizar montos sumariados e individuales referentes a los costos planificados versus costos reales dentro de un intervalo de tiempo determinado.

#### **4.5. Factores Críticos**

- Participación activa de las gerencias (dueños de procesos) en las fases del proyecto.
- Usuarios claves (key user) con conocimiento pleno de los procesos de su área, incluyendo las políticas, los controles y los reportes correspondientes.
- Medición clara y permanente del alcance del proyecto.
- Compromiso absoluto por parte de los consultores del proyecto.
- Controlar y verificar minuciosamente la preparación de la data maestra (Carga de datos maestros).
- Construir los diferentes escenarios de prueba de acuerdo al Modelo del negocio (Business BluePrint) y comprobar que los resultados son los esperados por K-user y dueños de los procesos.
- Gestión del cambio en la organización

#### 4.6. Transacciones Importantes

Transacción	Descripción
<b>CT04</b>	Gestión de Características
<b>CL01</b>	Crear Clase
<b>CL02</b>	Gestión de Clase
<b>IL01</b>	Crear Ubicación Técnica
<b>IL02</b>	Modificar Ubicación Técnica
<b>IE01</b>	Crear Equipo
<b>IE02</b>	Modificar Equipo
<b>IK01</b>	Crear Punto de Medida
<b>IK02</b>	Modificar Punto de Medida
<b>IB01</b>	Crear Lista de Materiales para Equipos
<b>IB02</b>	Modificar Lista de Materiales para Equipos
<b>IR01</b>	Crear Puesto de Trabajo
<b>IR02</b>	Modificar Puesto de Trabajo
<b>QS41</b>	Procesar Catálogo
<b>IA01</b>	Crear Hoja de Ruta para Equipo
<b>IA02</b>	Modificar Hoja de Ruta de Equipo
<b>IA11</b>	Crear Hoja de Ruta Ubicación Técnica
<b>IA12</b>	Modificar Hoja de Ruta Ubicación Técnica
<b>IP41</b>	Crear Plan de Mantenimiento Preventivo

## CAPITULO V

### MEJORAS EN LOS INDICADORES DE GESTION/COSTOS Y OTROS

#### 5.1 DISPONIBILIDAD MECANICA

Para el cálculo del indicador de disponibilidad mecánica, se utilizara la siguiente fórmula:

$$DISPONIBILIDAD MECANICA = \frac{HP - HMP - HMC}{HP}$$

Donde:

HP: Horas programadas

HMP: Horas de mantenimiento preventivo

HMC: Horas de mantenimiento correctivo

- **Disponibilidad Mecánica Total**

Cuadro 5.1 Disponibilidad Mecánica

AÑO	DISPONIBILIDAD MECANICA
2008	96.8%
2009	96.7%
2010	97.5%
2011	98.0%

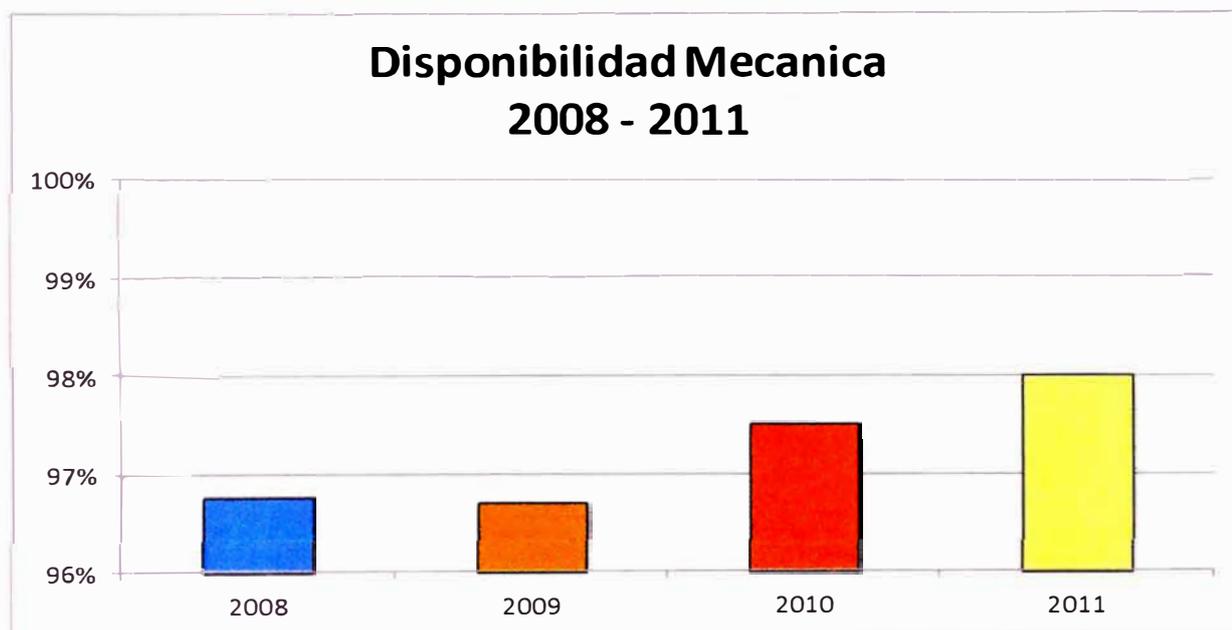


Figura 5.1 Disponibilidad Mecánica

- Disponibilidad Mecánica por áreas

Cuadro 5.2 Disponibilidad Mecánica por área

ÁREA	2008	2009	2010	2011
CHANCADO PRIMARIO	96.8%	96.3%	98.9%	98.6%
CHANCADO SECUNDARIO	97.0%	97.4%	98.5%	98.7%
CHANCADO TERCARIO	96.9%	97.0%	98.3%	98.9%
MOLIENDA PRIMARIA	96.1%	95.9%	96.2%	96.8%
MOLIENDA SECUNDARIA	96.1%	96.2%	97.0%	97.2%
FLOTACION	97.2%	97.2%	97.5%	98.4%
<b>TOTAL</b>	<b>96.8%</b>	<b>96.7%</b>	<b>97.5%</b>	<b>98.0%</b>

## Disponibilidad Mecánica por Areas 2008 - 2011

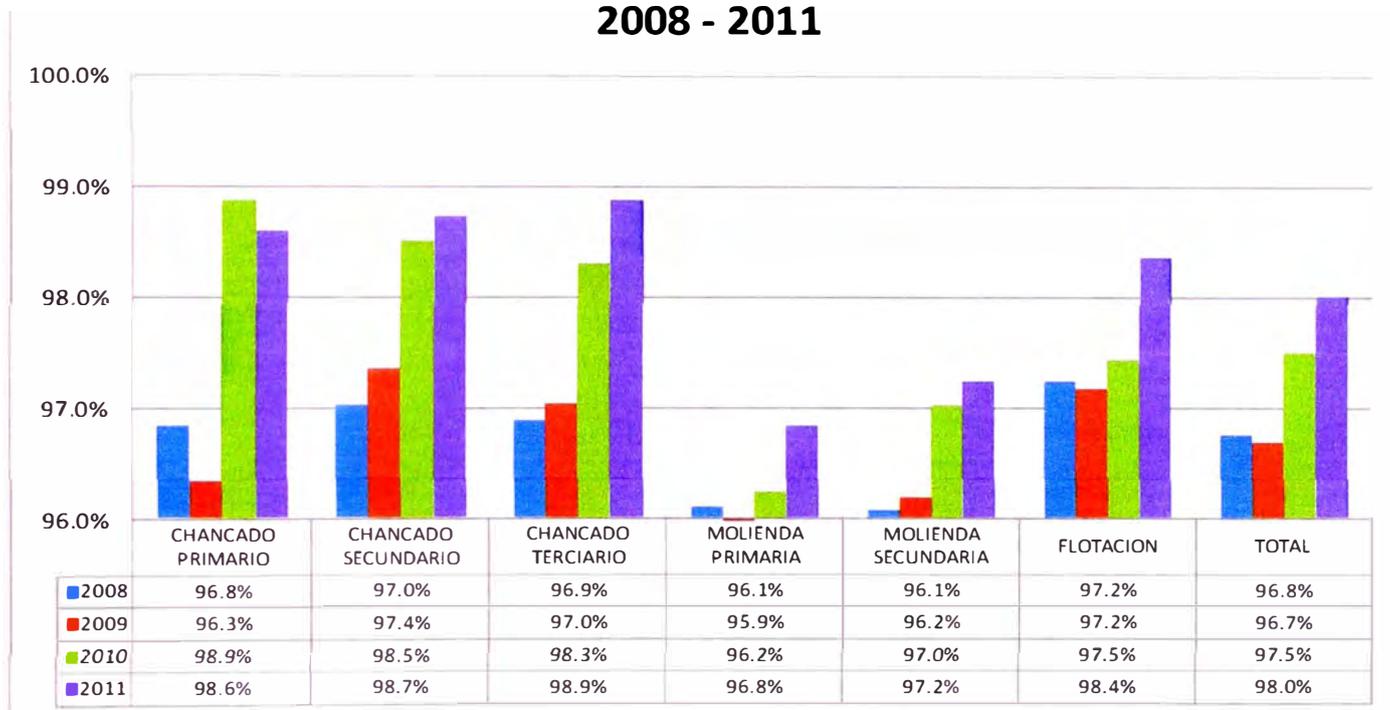


Figura 5.2 Disponibilidad Mecánica por área

### 5.2 UTILIZACION DE EQUIPO

Para el cálculo del indicador de disponibilidad mecánica, se utilizara la siguiente fórmula:

$$UTILIZACION DE EQUIPO = \frac{HO}{HP}$$

Donde:

HO: Horas de operación

HP: Horas programadas

- **Utilización de Equipo Total**

Cuadro 5.3 Utilización de Equipo Total

<b>AÑO</b>	<b>UTILIZACIÓN DE EQUIPO</b>
2008	<b>82.2%</b>
2009	<b>81.6%</b>
2010	<b>83.3%</b>
2011	<b>85.4%</b>



Figura 5.3 Utilización de Equipo Total

- Utilización de Equipo por área

Cuadro 5.4 Utilización de Equipo por área

AREA	2008	2009	2010	2011
CHANCADO PRIMARIO	38.8%	37.5%	41.8%	48.3%
CHANCADO SECUNDARIO	53.0%	50.8%	56.5%	60.0%
CHANCADO TERCARIO	49.4%	46.0%	54.1%	57.7%
MOLIENDA PRIMARIA	96.0%	95.8%	96.1%	96.7%
MOLIENDA SECUNDARIA	96.0%	96.1%	96.9%	97.1%
FLOTACION	96.2%	96.2%	96.2%	97.6%
TOTAL	85.6%	85.1%	88.1%	89.2%

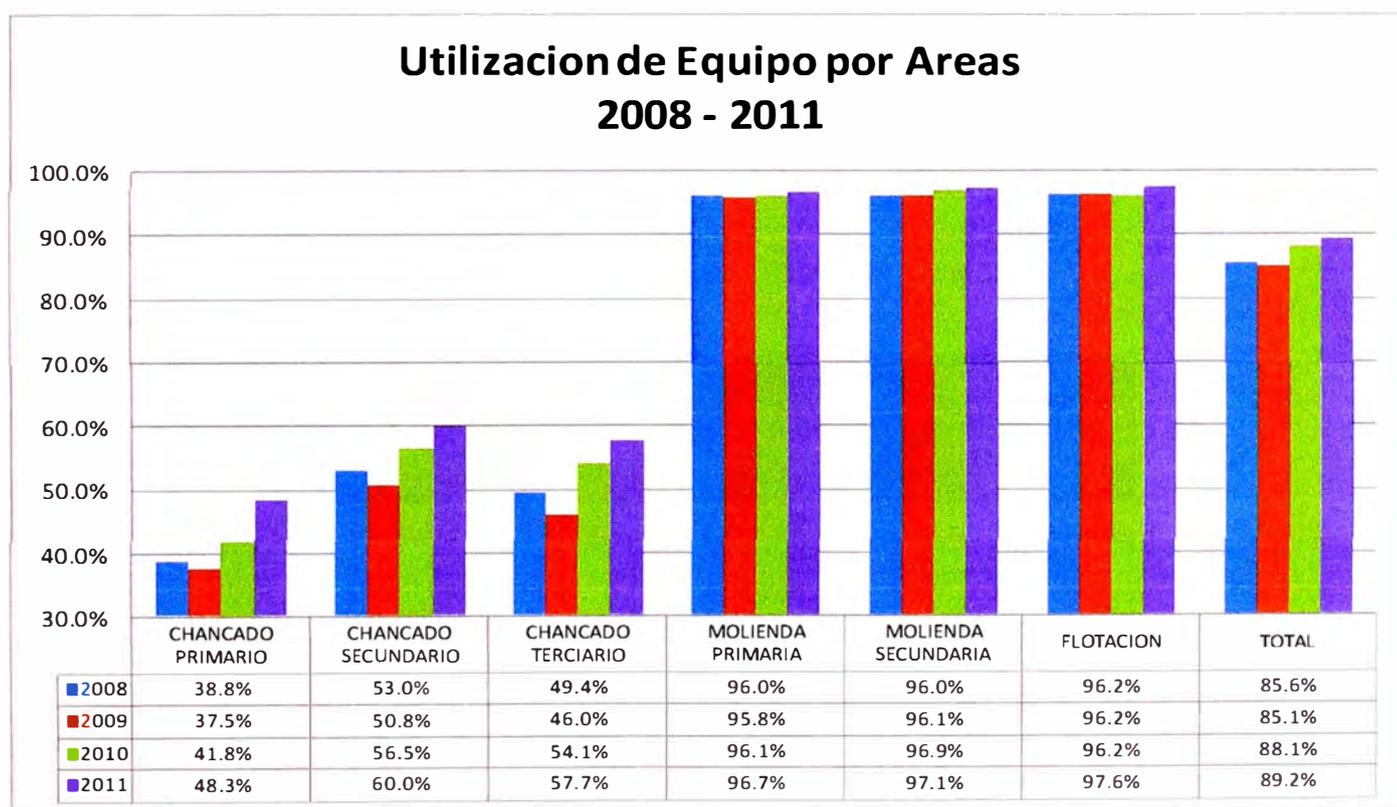


Figura 5.4 Utilización de Equipo por área

### 5.3 COSTO UNITARIO DE MANTENIMIENTO (\$/TON)

Para el cálculo del indicador de costo por tonelada, se utilizara la siguiente fórmula:

$$\text{COSTO UNITARIO DE MANTENIMIENTO} = \frac{CM}{TT}$$

Donde:

CM: Costo total de mantenimiento (no se incluye las inversiones)

TT: Toneladas tratadas por la planta concentradora

- Costo de mantenimiento por tonelada total.

Cuadro 5.5 Costo de Mantenimiento por Tonelada Tratada

AÑO	COSTO DE MANTENIMIENTO (\$)	TONELADA TRATADA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR TONELADA (\$/Ton)
2008	1,834,105.8	416,540.0	4.40
2009	1,980,834.3	427,130.0	4.64
2010	1,925,811.1	444,780.0	4.33
2011	1,962,493.2	465,960.0	4.21

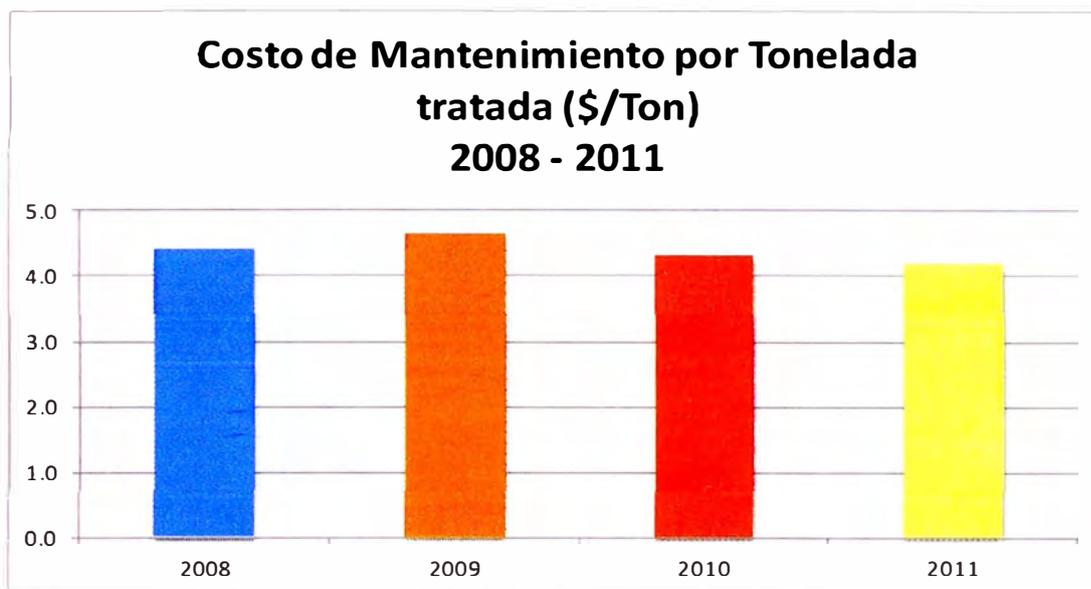


Figura 5.5 Costo de Mantenimiento por tonelada tratada

- **Costo de mantenimiento por tonelada total por área**

Cuadro 5.6 Costo de Mantenimiento por Tonelada Tratada por área (\$/Ton)

AREA	2008	2009	2010	2011
CHANCADO	1.31	1.18	1.10	1.08
MOLIENDA	1.68	1.71	1.46	1.24
FLOTACION	0.75	0.97	1.03	1.08
ESPEZAMIENTO	0.15	0.24	0.22	0.28
FILTRADO	0.17	0.19	0.21	0.25
SERVICIOS GENERALES	0.35	0.35	0.31	0.29
<b>TOTAL</b>	<b>4.40</b>	<b>4.64</b>	<b>4.33</b>	<b>4.21</b>

### Costo de Mantenimiento por tonelada tratada (\$/Ton) 2008 - 2011

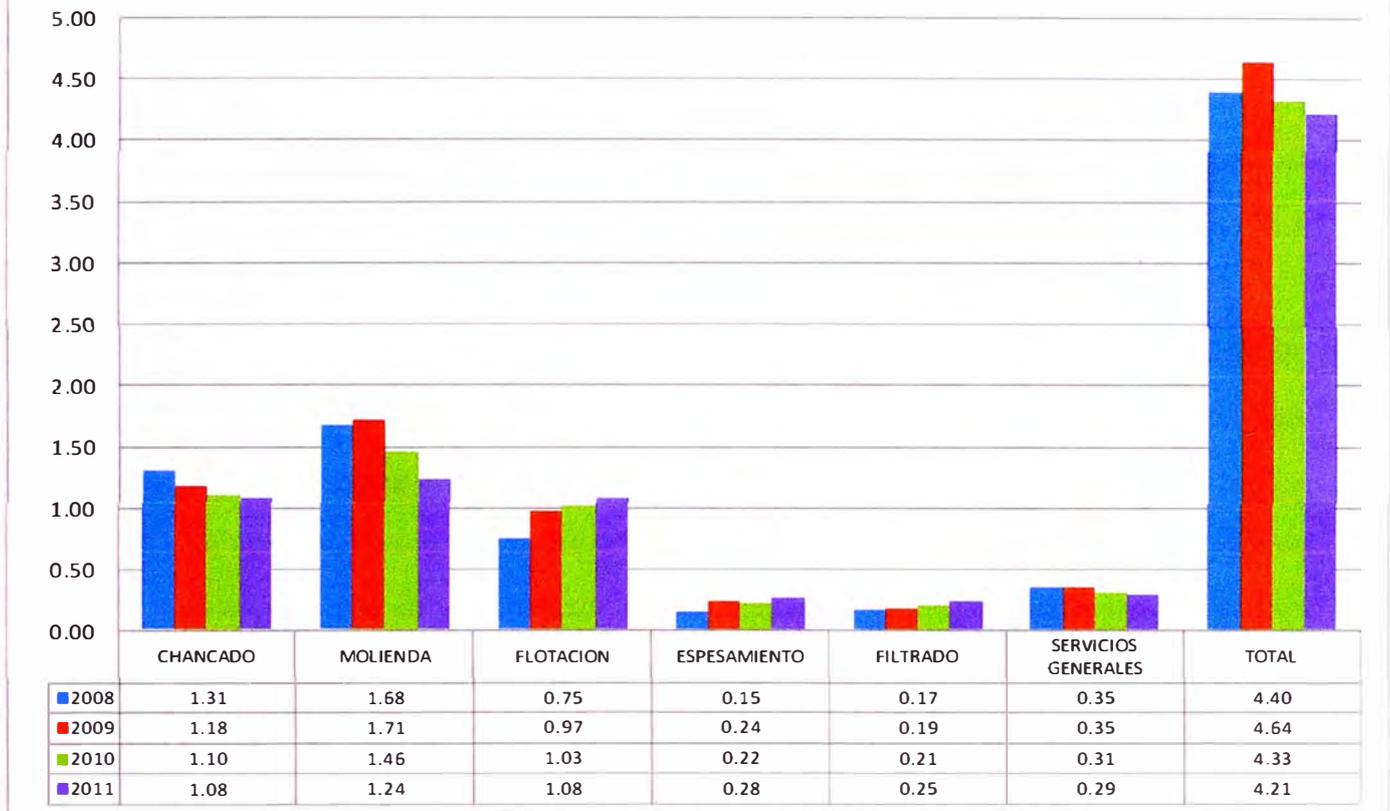


Figura 5.6 Costo de Mantenimiento por tonelada tratada

## CONCLUSIONES

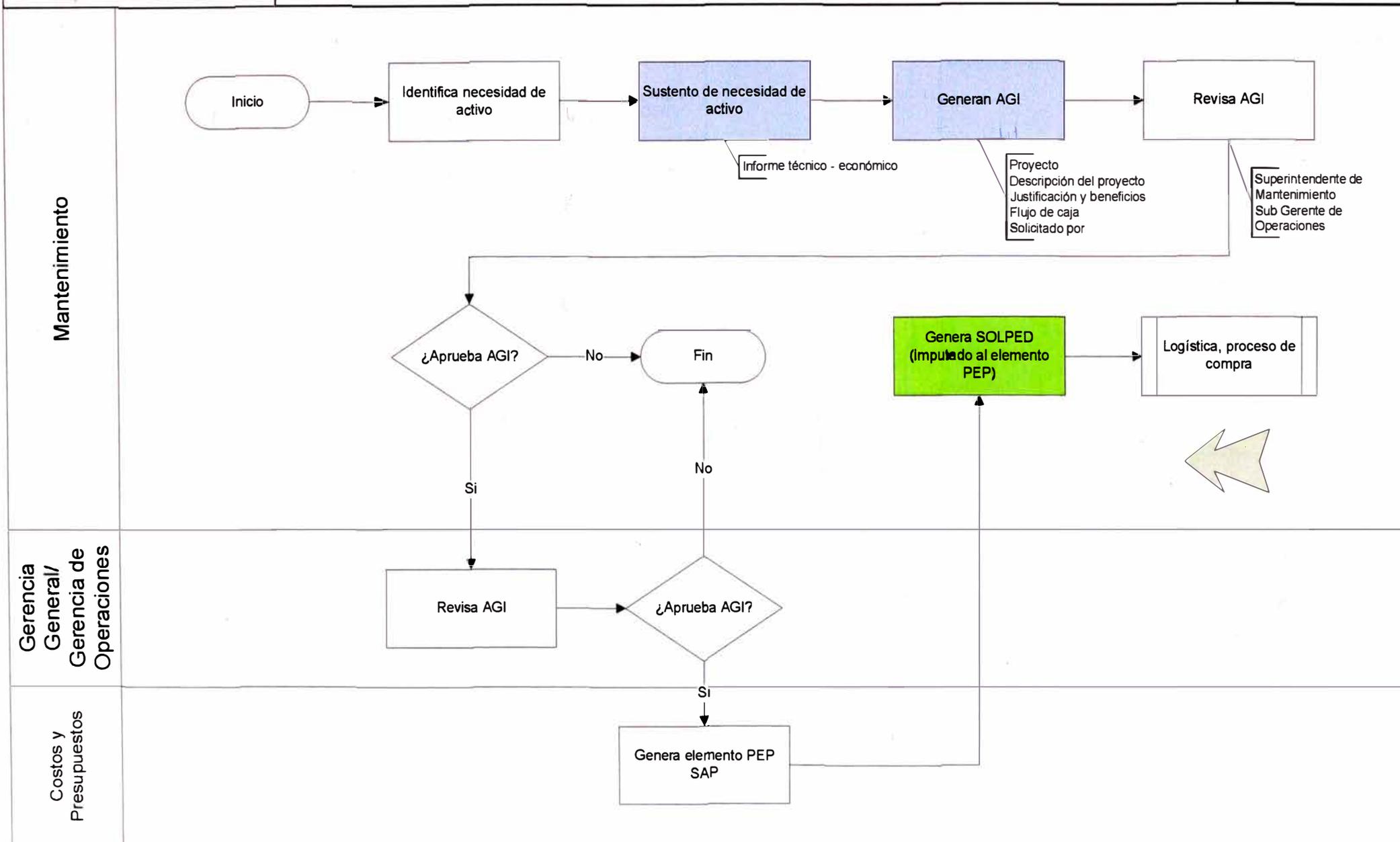
1. Se demuestra que el proyecto de implementación del modulo PM fue una herramienta de mucha ayuda en la gestión del mantenimiento y esto se demuestra en la mejora de los indicadores de mantenimiento y costos.
2. El modulo PM ha contribuido en gran medida a aumentar el servicio de mantenimiento preventivo a los equipos críticos, y esto se ha reflejado en haber bajado las horas de parada de los equipos, y evitar paradas intempestivas.
3. La implementación del modulo PM, ha asegurado el retorno de la inversión, debido a los cambios en los procesos y a los nuevos enfoques organizacionales que se manejan en las aéreas de mantenimiento.
4. Al ser el SAP un software integrado (con los módulos de costos y logística), se tiene un mejor control en consumos de repuestos, materiales o servicios lo que conlleva a mejorar en los indicadores de costos de mantenimiento.
5. Se demuestra que optimizando la gestión del mantenimiento de una empresa, se contribuye en la ganancia adicional de la empresa, ya que al aumentar la disponibilidad, confiabilidad y operatividad de los equipos la planta ha aumentado el tonelaje de mineral tratado.
6. A pesar que la planta aumentado su tratamiento de mineral, el costo unitario ha disminuido, debido a la disminución de parada de equipos por correctivos, y al aumento del nivel de prevención en los equipos.
7. Se lleva un mejor control de las actividades de mantenimiento, ya que todo trabajo es registrado en una orden de trabajo y esta a su vez en el sistema.
8. Finalmente se concluye que cualquier tipo de software de mantenimiento será de utilidad en base a la calidad de información que le ingresemos, si no le ingresamos la información correcta y veraz, es fijo que el sistema será un factor en contra en la toma de decisiones.

## RECOMENDACIONES

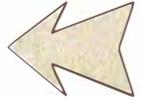
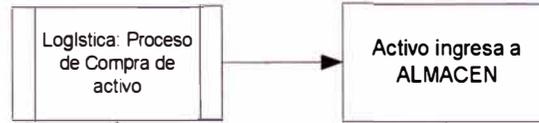
1. Antes de implementar este modulo PM en una empresa, hacer las visitas a otras empresas que tengan el sistema, e investigar qué factores críticos tuvieron en la implementación o post implementación para no cometer los mismos errores.
2. Darle la mayor importancia a la fase del proyecto del BPP, que será el documento en el cual se basara y documentara de qué forma trabajara el sistema.
3. Hacer extensivo la implementación a la flota de equipos de mina, una vez que se concluya con la etapa de optimización en la planta concentradora.
4. Motivar continuamente al personal operativo al ingreso continuo y confiable de la información al sistema, haciéndole entender que los beneficios que brindara esta herramienta, será para todos los que componen la organización.
5. Coordinar con el área de sistemas de la organización, en que los reportes de mantenimiento requeridos los emita el SAP, y no tener que exportar la información a una hoja de base de datos, que en resumen es duplicar el trabajo y pérdida de horas.

## BIBLIOGRAFIA

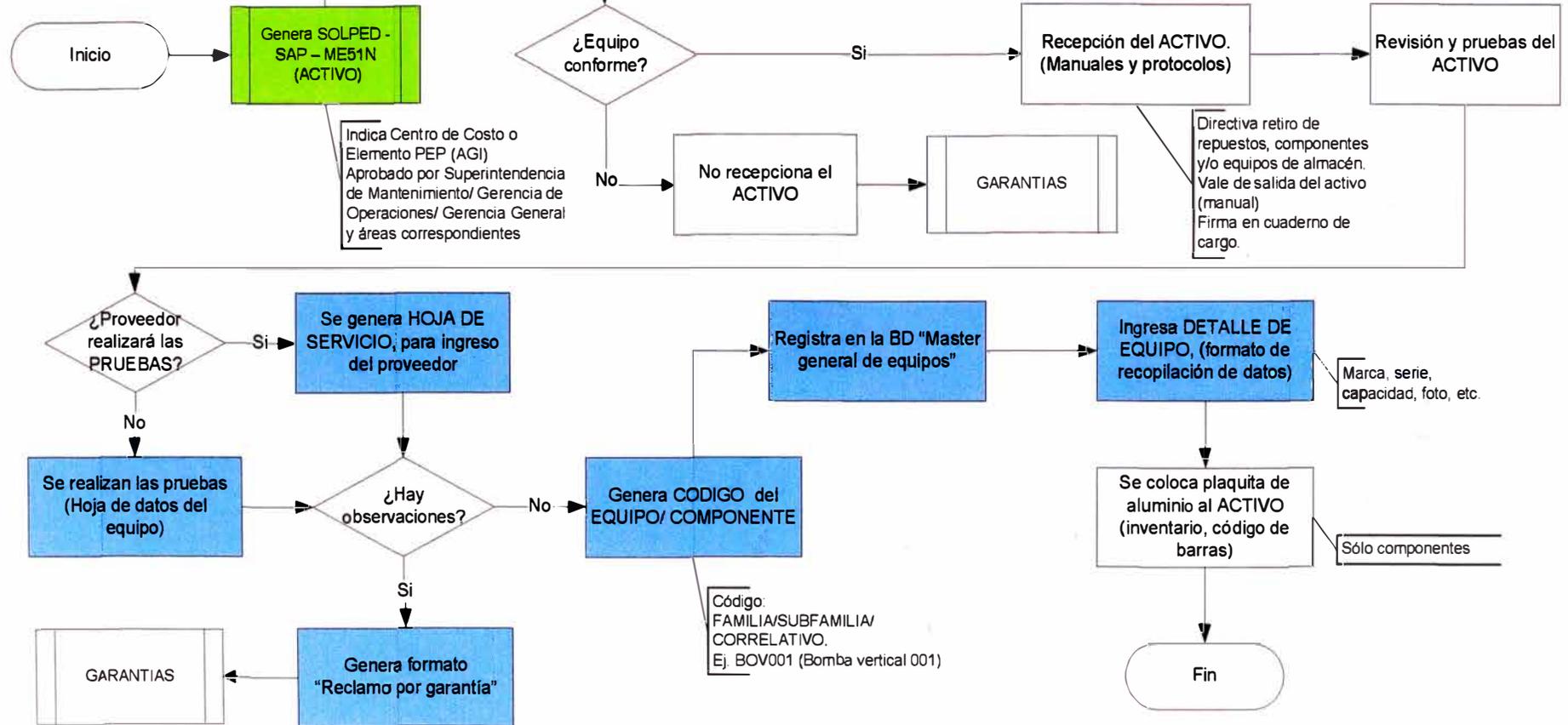
1. Lourival Tavares - Gestión Moderna del Mantenimiento – 2002
2. Maintenance – Jasper Coetzee - 2008
3. CIA Minera Volcán - BBP de Minera Volcán - 2006
4. Jaime Collantes - Gestión del mantenimiento, Curso de Especialización PUCP- 2011
5. Augusto Ayesta - Estrategia de Mantenimiento Moderno, Curso de Especialización PUCP - 2011
6. <http://www.mantenimientomundial.com.pe>
7. <http://www.help.sap.com>



Almacén/ Logística



Mantenimiento



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

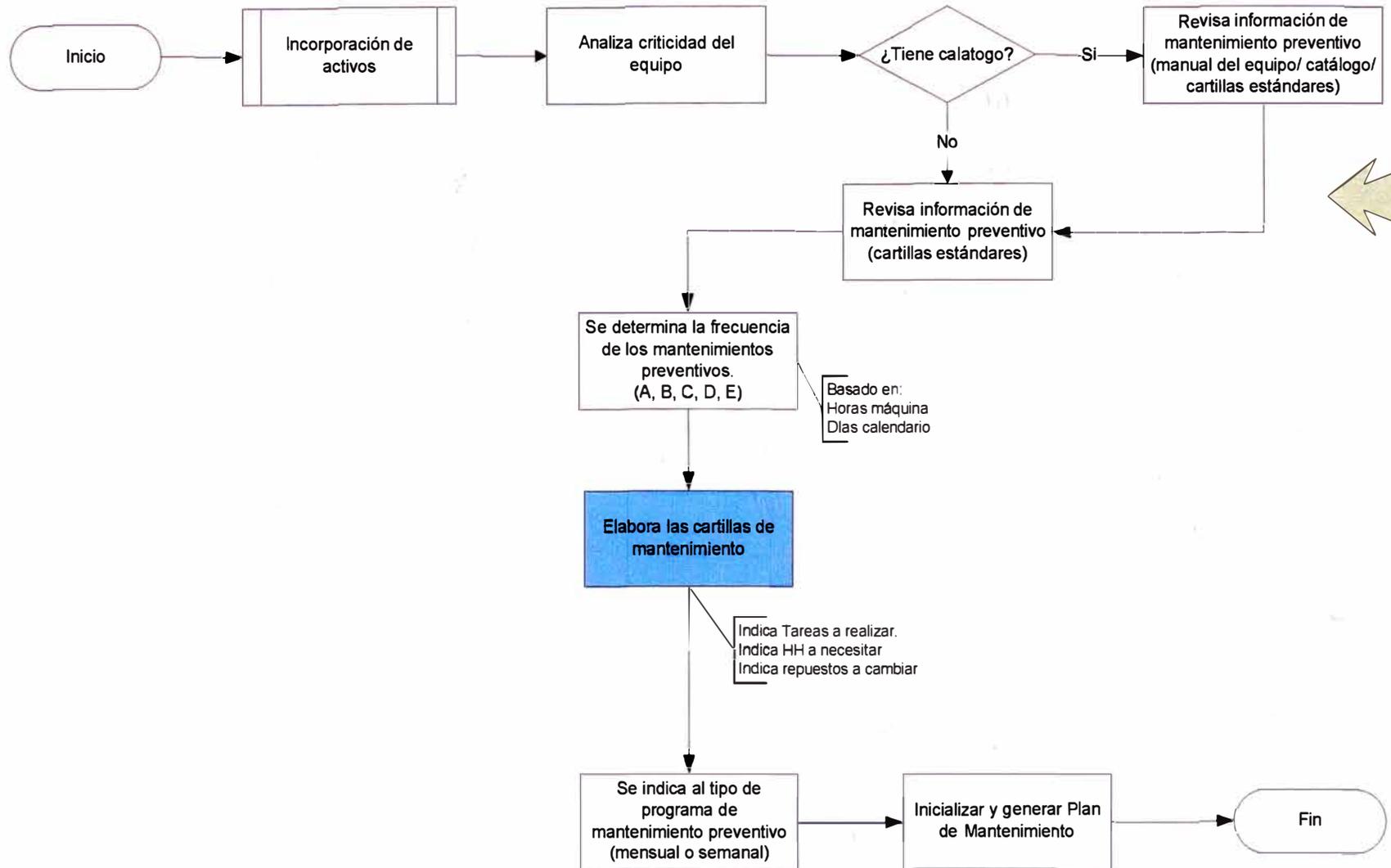
Revisado por:

Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

Planeamiento



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

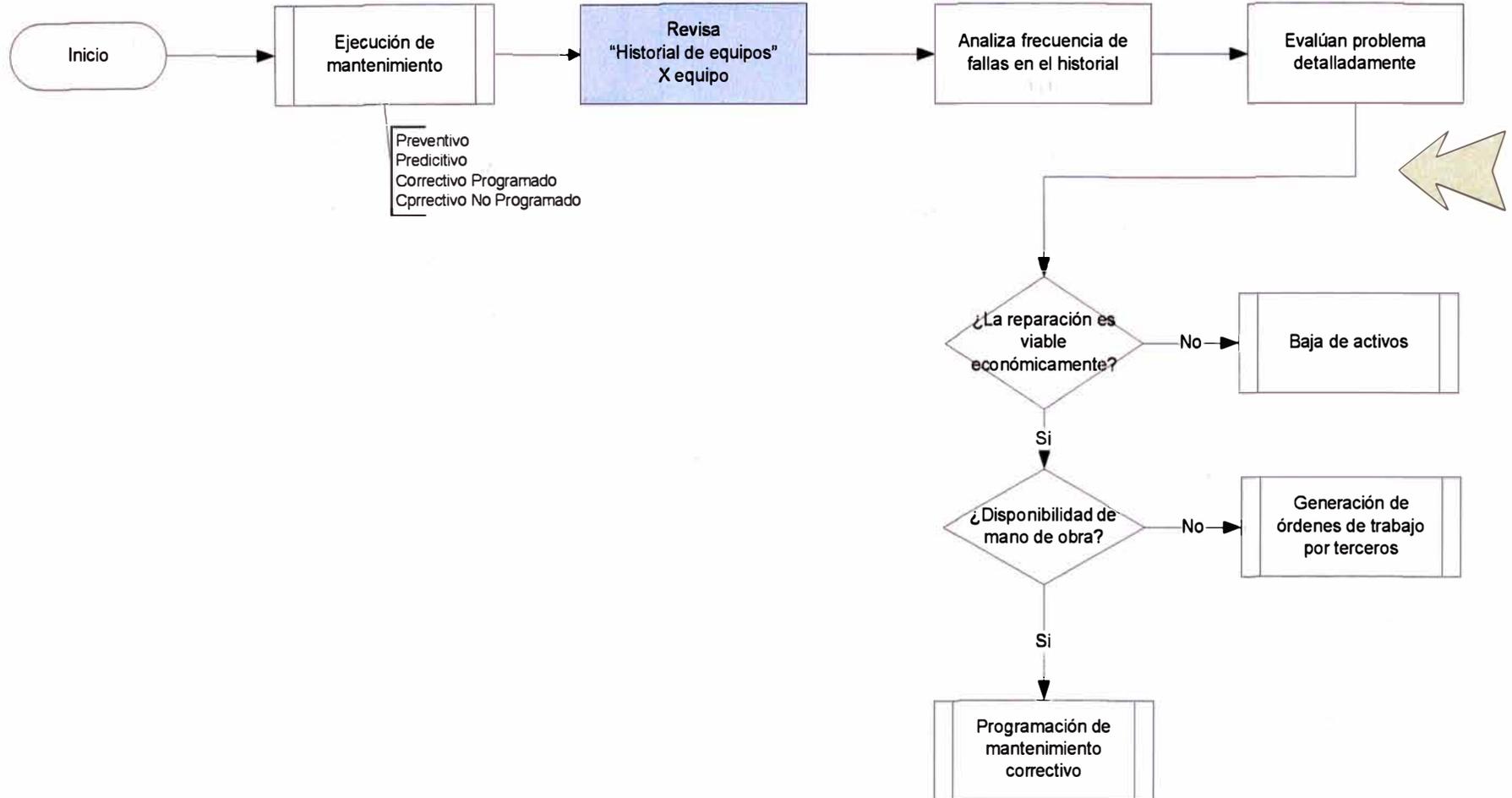
Revisado por:

Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

Jefaturas de áreas de mantenimiento



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
 Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

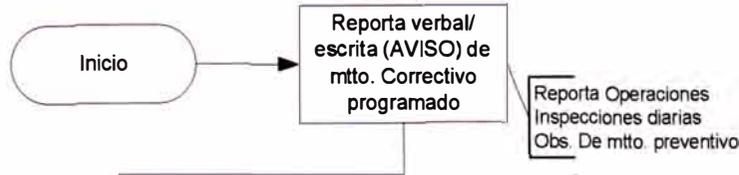
Revisado por:

Martin Gutiérrez  
 Superintendente de Mantenimiento

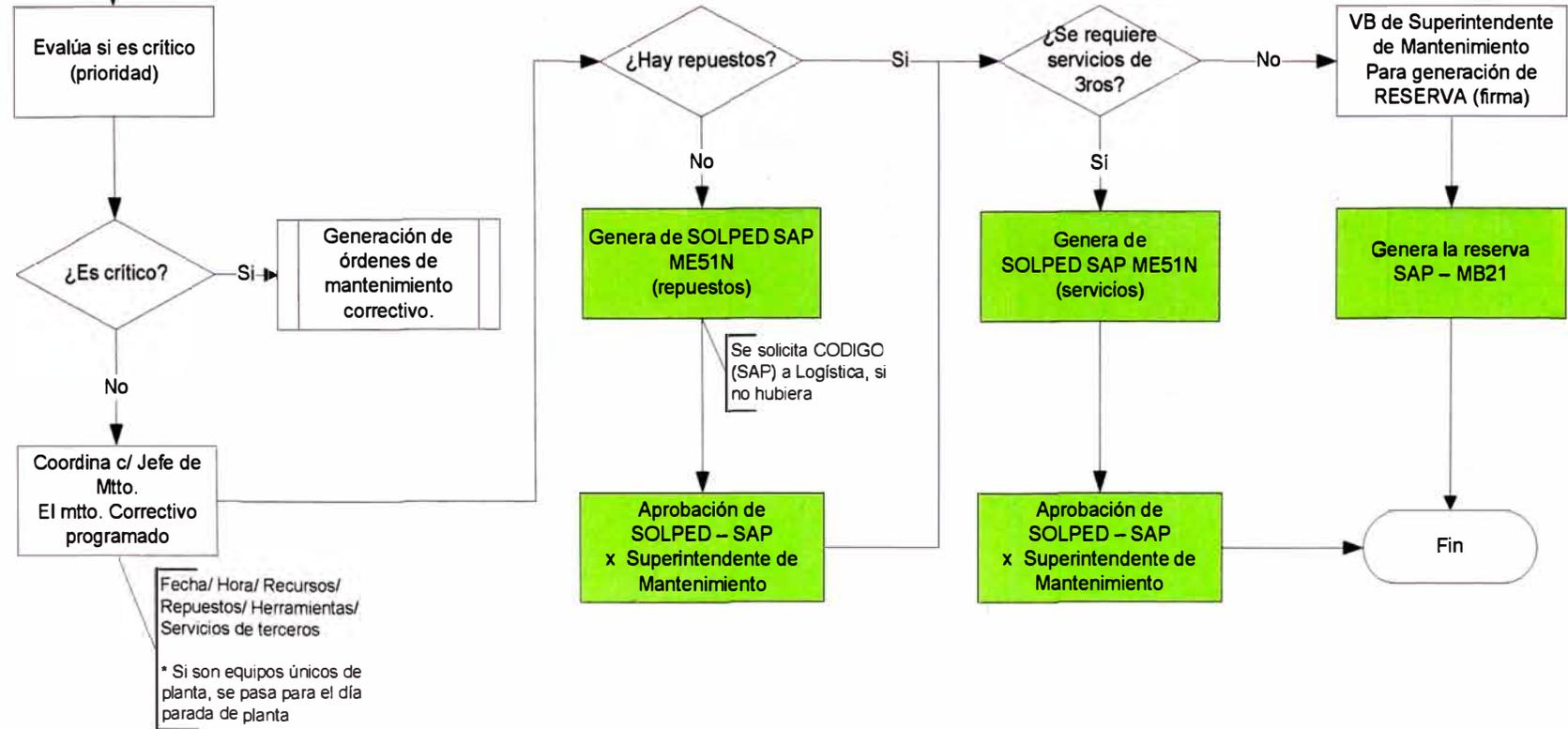
Aprobado por:

Alberto Chumacero  
 Gerente De Operaciones

Operaciones/  
Supervisores



Planeamiento



Elaborado por:

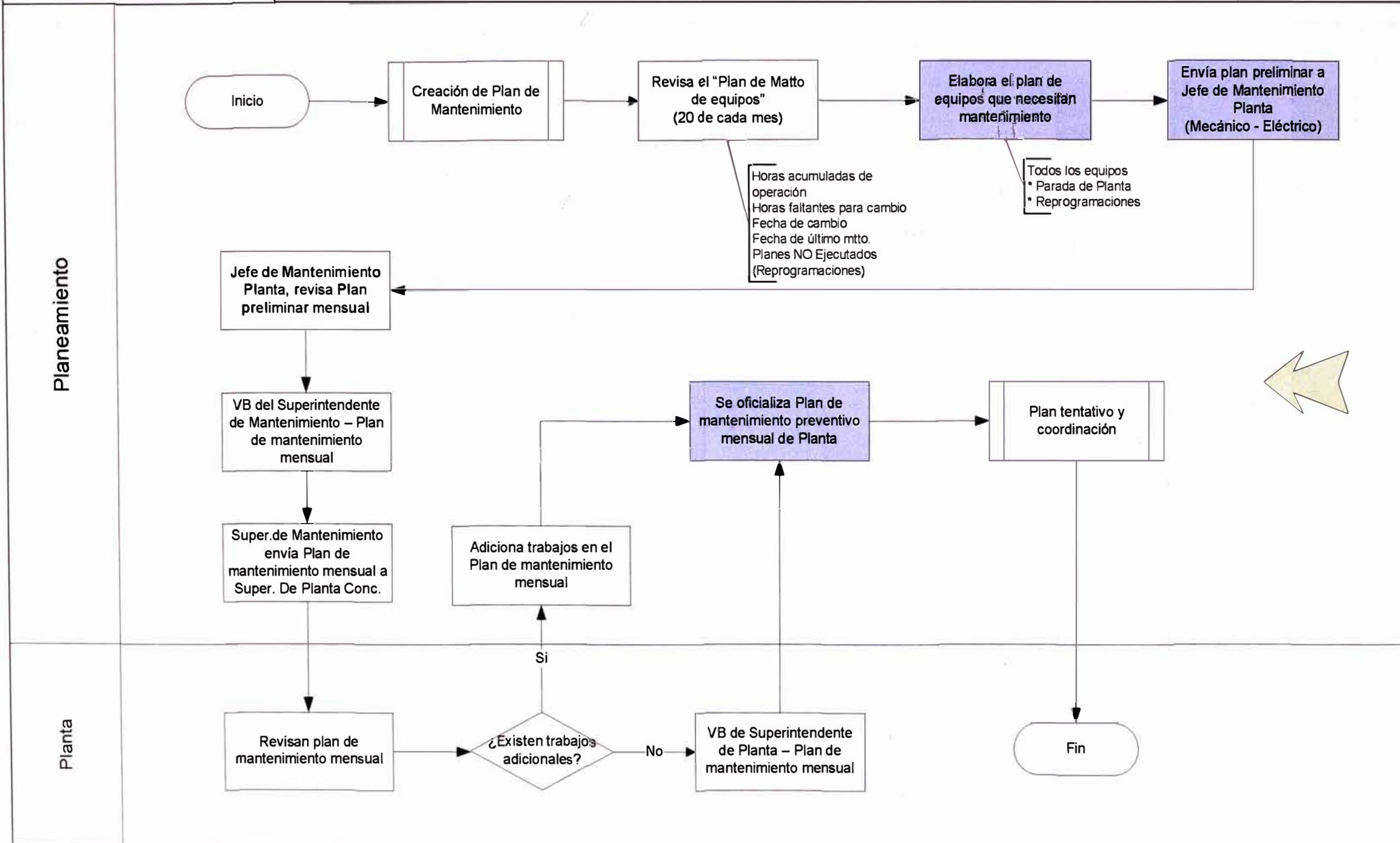
Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
 Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

Revisado por:

Martin Gutiérrez  
 Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
 Gerente De Operaciones



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

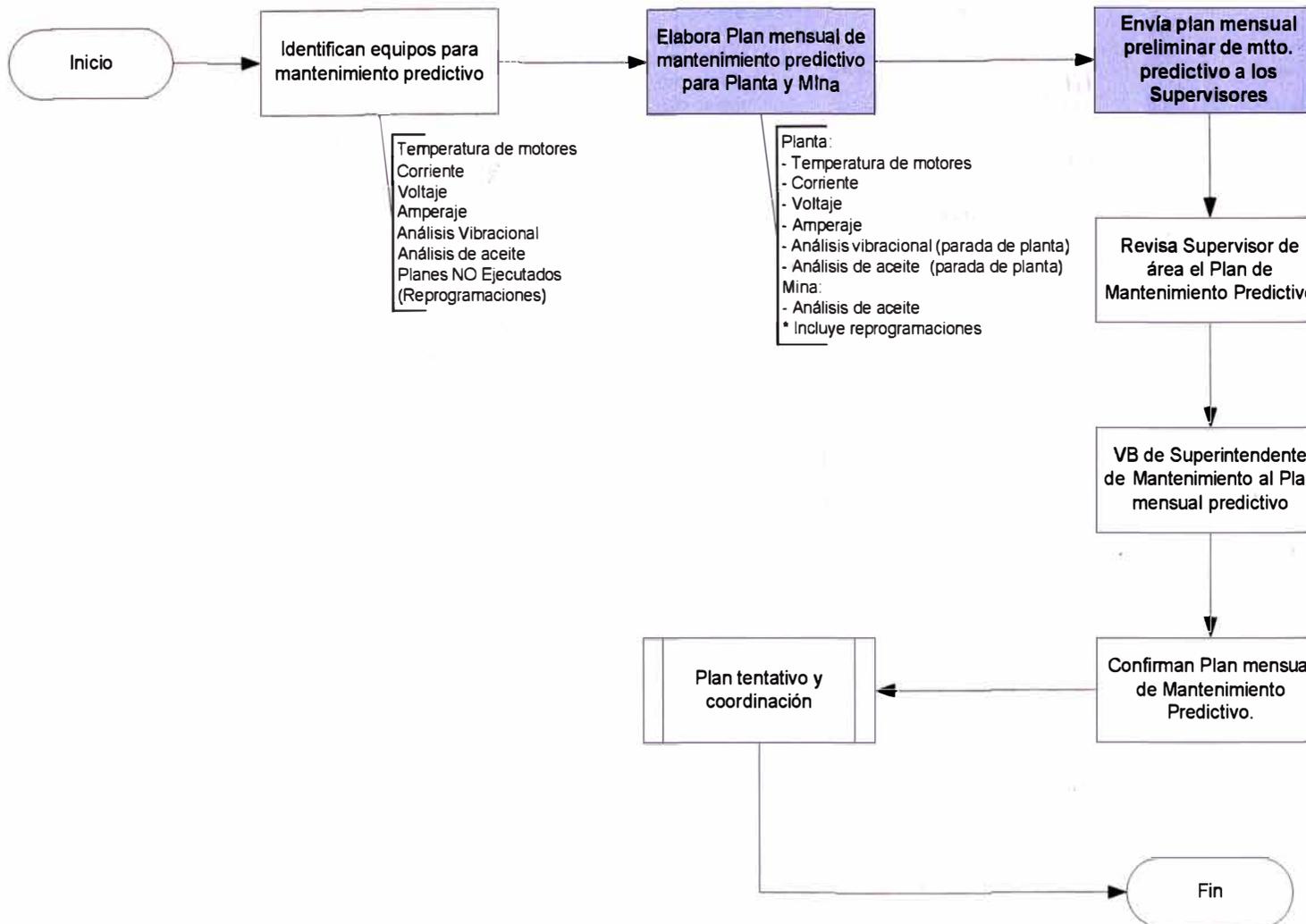
Revisado por:

Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

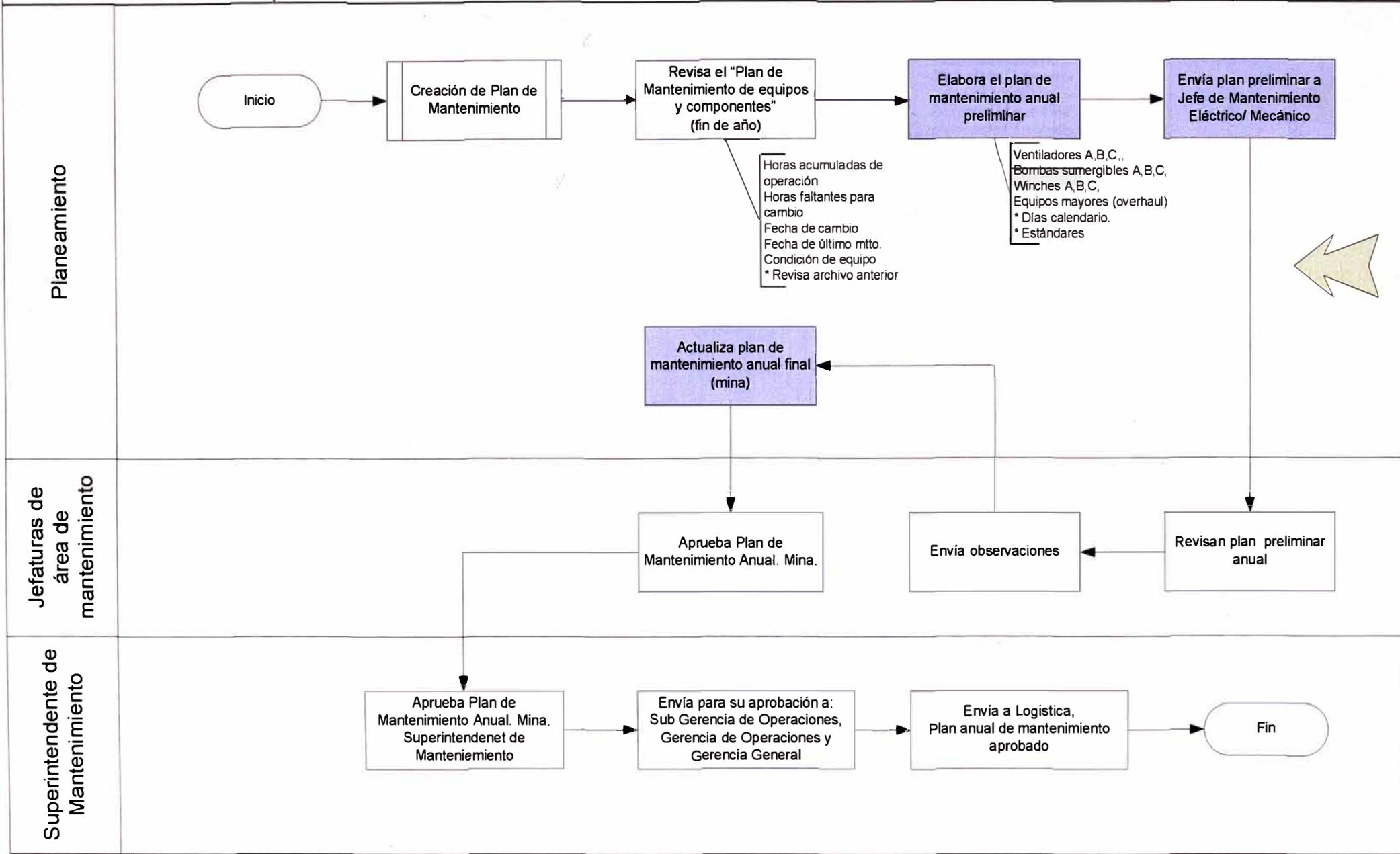
Planeamiento



Elaborado por: Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

Revisado por: Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

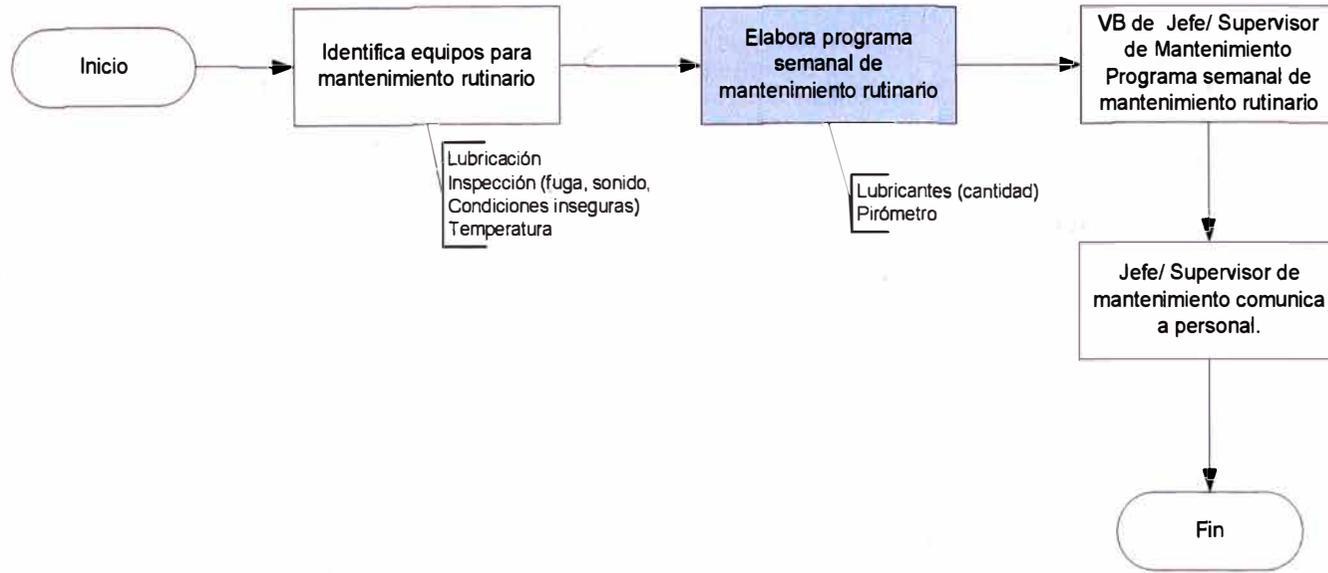
Revisado por:

Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

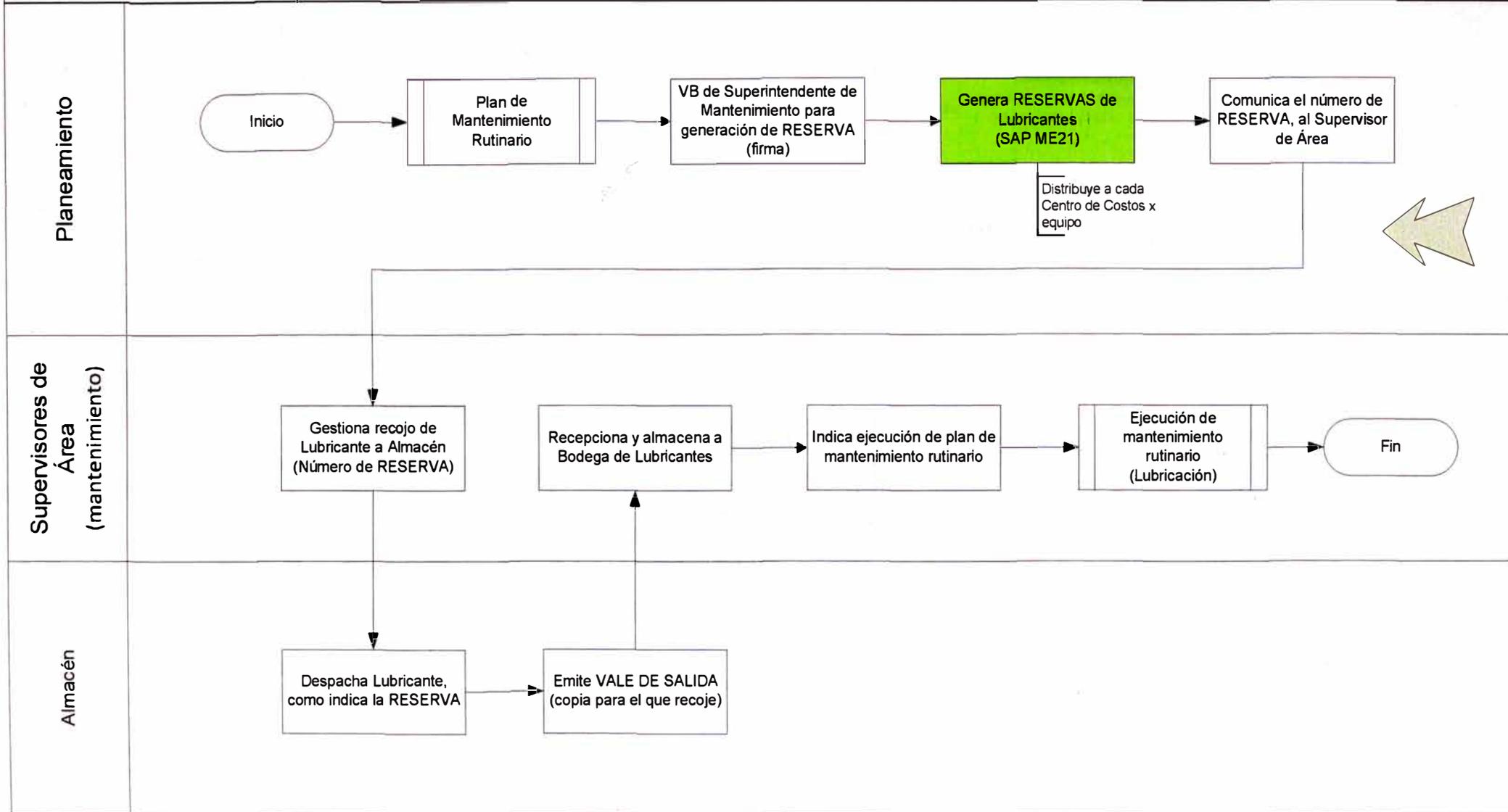
Aprobado por:

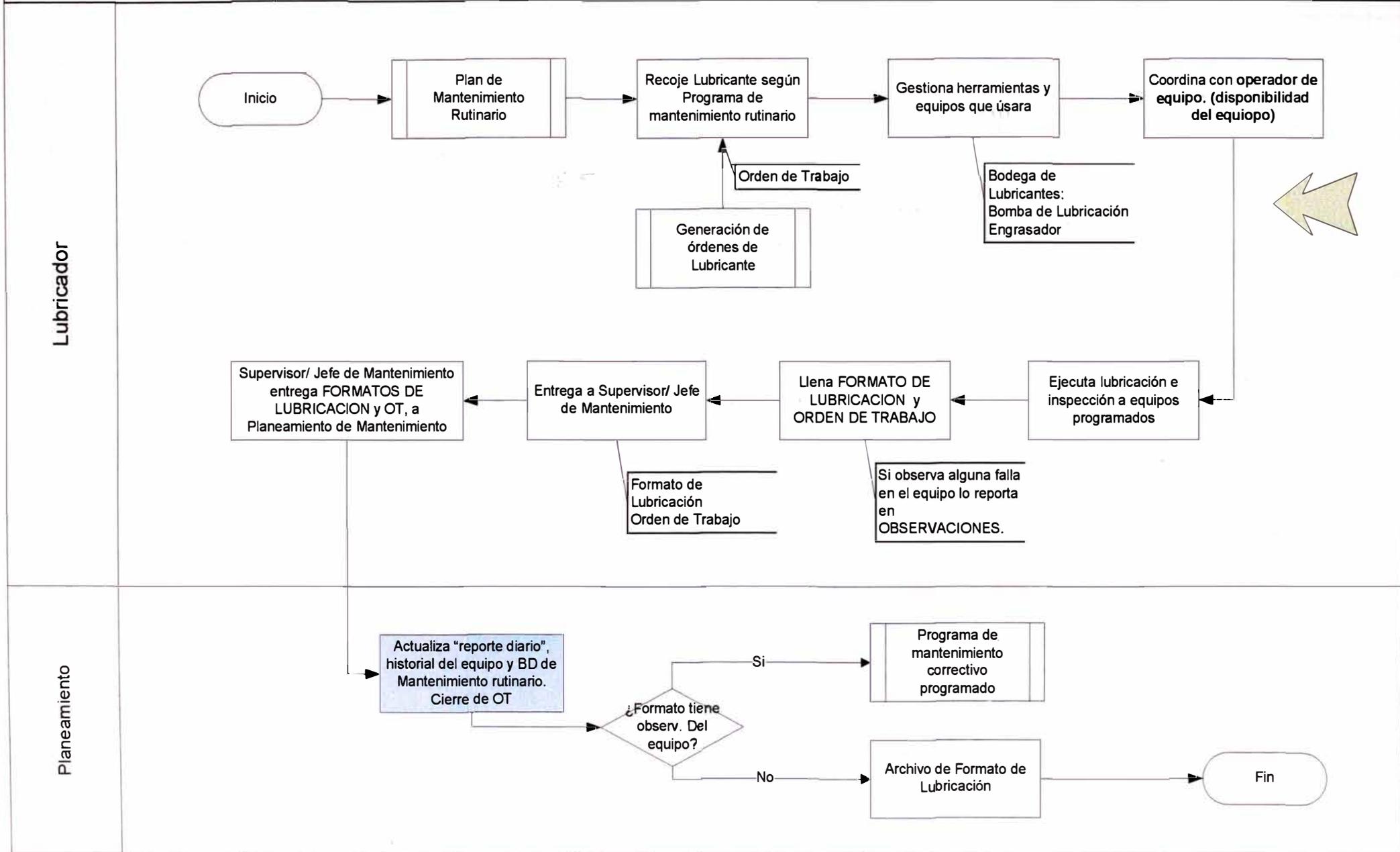
Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

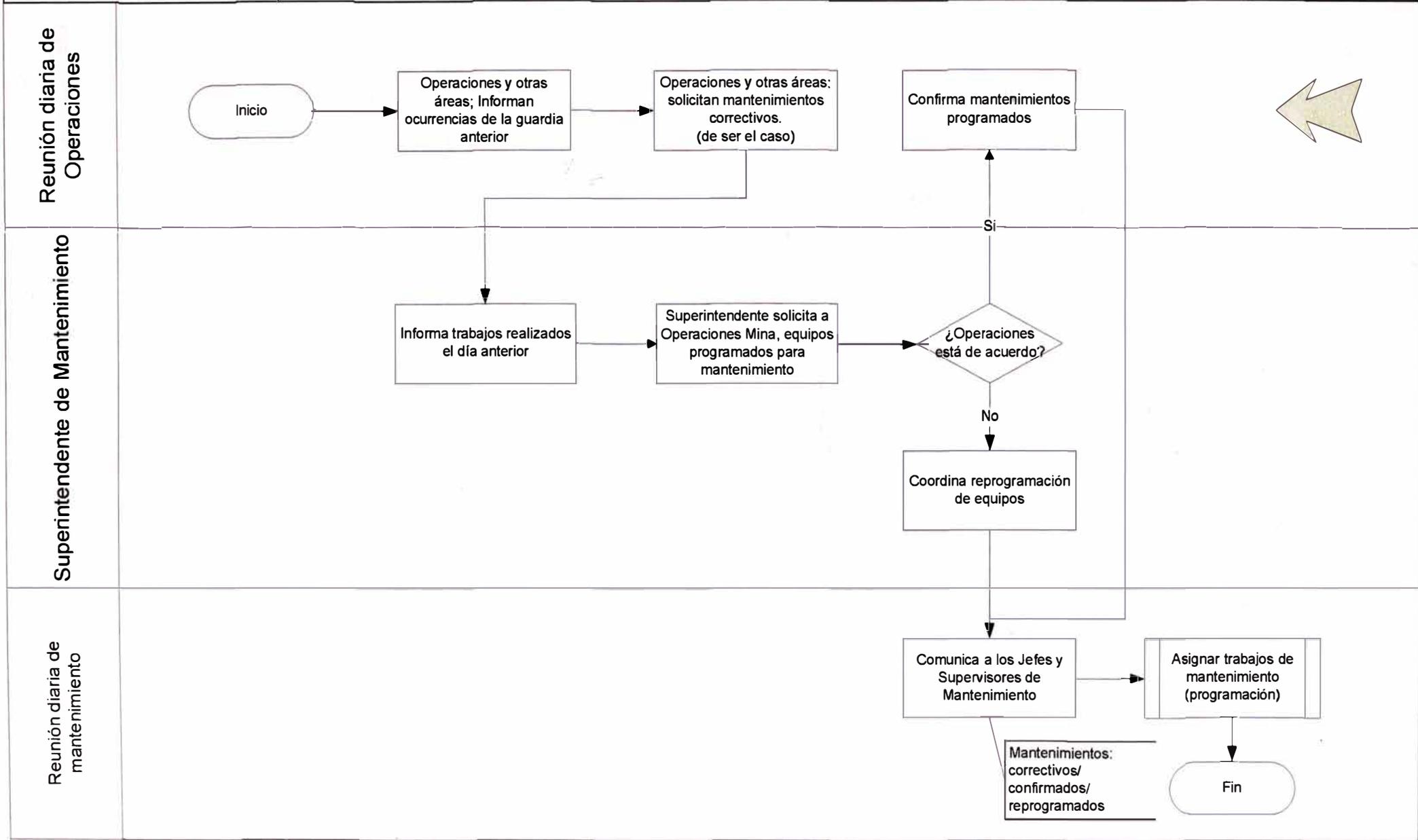
Planeamiento



Elaborado por:	Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.	Revisado por:	Martin Gutiérrez Superintendente de Mantenimiento	Aprobado por:	Alberto Chumacero Gerente De Operaciones
----------------	--	---------------	--	---------------	---







Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

Revisado por:

Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

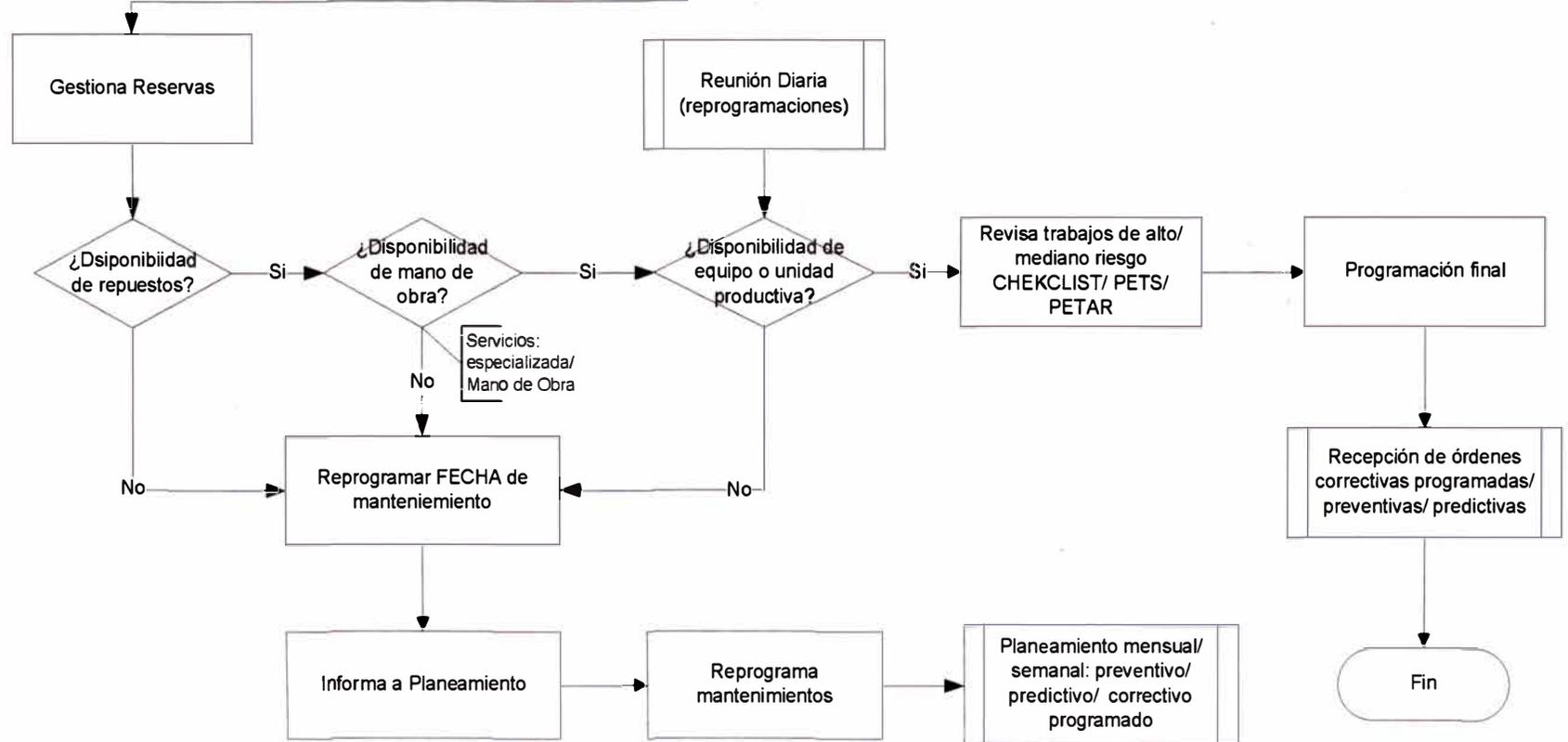
Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

Planeamiento



Jefaturas/ Supervisores de Mantenimiento



Elaborado por:

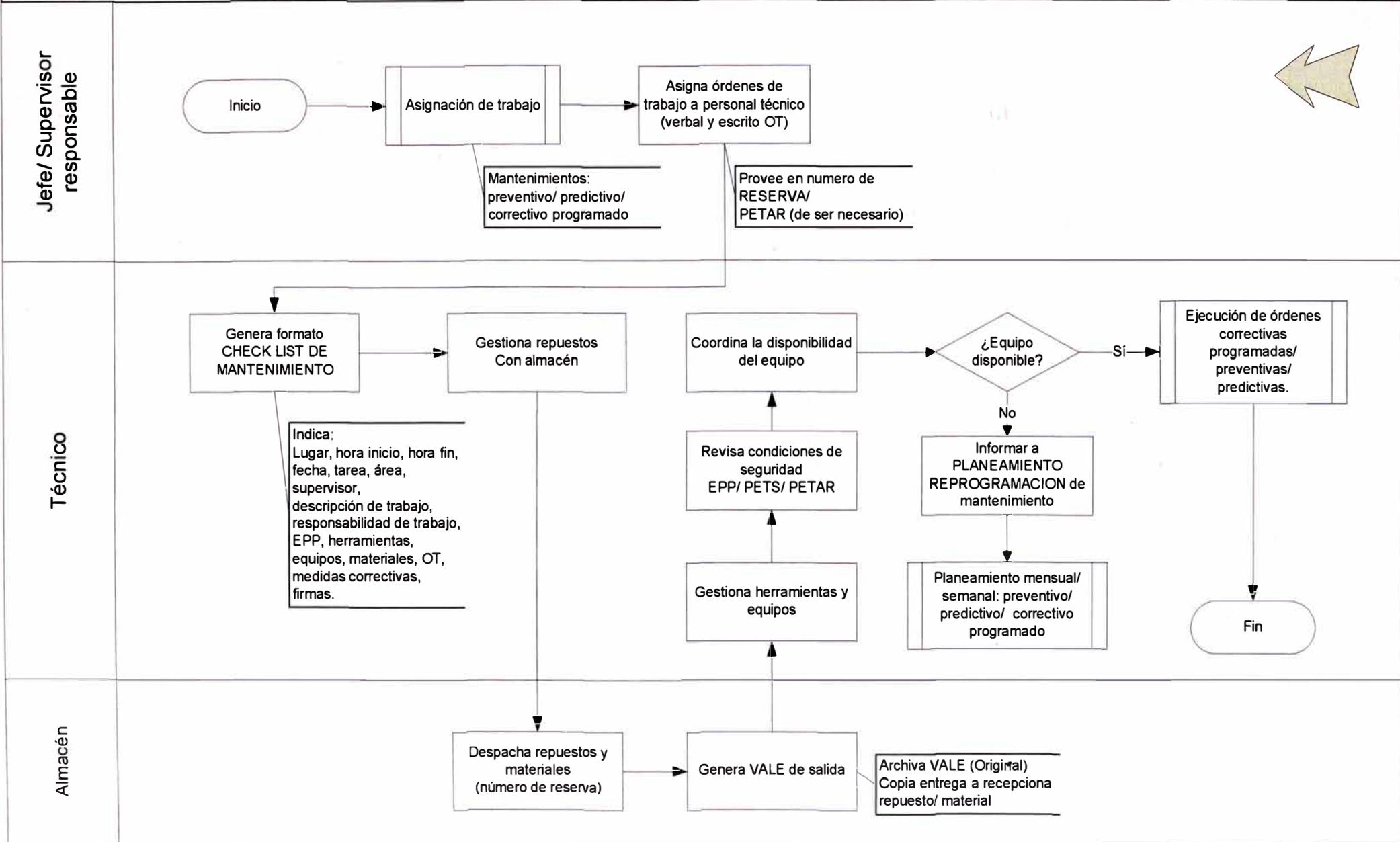
Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

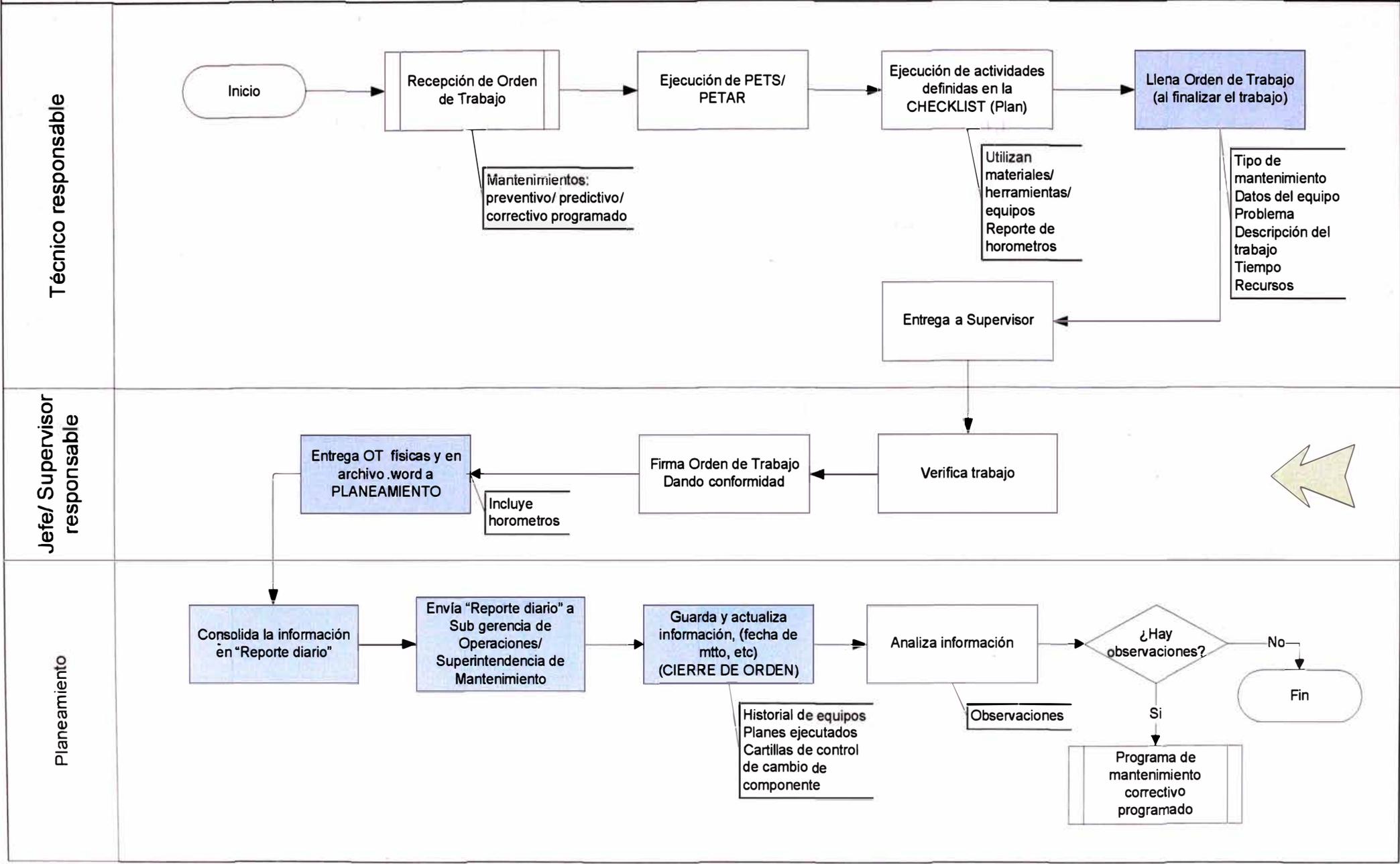
Revisado por:

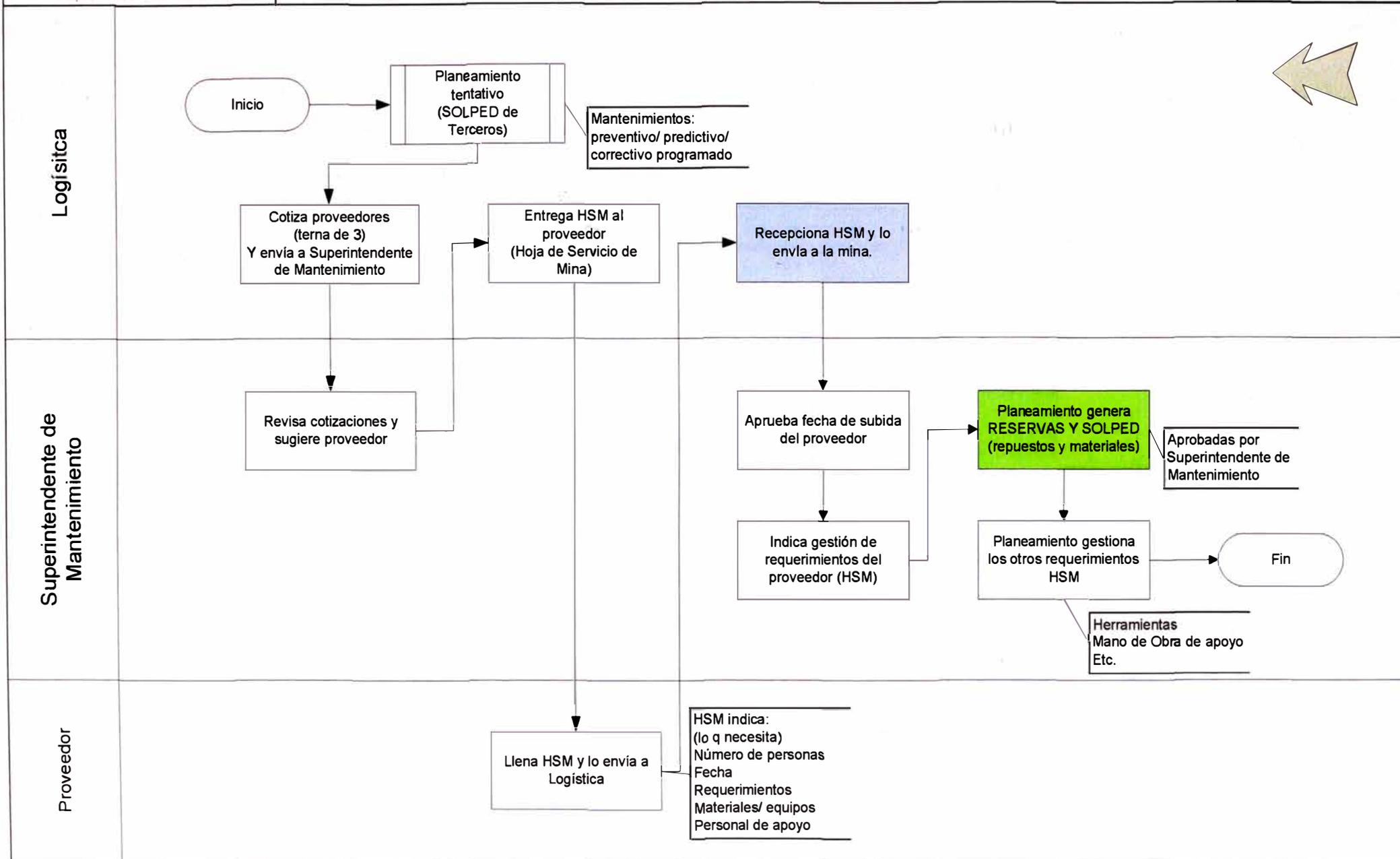
Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones







Elaborado por:

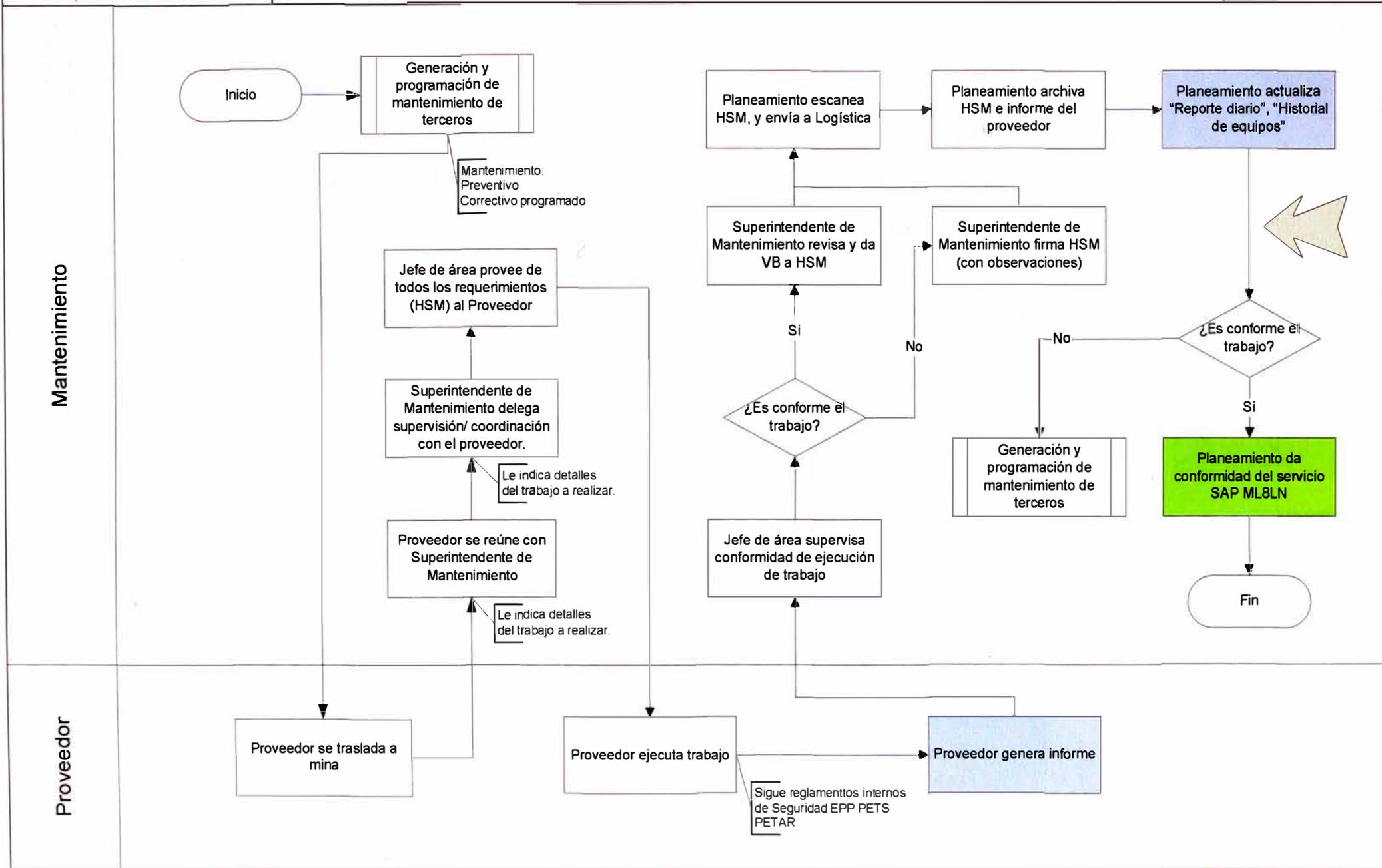
Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

Revisado por:

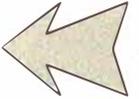
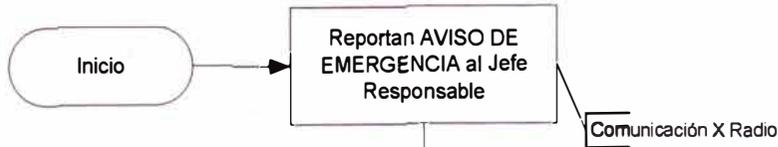
Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

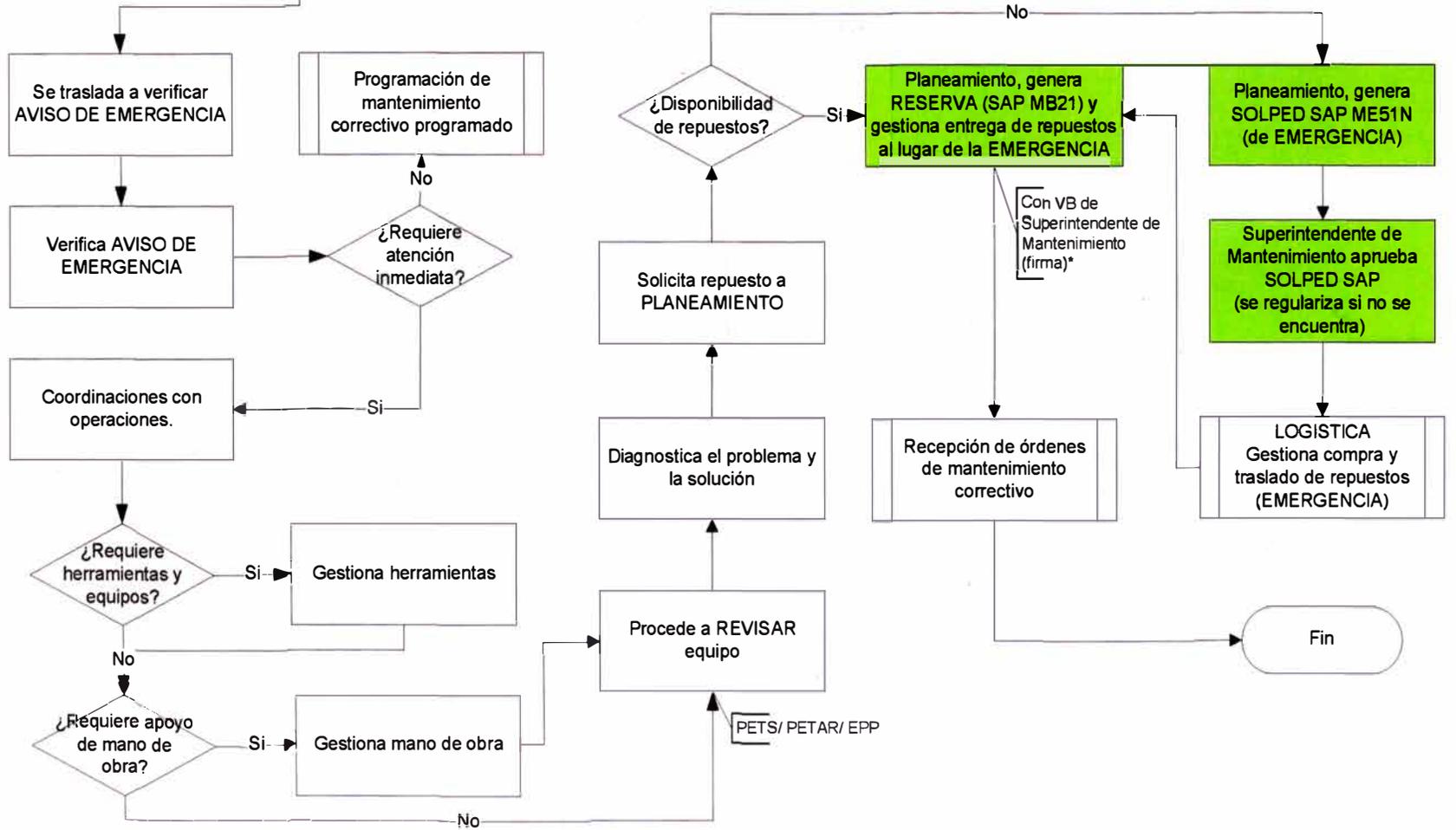
Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

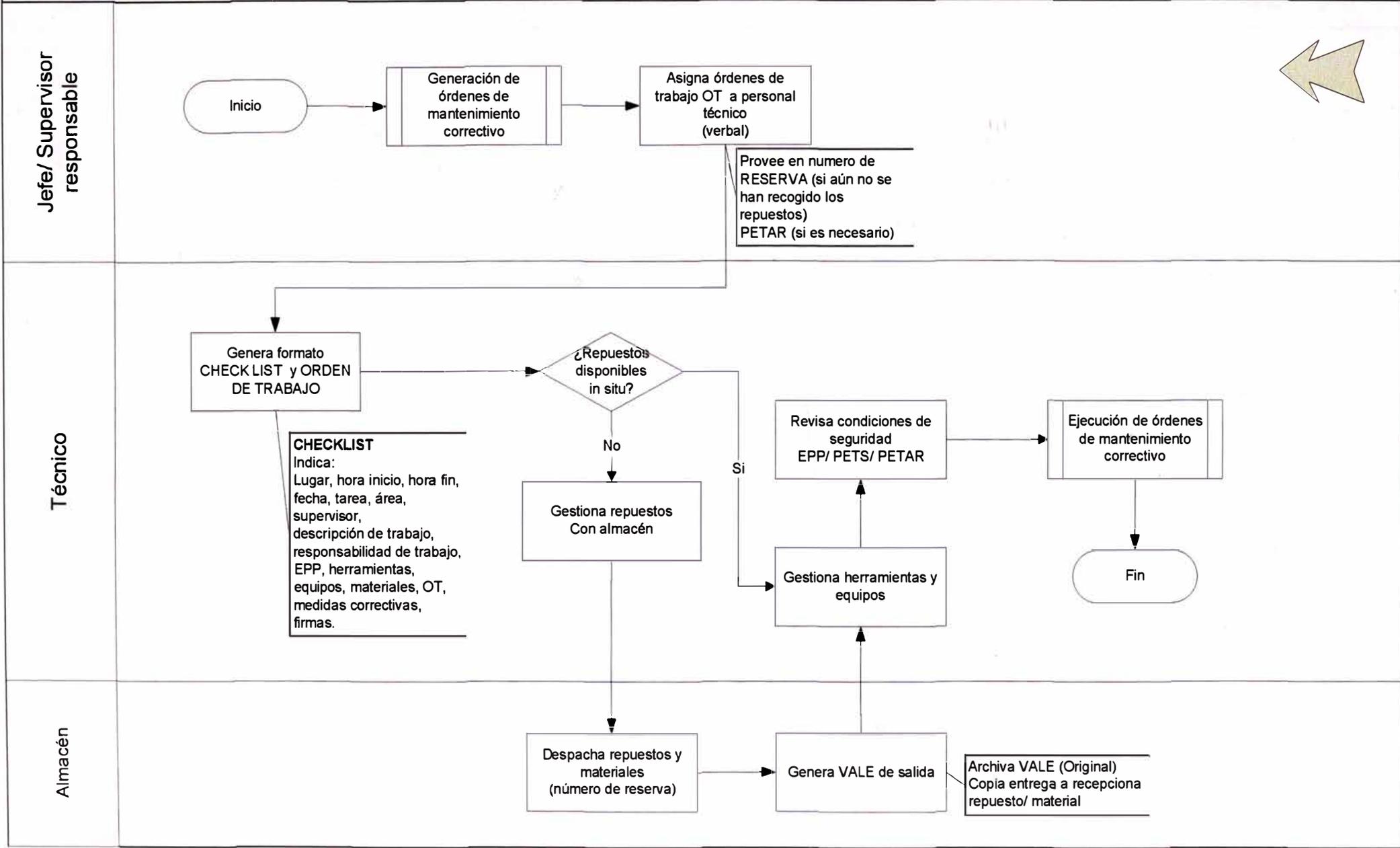


Operaciones/  
Mecánicos



Jefaturas/ Supervisores de Mantenimiento





Elaborado por:

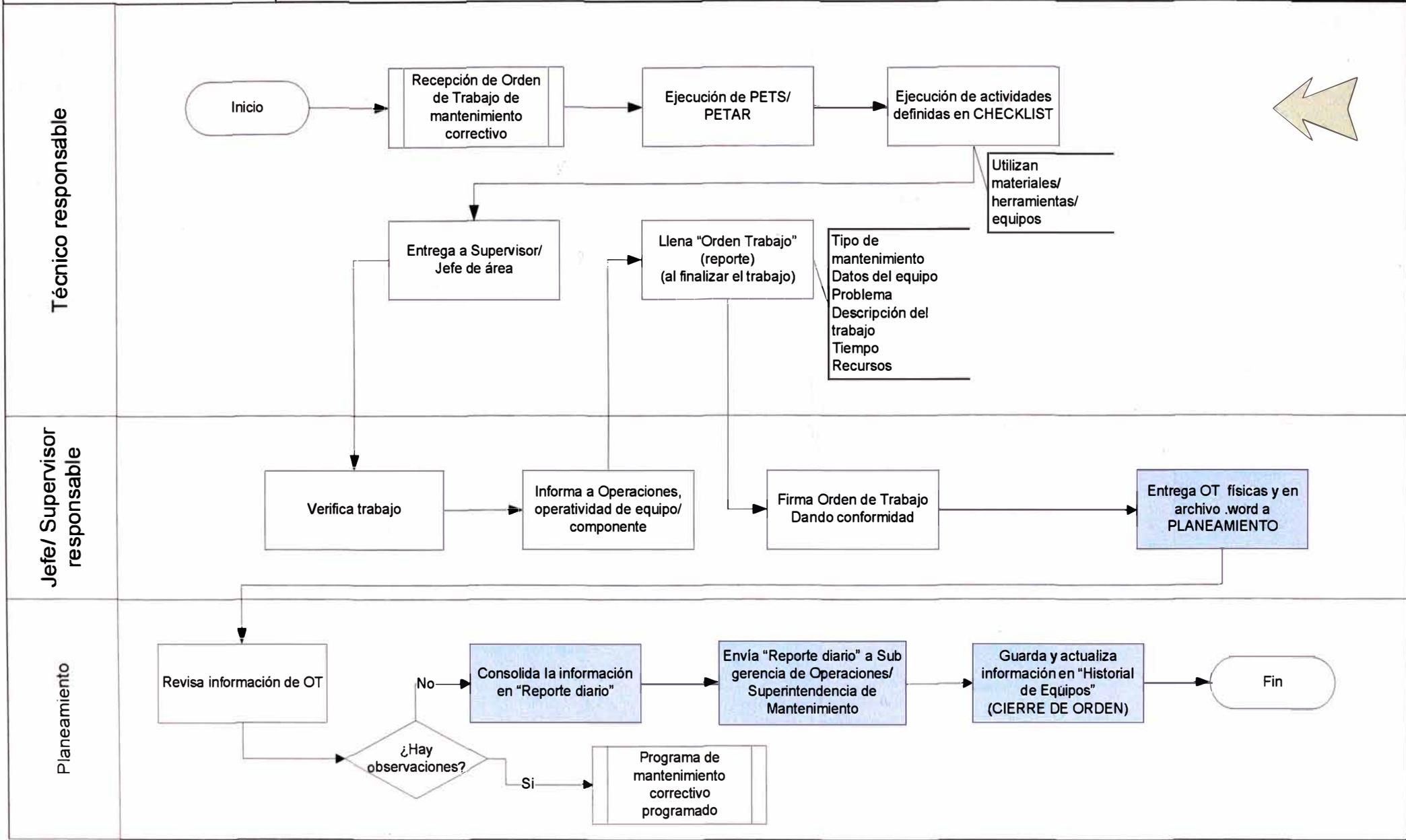
Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

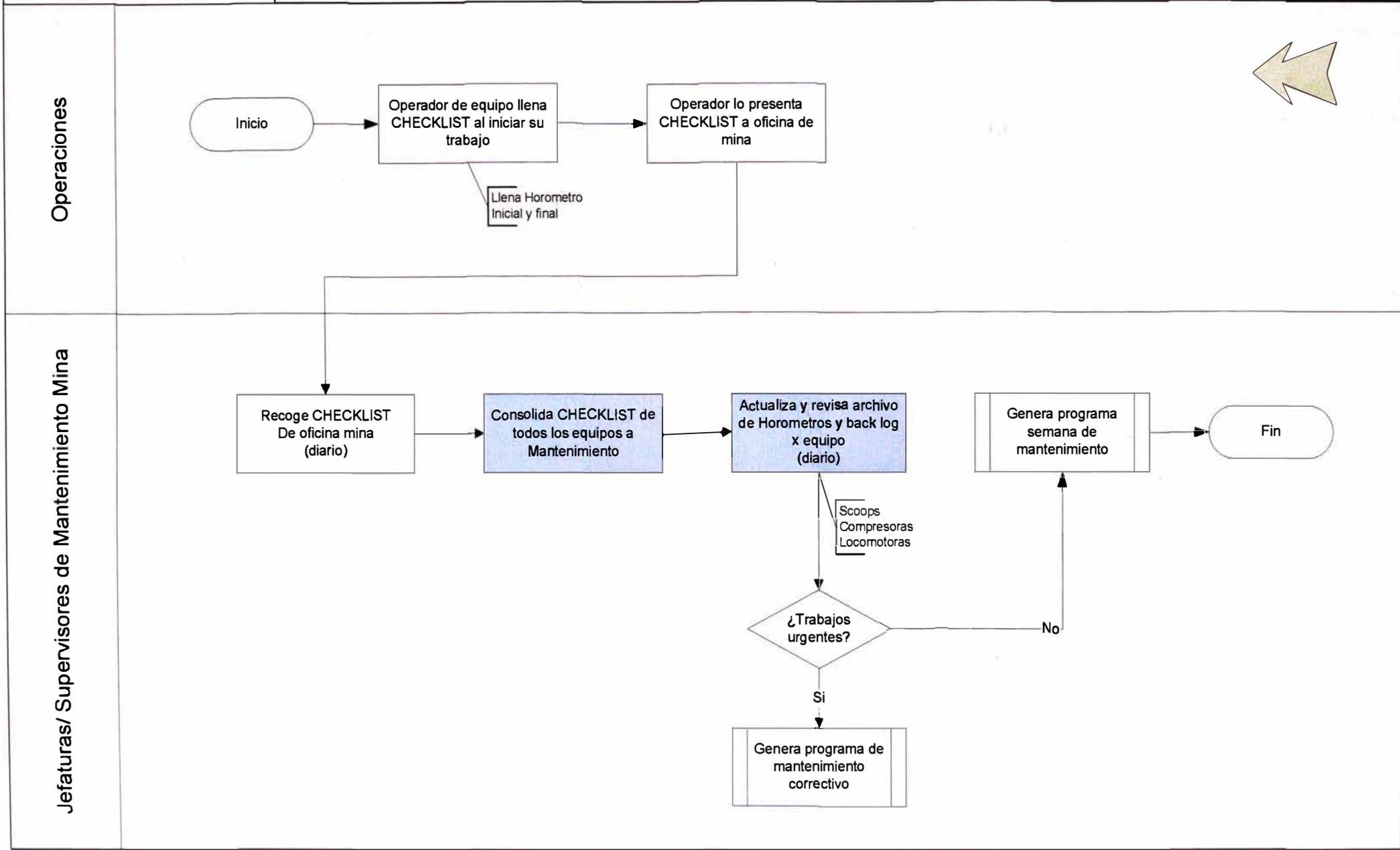
Revisado por:

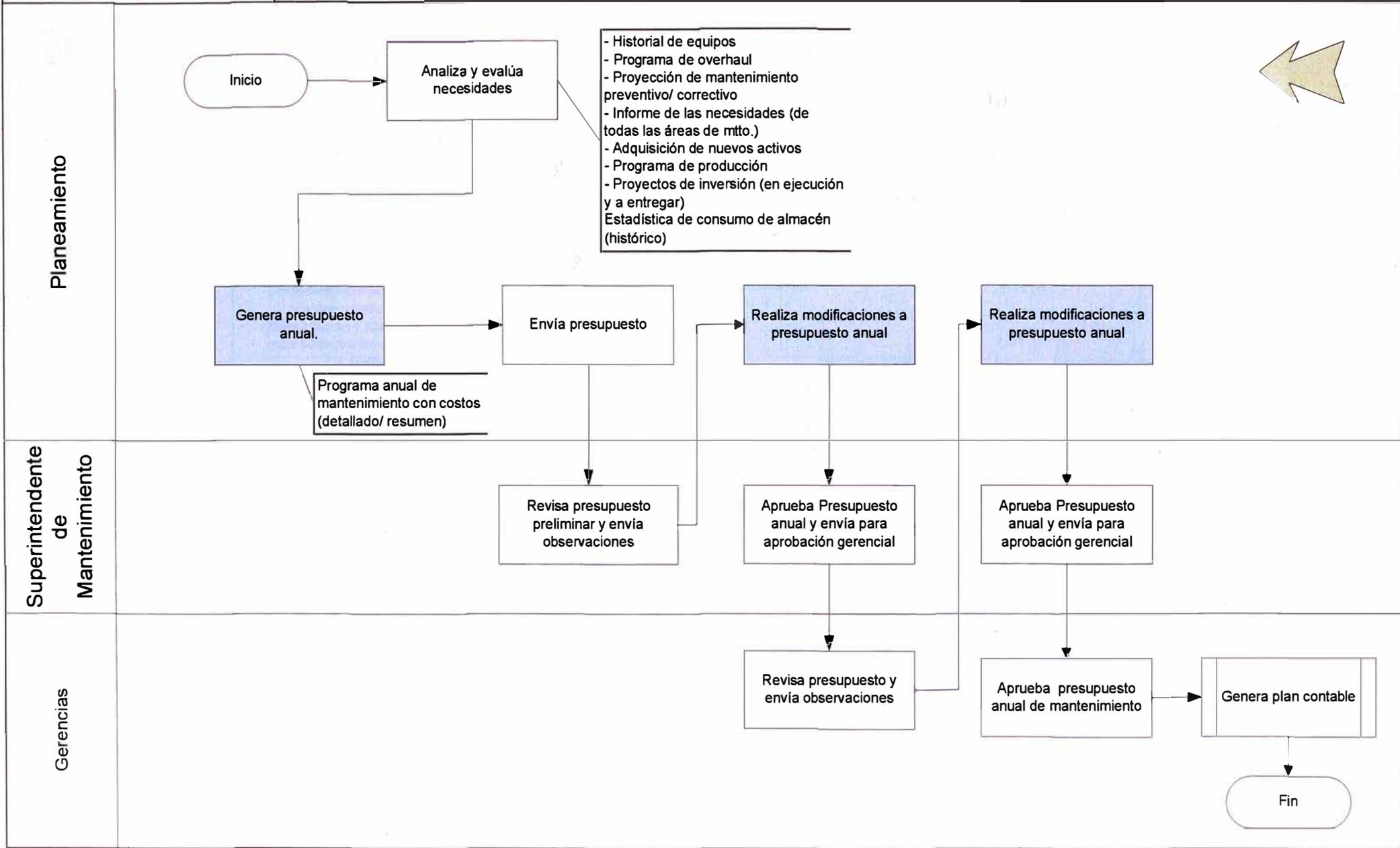
Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

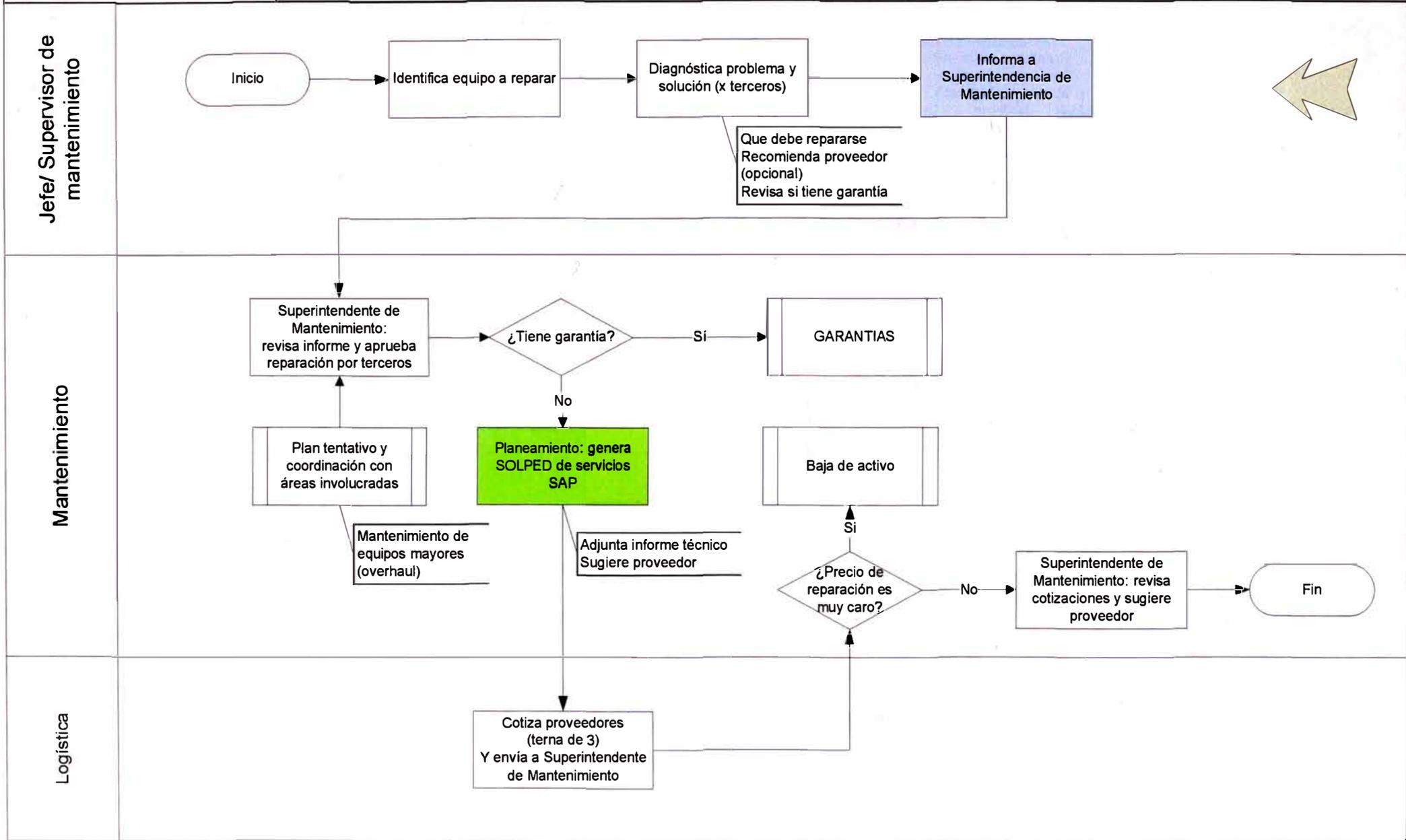
Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones









Elaborado por:

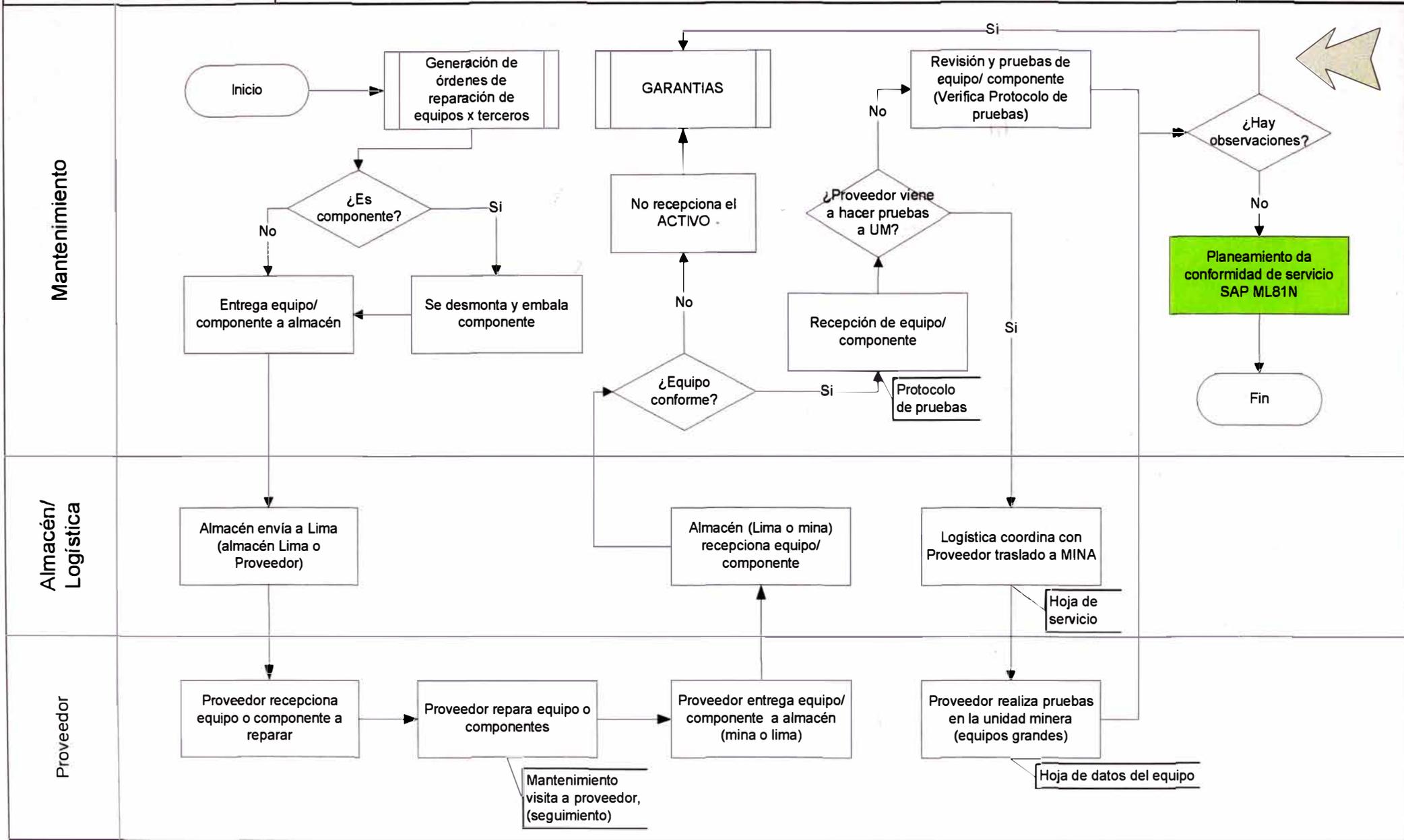
Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

Revisado por:

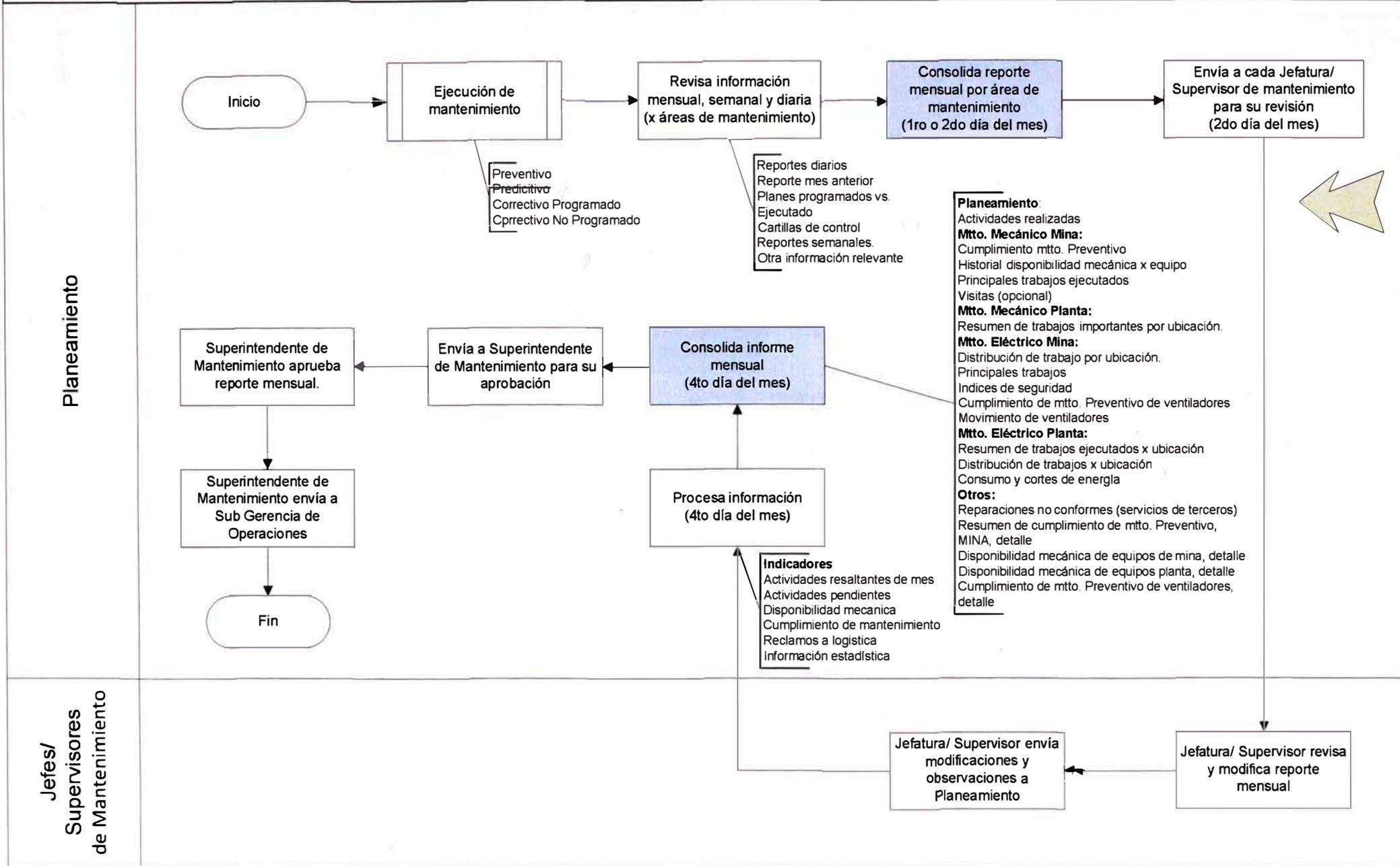
Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones



Elaborado por:	Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.	Revisado por:	Martin Gutiérrez Superintendente de Mantenimiento	Aprobado por:	Alberto Chumacero Gerente De Operaciones
----------------	--	---------------	--	---------------	---



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
 Alex Torres - Ing. de Planeamiento de Mantto.

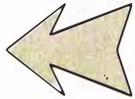
Revisado por:

Martin Gutiérrez  
 Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
 Gerente De Operaciones

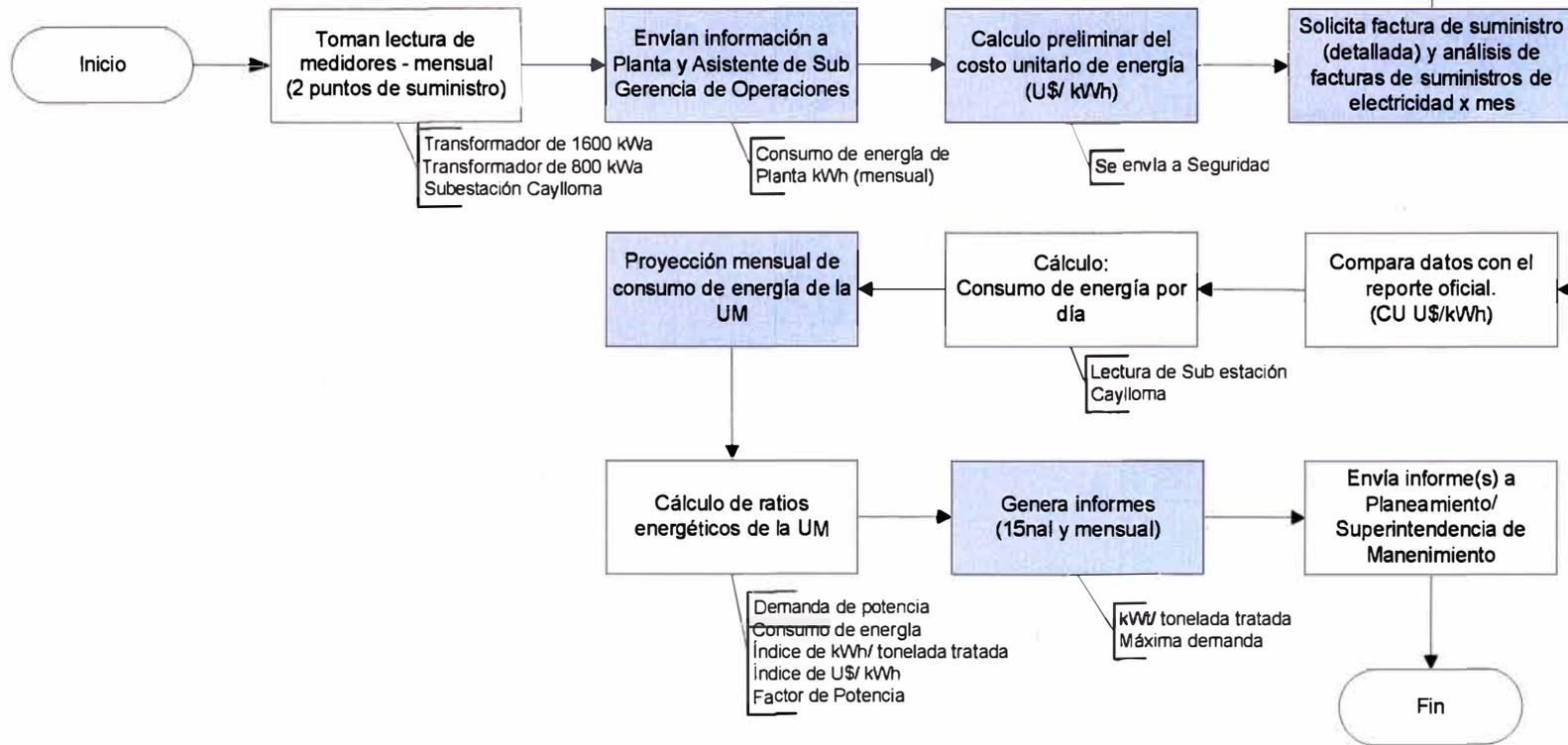
Domingo Rodríguez/  
Enersur



Envían factura y reportes (mensual)

Factura de Enersur  
Análisis de factura detallado (Domingo Rodríguez)

Mantenimiento Eléctrico



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Freddy Pérez - Jefe de Mantenimiento Eléctrico

Revisado por:

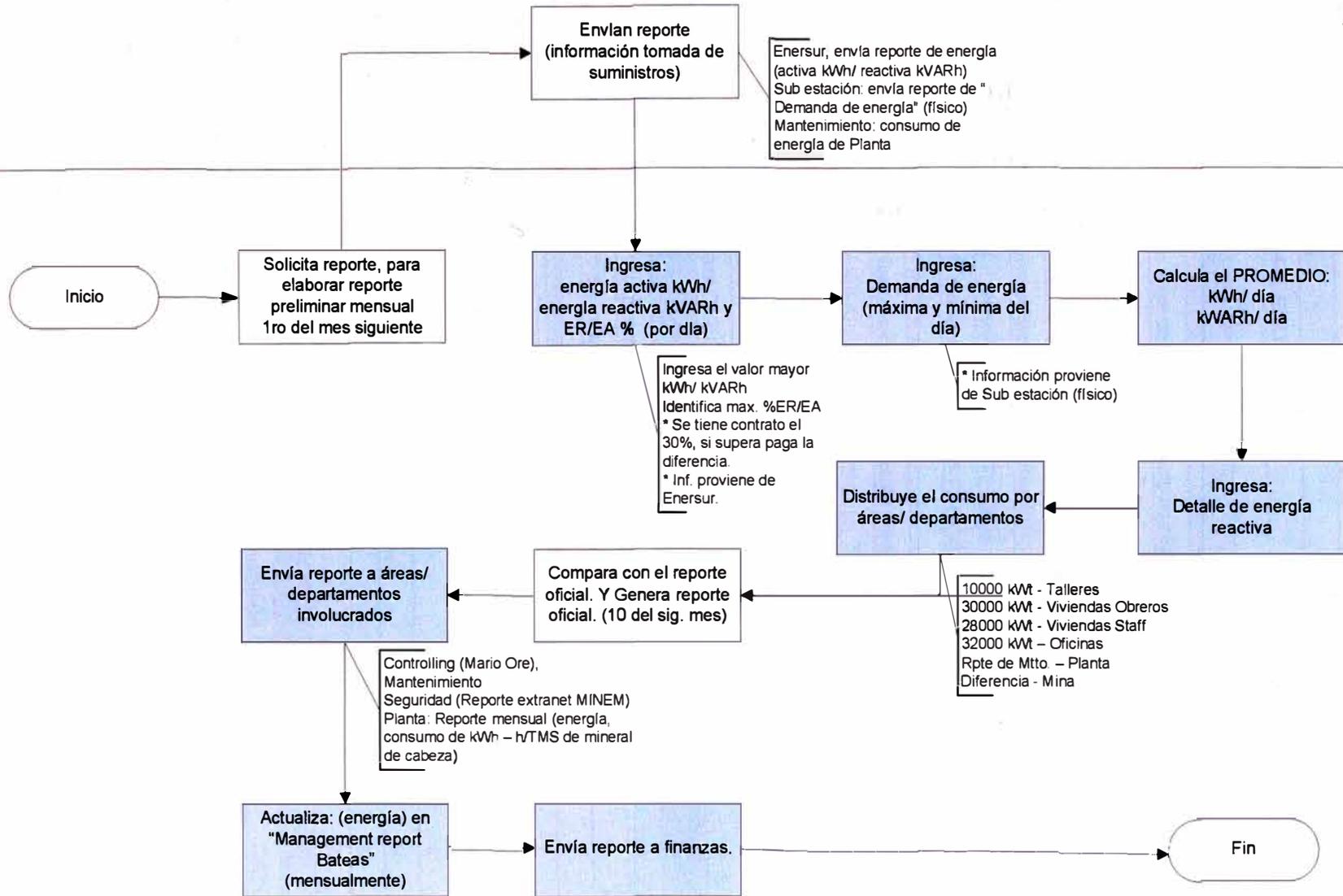
Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

Mantenimiento/  
Enersur/  
Sub estación  
Caylloma

Asistente de Sub Gerencia de Operaciones



Elaborado por:

Katherine Mogrovejo - Organización y Procesos  
Luis Gómez Asist. Sub Gerencia de Operaciones

Revisado por:

Martin Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por:

Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO:			ANEXO 28	
Equipo de trabajo	MINERA BATEAS	Empresa:	MINERA BATEAS	
Categoría de auditoría:	1	Operación:	CAYLLOMA	
	ORGANIZACIÓN	Fecha:	20/07/2010	
Aprobado:	ALBERTO CHUMACERO	Peso:	5/10	
N°	Componentes		Peso (/10)	Puntaje (/10)
1.01	Claridad de políticas de envasadora con respecto a Mantenimiento en planta.		6	2.5
1.02	Claridad de objetivos de envasadora con respecto a Mantenimiento en planta.		4	4.2
1.03	Comunicación de todas las áreas de envasadora con mantenimiento en planta.		3	4.2
1.04	Grado de libertad de acción que Mantenimiento tiene en planta de envasadora.		2	3.2
1.05	Claridad de la estructura orgánica de envasadora para Mantenimiento de planta.		2	2.4
1.06	Mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras en planta.		5	5.0
1.07	Mantenimiento trabaja dentro de límites de responsabilidad claros y definidos.		7	5.2
1.08	Mantenimiento trabaja basado en claros objetivos propios.		8	5.0
1.09	Mantenimiento de planta es tenido en cuenta por todas las áreas de envasadora.		9	5.1
1.10	Mantenimiento de planta tiene definidas sus funciones claramente.		10	3.0
<b>Total</b>			<b>56</b>	
Categoría de auditoría:	2	Unidad de Operación:	CAYLLOMA	
	ADMINISTRACIÓN	Fecha:	20/07/2010	
Aprobado:	ALBERTO CHUMACERO	Peso:	6/10	
N°	Componentes		Peso (/10)	Puntaje (/10)
2.01	Mantenimiento trabaja basado en un Presupuesto Operativo anual.		10	4.2
2.02	Mantenimiento de planta trabaja dentro del sistema de costos de envasadora		10	4.0
2.03	Mantenimiento en planta reduce constantemente los costos operativos.		7	3.9
2.04	Mantenimiento en planta elabora Presupuestos anuales y niveles de gastos.		7	5.6
2.05	Mantenimiento en planta controla y trata de reducir sus gastos.		7	5.4
2.06	Administración de envasadora presta apoyo a Mantenimiento en planta.		5	5.4
2.07	Sistemas de envasadora presta apoyo a Mantenimiento en planta.		4	4.3
2.08	La información de envasadora llega a Mantenimiento a tiempo y en forma.		9	4.6
2.09	Mantenimiento participa en cuanto a los planes de Mercado.		9	4.9
2.10	Ordenamiento administrativo interno de Mantenimiento.		9	5.0
<b>Total</b>			<b>77</b>	
Categoría de auditoría:	3	Unidad de Operación:	CAYLLOMA	
	PERSONAL	Fecha:	20/07/2010	
Aprobado:	ALBERTO CHUMACERO	Peso:	9/10	
N°	Componentes		Peso (/10)	Puntaje (/10)
3.01	Mantenimiento tiene el personal en cantidad suficiente.		10	6.2
3.02	Mantenimiento tiene el personal y/o contratistas con calidad técnica.		10	6.3
3.03	El personal de Mantenimiento conoce los objetivos de envasadora.		8	7.5
3.04	El personal de Mantenimiento es capacitado permanentemente.		8	7.8
3.05	El personal de Mantenimiento trabaja solo y son responsables.		8	7.4
3.06	Rotación de personal de Mantenimiento. (cambio de personal)		7	7.2
3.07	Grado de ausentismo del personal de Mantenimiento.		7	7.8
3.08	Facilidad para cubrir al personal de Mantenimiento.		6	8.0
3.09	Se evalúan y califican al personal de Mantenimiento.		6	6.9
3.10	Frecuencia de aplicación de sanciones al personal de Mantenimiento.		7	6.8
<b>Total</b>			<b>77</b>	

<b>AUDITORIA DE MANTENIMIENTO:</b>			
Equipo de trabajo	<b>MINERA BATEAS</b>	Empresa:	<b>MINERA BATEAS</b>
Categoría de auditoría:	<b>4</b>	Operación:	<b>CAYLLOMA</b>
	<b>EJECUCION</b>	Fecha:	<b>20/07/2010</b>
Aprobado:	<b>ALBERTO CHUMACERO</b>	Peso:	<b>10/10</b>
<b>N°</b>	<b>Componentes</b>	<b>Peso (/10)</b>	<b>Puntaje (/10)</b>
4.01	El personal de Mantenimiento acciona en base a planes.	5	3.2
4.02	Maestro de mecánico/eléctrico participa en elaborar programas de producción de envasadora.	5	3.0
4.03	Maestro de mecánico/eléctrico participa en planes de inversión y modernización de envasadora.	4	3.7
4.04	Aplicación del concepto de Mantenimiento Preventivo en planta, de inspección y revisión planeadas.	9	3.8
4.05	Mantenimiento tiene al día documentación técnica e historial de equipos.	9	3.6
4.06	Mantenimiento dispone stock de repuestos y suministros en almacenes.	5	3.9
4.07	Mantenimiento dispone de suficientes herramientas y en buen estado.	6	4.0
4.08	Se lubrican equipos de envasadora en base a un programa de rutinas establecido.	10	3.4
4.09	Mantenimiento estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas.	10	3.5
4.10	Mantenimiento dispone con suficiente datos sobre costos y presupuestos.	5	3.2
<b>Total</b>		<b>68</b>	
Categoría de auditoría:	<b>5</b>	Unidad de Operación:	<b>CAYLLOMA</b>
	<b>SEGURIDAD</b>	Fecha:	<b>20/07/2010</b>
Aprobado:	<b>ALBERTO CHUMACERO</b>	Peso:	<b>6/10</b>
<b>N°</b>	<b>Componentes</b>	<b>Peso (/10)</b>	<b>Puntaje (/10)</b>
5.01	Calificar Política de Seguridad de Mantenimiento de envasadora.	10	4.0
5.02	Calificar a los procedimientos de seguridad de Mantenimiento.	10	4.1
5.03	Aplicación de Política y procedimientos de seguridad de Mantenimiento.	8	5.1
5.04	Conocimiento de Impacto de seguridad en el Mantenimiento.	8	3.9
5.05	Política de seguridad de Mantenimiento es actualizada permanentemente.	8	3.9
5.06	Política de seguridad para lugares confinados en Mantenimiento.	6	3.8
5.07	Política de seguridad para trabajos en caliente en Mantenimiento.	6	4.0
5.08	Política de seguridad para lugares de altura en Mantenimiento.	4	4.2
5.09	Política de seguridad contra incendios en Mantenimiento.	4	4.6
5.10	Política de seguridad contra sustancias nocivas en Mantenimiento.	6	4.0
<b>Total</b>		<b>70</b>	
Categoría de auditoría:	<b>6</b>	Unidad de Operación:	<b>CAYLLOMA</b>
	<b>PLANEAMIENTO</b>	Fecha:	<b>20/07/2010</b>
Aprobado:	<b>ALBERTO CHUMACERO</b>	Peso:	<b>9/10</b>
<b>N°</b>	<b>Componentes</b>	<b>Peso (/10)</b>	<b>Puntaje (/10)</b>
6.01	Calificación del Planeamiento de Mantenimiento en la envasadora	10	2.4
6.02	Recepción de Solicitudes de Servicio de Mantenimiento de Producción.	10	2.3
6.03	Definición de la Orden de trabajo en el área de Mantenimiento en envasadora.	9	2.2
6.04	Planeamiento de la Mano de obra en el área de Mantenimiento.	8	2.1
6.05	Planeamiento de Materiales en el área de Mantenimiento.	9	2.7
6.06	Planeamiento de Personal en el área de Mantenimiento.	8	2.1
6.07	Planeamiento de Logística en el área de Mantenimiento.	8	2.0
6.08	Coordinación de fechas con producción para realizar Mantenimiento.	10	2.6
6.09	Planeamiento preventivo en el área de Mantenimiento.	10	2.1
6.10	Reporte de planeamiento y cumplimiento de Mantenimiento.	7	2.0
<b>Total</b>		<b>89</b>	