

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE SAP A LA  
PLANTA CONCENTRADORA DE MINERA BATEAS DE  
1 200 TM ”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**MARTIN ALEJANDRO GUTIERREZ ESPINOZA**

**PROMOCIÓN 1991.I**

**LIMA-PERÚ**

**2010**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>PROLOGO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Reseña histórica.....	4
1.1.2 Ubicación.....	11
1.2 Estructura orgánica de la empresa.....	15
1.3 Proceso de producción.....	15
1.3.1 Proceso de chancado.....	16
1.3.2 Proceso de molienda.....	16
1.3.3 Proceso de flotación.....	18
1.3.4 Proceso de filtrado.....	18
1.3.5 Almacenamiento de relave.....	18
1.4 Objetivos.....	18
1.5 Alcance.....	19
1.6 Importancia.....	19
1.7 Justificación.....	20
<b>CAPITULO 2 MANTENIMIENTO GENERAL Y SU IMPORTANCIA.....</b>	<b>21</b>
2.1. Generalidades.....	21
2.2. Mantenimiento.....	22
2.3. Mantenimiento preventivo.....	23
2.3.1. Desarrollo del mantenimiento preventivo.....	23
2.3.1.1. Tareas de rutina.....	24
2.3.1.2. Tareas de mantenimiento global.....	24

2.3.1.3.	El overhaul del equipo (reconstrucción).....	25
2.3.2.	Mecanismos para el mantenimiento preventivo.....	26
2.3.2.1.	Planificación del mantenimiento.....	26
2.3.2.2.	Ejecución de las actividades.....	27
2.3.3.	Reportes gerenciales y gráficos de consultas.....	27
2.3.4.	Análisis y resultados del proceso de mantenimiento preventivo.....	28
2.4.	Mantenimiento preventivo programado.....	28
2.4.1.	Ventajas del mantenimiento preventivo programado.....	29
2.4.2.	Desventajas del mantenimiento preventivo programado.....	29
2.5.	Efectividad del mantenimiento preventivo.....	29
2.6.	Mantenimiento correctivo.....	30
2.6.1.	No planificado.....	30
2.6.2.	Planificado.....	31
2.7.	Mantenimiento predictivo.....	31
2.7.1.	Beneficios del mantenimiento predictivo.....	32
2.8.	Mantenimiento proactivo.....	32
2.9.	Historial de equipos.....	33
2.9.1.	Gestión de mantenimiento de los equipos.....	34
2.9.2.	Definición de los equipos en operación para su mantenimiento.....	35
2.9.3.	Definición de los estados de los equipos.....	35
2.9.4.	Tipos de fallas de los equipos.....	36
2.9.4.1.	Las fallas prematuras.....	36
2.9.4.2.	Las fallas casuales.....	37
2.9.4.3.	Fallas de desgaste.....	37
2.9.5.	Criticidad de los equipos.....	38
2.9.6.	Sistema de criticidad para los equipos.....	39
2.9.6.1.	Nivel de criticidad 1.....	40
2.9.6.2.	Nivel de criticidad 2.....	40

2.9.6.3. Nivel de criticidad 3.....	40
2.9.6.4. Importancia de un sistema de criticidad.....	41
2.10. Costo de calidad con respecto al ciclo de vida .....	41
2.10.1. Costos de prevención.....	42
2.10.2. Costos de evaluación.....	42
2.10.3. Costos de fallas internas.....	43
2.10.4. Costos de fallas externas.....	43
2.10.5. Sistema de ordenes de trabajo.....	44
2.10.6. Importancia de ordenes de trabajo.....	45
2.10.7. Planificación y análisis de los costos de mantenimiento.....	46
2.11. Disponibilidad.....	47
2.12. Seguridad del personal de mantenimiento.....	48
2.13. Costos de calidad.....	49
<b>CAPITULO 3 SAP.....</b>	<b>50</b>
3.1. Historia del SAP.....	50
3.2. SAP como plataforma de desarrollo.....	56
3.3. Beneficios.....	56
3.4. Retorno de inversión con el SAP.....	57
3.5. Elección del SAP.....	59
3.5.1. Ventajas.....	60
3.5.2. Desventajas.....	61
3.6. Beneficios de la implementación.....	62
<b>CAPITULO 4 PROCESO DE IMPLEMENTACION.....</b>	<b>63</b>
4.1. Procesos del modulo de mantenimiento.....	63
4.1.1. Gestión de confiabilidad (gestión de activos).....	63
4.1.2. Ubicaciones técnicas.....	64
4.1.3. Equipos.....	65

4.1.4.	Planificación del mantenimiento.....	68
4.1.5.	Programación de mantenimiento.....	70
4.1.6.	Ejecución y control de ordenes de trabajo.....	71
4.1.7.	Reparación de equipos mayores.....	74
4.1.8.	Integración de PM con los otros módulos del SAP.....	75
4.2.	Metodología y cronograma de la implementación.....	76
4.3.	Etapas de la implementación.....	77
4.3.1.	Preparación del proyecto.....	77
4.3.2.	Business blueprint.....	78
4.3.3.	Realización.....	79
4.3.4.	Preparación final.....	80
4.3.5.	Arranque y soporte.....	81
4.3.6.	Grupo de trabajo.....	82
4.3.7.	Cronograma de actividades.....	85
4.4.	Aplicación del modulo de Mantenimiento SAP.....	86
 <b>CAPITULO 5 JUSTIFICACION ECONOMICA.....</b>		<b>87</b>
5.1.	Justificación económica.....	87
5.2.	Beneficios.....	87
5.2.1.	Disminución en el stock de repuestos de almacén:.....	87
5.2.2.	Mayor disponibilidad de los equipos.....	90
5.2.3.	Mejora de las herramientas para la toma de decisiones.....	93
5.2.4.	Cuadro final de análisis económico.....	94
 <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>96</b>
 <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>99</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1: Incorporación de activos.

Anexo 2: Creación de planes de mantenimiento.

Anexo 3: Planificación de Mantenimiento correctivo programado/proyectos de inversión.

Anexo 4: Planificación de Mantenimiento Preventivo Mensual.

Anexo 5: Planificación de Mantenimiento Predictivo Mensual.

Anexo 6: Planificación de inspección técnica de equipos a E.E.

Anexo 7: Planificación tentativo y coordinación con áreas involucradas

Anexo 8: Planificación de Mantenimiento rutinario semanal.

Anexo 9: Generación de Ordenes de Lubricantes.

Anexo 10: Ejecución de Mantenimiento Rutinario (lubricación e inspección).

Anexo 11: Reunión diaria de coordinación con otras jefaturas.

Anexo 12: Asignar trabajos de mantenimiento preventivo /correctivo programado/proyectos de inversión.

Anexo 13: Recepción de Orden de Trabajo: Planta.

Anexo 14: Ejecución de Orden de Trabajo: Planta.

Anexo 15: Generación y programación de Mantenimiento por servicio de terceros.

Anexo 16: Ejecución de trabajos de mantenimiento por terceros.

Anexo 17: Generación de Ordenes de Mantenimiento Correctivo.

Anexo 18: Recepción de Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo.

Anexo 19: Ejecución de Orden de Trabajo de Mantenimiento Correctivo (emergente).

Anexo 20: Elaboración de presupuestos.

Anexo 21: Generación de Ordenes de reparación de equipos de terceros (fuera de la Unidad Minera)

Anexo 22: Ejecución de Ordenes de Reparación de equipos por terceros (fuera de la Unidad Minera).

Anexo 23: Garantías.

## PRÓLOGO

El presente informe es un aporte de gestión de Mantenimiento, que corresponde a la necesidad de implementar el modulo de mantenimiento (Software SAP) a la Planta Concentradora de 1,200 TMD de la Cia. Minera Bateas S.A.C., mediante la aplicación de Estrategias de Planificación Empresarial, que conlleve a optimizar la gestión del mantenimiento.

Los constantes cambios tecnológicos, la globalización e internacionalización de la economía y la competencia entre mercados, han incluido un desarrollo significativo en los procesos de gestión y desempeño industrial.

Estos se ven reflejados en la implementación de Sistemas de Gestión, en mejores procesos de manufactura y en el mejoramiento de los índices de productividad. El mantenimiento, bajo todos sus entornos, se convierte en una de las alternativas de mayor importancia en pos de buscar los mejores resultados en la gestión industrial y de servicios.

El objetivo básico de cualquier Sistema de Gestión es usar las herramientas necesarias para lograr los objetivos, elaborar diagramas, histogramas y formatos de mantenimiento con el fin de organizar el proceso, así como el estudio de tiempo y rendimientos para cada operación del proceso productivo.

Sabiendo que el software SAP es una herramienta muy potente e importante, la empresa Minera Bateas S.A.C., considera oportuno implementar el módulo al área de

Mantenimiento que esta previsto ponerlo en funcionamiento para mediados del presente año.

En el Capítulo 1, se presenta una descripción del desarrollo evolutivo de esta Compañía, desde sus inicios hasta la actualidad, asimismo enfoca la visión y misión de la empresa.

Además también se describe la estructura orgánica de la empresa y una breve descripción del proceso de producción de la planta concentradora.

En el Capítulo 2, se describe el fundamento teórico de Ingeniería en el que se basa la implementación del Software SAP, relacionado con el Mantenimiento, todo proceso de la implementación esta relacionada de una manera directa o indirecta a este tema.

En el Capítulo 3, se desarrolla y se explica todo lo relacionado al Software SAP, desde su creación, hasta lo que en la actualidad ha logrado desarrollar, además también se explica todas las ventajas y los beneficios a lograrse.

En el Capítulo 4, se explica todo lo relacionado al proceso de "Implementación" del Software SAP, basándose en un modelo base del cual podría haber ciertas desviaciones que se ajustaran al tipo de industria a implementar.

En el Capítulo 5, como en todo proyecto siempre se tiene una inversión y un retorno, para lo cual se ha utilizado como argumento económico el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) como herramientas para justificar la viabilidad del proyecto.



# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo ha sido desarrollado en la empresa Minera Bateas S.A.C., (Planta Concentradora de 1,200 TMD), empresa dedicada a la extracción polimetálica: Zinc, Plomo, Plata, Cobre y Oro.

Debido a la importancia del área de mantenimiento dentro del proceso productivo de la empresa se ve en la necesidad de implementar el modulo de mantenimiento en el SAP, para implementar el modulo de mantenimiento, hay que ser prudentes, pues su implementación debe valorarse en relación con los logros económicos que puedan un plazo razonable, y relativamente general para la implementación del modulo de mantenimiento, puede estimarse en un año. Dentro de este año debe de haberse preparado el sistema para operar cubriendo un mínimo de un 50% de los objetivos que motivaron su implementación.

### **1.1 Antecedentes**

A continuación se detallara en forma breve una descripción de los alcances y servicios en Minera Bateas S.A.C.

#### **Visión:**

Debe valorarse como una de las principales minas de plata, centrada en el desarrollo de los recursos naturales en América Latina, que opera con un compromiso de rentabilidad, crecimiento, alto nivel y el bienestar de nuestros trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente.

**Misión:**

Maximizar el valor para el accionista a través de la adquisición racional, la exploración, el desarrollo y la minería de plata en América Latina con el compromiso de un crecimiento sostenible de los recursos geológicos y plata anual de producción de metales.

Para promover un entorno laboral estimulante de alto las normas y mejores prácticas que fomentan el respeto, el trabajo en equipo, la responsabilidad social y ambiental.

**1.1.1 Reseña Histórica**

El año de 1626 marca un hito fundamental en la historia social del valle del Colca. En ese año fue descubierto el mineral de Caylloma, "por unos Gameros, vecinos de Pampacolca" Las minas de Caylloma producían plata de fácil beneficio, pues eran "de crudo como dicen los profesores: y cuando más han necesitado mezclarse los de una veta con otra".

La producción de plata cambió repentinamente el conjunto del ordenamiento social de la región, subordinando a las demás actividades productivas y a su dinámica específica. Apenas a 5 años del descubrimiento, en 1,631, el gobierno Virreinal Español dispuso la instalación en CayllomN M a de las "Cajas Reales" con construcción de una fundición. La instalación de Cajas Reales en una zona que apenas unos años atrás era un paraje desolado, da una idea de la importancia que se otorgaba al descubrimiento. Las zonas altas de Caylloma está situado por encima de los 4,500 m.s.n.m.- el nuevo poblado se convirtió en la capital del Corregimiento.

Para la época en que fueron descubiertos los yacimientos argentíferos de Caylloma, la minería de la plata tenía ya una firme tradición en el virreinato (Potosí

estaba en producción desde 7 décadas atrás), por lo cual sólo era necesario adecuar las técnicas productivas al medio local, mas no así revolucionar los usos productivos ya consagrados. La tecnología de explotación de la plata se había perfeccionado en el Virreinato Peruano a lo largo de la segunda mitad del siglo XVI. Fueron, principalmente, los problemas planteados por la extracción y refinación del mineral en Potosí el motor fundamental de este desarrollo tecnológico.

Dos fases claramente diferenciadas eran necesarias para la explotación de la plata: Primero la extracción y segundo la refinación del mineral. De éstas, la segunda era la que originaba mayores costos, puesto que requería de un insumo imprescindible, cuyo precio determinaba en alto grado el costo de producción: “el azogue”. La extracción, en cambio, resultaba muy económica en el corto plazo, puesto que la inversión en medios de producción era escasa -se necesitaba apenas barretas para partir el mineral, madera para apuntalar los socavones, velas y capachos o sea trozos de cuero crudo en los cuales se depositaba el mineral desprendido de los socavones, para transportarlo hacia superficie a espaldas de los indios trabajadores. En cambio, el otro componente de la producción, la fuerza de trabajo, resultaba gratuito, por lo menos durante la primera etapa de este ciclo secular, puesto que era proporcionado a los mineros por la administración colonial a través de la mita minera. Fue luego de que la catástrofe demográfica precipitada por esta suicida política económica creara una gran penuria por falta de brazos para el trabajo en las minas que a inicios del siglo XVI, se recurrió crecientemente al pago de indios jornaleros, que terminaban avecindándose en los alrededores de los asientos mineros, con la expectativa de un trabajo remunerado.

El refinamiento del mineral en bruto exigía, previamente a la fase de la amalgama en frío -en la cual se separaba la plata de las impurezas con el auxilio del azogue- la trituración del mineral.

En Caylloma se recurrió a la utilización de la energía hidráulica, instalándose a lo largo del curso de un río de la zona varios ingenios accionados por la corriente de agua. A mitad de camino entre la mina y los trapiches se instaló el pueblo de Caylloma. Era necesario transportar hasta los trapiches el mineral extraído, lo cual no ofrecía grandes problemas, debido a la existencia de abundantes acémilas en la región. "Las distancias de la ribera y situación de los ingenios era corto, pues el que más se aparta es de 4 leguas. Con caminos llanos y comodidad para la conducción de metales.

Comparativamente, la situación del mineral de Caylloma era privilegiada, pues aunque su clima fuera frío, debido a que su altura era superior a los 4,500 m.s.n.m., reunía un conjunto de ventajas. Tenía, en primer lugar, acceso a una reserva potencial de mano de obra cercana en el valle del Colca y los valles vecinos. Exportadora de fuerza de trabajo, la región se convertiría en importadora de la misma, La zona circundante, además, estaba en capacidad de proveer las vituallas necesarias para el sostenimiento de la población minera. La región, era la mayor productora de llamas cargueras de Arequipa, lo cual solucionaba un problema crucial, puesto que era necesario acopiar el mineral extraído; concentrarlo en los ingenios; transportar el azogue necesario para el refinamiento del mineral; llevar la plata de piña a las callanas de fundición; llevar a su vez las barras de plata para su embarque en Quilca o Mollendo; internar las mercancías llegadas del exterior; acarrear los alimentos que sostenían a la población; etc. A estas ventajas se sumaba el fácil laboreo de las minas y la disponibilidad de la energía hidráulica capaz de facilitar la molienda del mineral. Como en tantos otros casos, la prosperidad minera no sólo atrajo personas deseosas de trabajar si no también personas de mal vivir.

La fama de riqueza de la zona atrajo también a los codiciosos aventureros dispuestos a medrar de la bonanza general sin desplegar mayor esfuerzo. Pronto Caylloma, un pueblo erigido a dos leguas del asiento de la población original denominada Cucho (que era anexo de Lari), se transformó en un activo y bullicioso centro poblado, con la fisonomía general de tales agrupaciones humanas. "Muchos son los casos que se refieren de este mineral, nacidos del desorden excesivo de sus gentes, como muertes, riñas, desafueros y fuegos que no se podrían sobrellevar".

El descubrimiento del mineral de Caylloma provocó un conjunto de transformaciones decisivas en la región del Colca. Durante el período anterior, ésta había estado subordinada a la dinámica de la minería de Potosí y a los requerimientos del trajín de los vinos de los valles arequipeños. En lo sucesivo, el eje de la economía se trasladaría al interior del espacio regional, convirtiéndose Caylloma en un nuevo eje ordenador de flujos económicos, que si bien no tenía ciertamente la importancia de Potosí, no dejaba, sin embargo, de constituirse en un importante polo de atracción para los españoles deseosos de enriquecerse.

#### **La producción minera de Caylloma, apogeo y crisis. Siglo XVI y XVII.**

Según el escritor el padre Echevarría, afirma que anualmente se fundían 100,000 marcos de plata, más barras de ley 11 dineros de 22 granos entre 1631 y 1779, debe tenerse en cuenta que este es el volumen mínimo producido, puesto que existió cierta cantidad de plata no declarada, que salía del Virreinato de contrabando, evadiendo el pago de los tributos, cuyo volumen no se precisa y que debió variar de acuerdo a un conjunto de factores como podían ser el tipo de controles impuestos, la distancia de las minas a las oficinas de las Cajas Reales, la disponibilidad de medios de transporte eficientes para retirar la plata no declarada, la evolución de la política tributaria, etc.

Los datos para el siglo XVI son escasos mientras que la serie anual del siglo XVI está virtualmente completa. Para analizar las tendencias seculares, hemos procesado la información y la presentamos en el cuadro No. 1.1.

TABLA No. 1.1  
**PROMEDIO DE PRODUCCION ANUAL-DECENAL DE PLATA EN CAYLLOMA**  
 (en pesos ensayados) 1631-1779

Fechas	Promedio Anual-Decenal de Prod
<b>SIGLO XVII</b>	<b>pesos ensayados (1)</b>
1631 – 1640	452,859
1646- 1647	343,847
1683- 1684	212,102
1696- 1697	270,828
<b>SIGLO XVIII</b>	<b>pesos ensayados (2)</b>
1701- 1710	85,377
1711-1720	79,536
1721 – 1730	114,818
1731 – 1740	174,591
1741- 1750	158,065
1751 – 1760	146,972
1761 – 1770	159,935
1771 – 1779	188,800

FUENTE: TE PASKE y ROBERTS: Op. cit

(1) Proyectado en base a información de los períodos 5/1631 al 9/1635, 12/1635 al 3/1637 y 4/1637 al 5/1638.

(2) Proyectado en base a información de los períodos 5/1702 al 4/1703, 5/1706 al 4/1707, 5/1708 al 4/1709 y 5/1709 al 4/1710.

Según los datos del Gobernador Intendente Antonio Alvarez y Jiménez, al iniciarse la última década del siglo XVI, en Caylloma laboraron 106 mitayos y aproximadamente un millar de jornaleros, remunerados con dos reales de plata y 2 en coca diarios, además de unos 300 peones adicionales similarmente remunerados, que laboraban en las minas de Arcata y Orcopampa, en la misma jurisdicción. Aun si no consideramos a estos últimos, la relación entre jornaleros libres y mitayos era de 10 a 1; la mita era, por tanto, insignificante.

Las modificaciones en el régimen tributario dispuestas por la Corona no guardaba relación con la evolución de la producción minera de Caylloma. El impuesto dispuesto en 1736, del quinto real al diezmo, más el 1.50%, se dio en un momento en que la producción estaba en alza, y fue seguida, por una caída del volumen producido que se prolongó por dos décadas. La reducción de la carga impositiva, a solo 1.50% en 1764 vuelve a darse cuando la producción estaba en alza, y ésta no es detenida con la reimposición del diezmo, a partir de 1774.

El impacto del levantamiento de Túpac Amaru, al cual seguiría una profunda depresión de la minería, es que la producción de Caylloma estaba en un abierto ascenso al producirse el levantamiento. La producción de 1779, que ascendió a 192,200 pesos ensayados, fue superada sólo dos veces durante 1736 y 1737, cuando se produjo 235,165 y 194,861 pesos ensayados respectivamente.

Los funcionarios de hacienda prohibieron la venta de azogue a quienes no fuesen mineros, sin embargo los comerciantes tenían poca dificultad en obtenerlo, sobre todo cuando estaban dispuestos a pagar al contado, mientras que los mineros complicaban el asunto con solicitudes de crédito. Los mineros de Caylloma eran, pues, pequeños propietarios que en promedio sólo contaban con 8 trabajadores por mina. Su escaso número, adicionalmente, les restaba toda capacidad de presión.

El escrito B. Fisher señala que a fines del siglo XVI, el sistema de la mita minera pasó a ser legal en el Perú, con excepción de las Intendencias de Cuzco, Huancavelica y Puno, lo cual no impidió su uso, cuando se requería trabajadores para proyectos específicos. Aparentemente, no fue tal la situación en Caylloma, cuya minería se eclipsó totalmente al terminar el siglo.

Fue recién a fines del siglo XIX, con la construcción del ferrocarril de Mollendo a Puno hizo pensar en la posibilidad de una más amplia expansión de la infraestructura vial, que volvió a plantearse la posibilidad de reactivar la producción minera de Caylloma. Pero esta vez la iniciativa no estaba en manos de pequeños mineros; era el capital inglés quien impulsaba la empresa. La minería de Caylloma sólo se recuperaría durante el siglo XX, pero lo haría en una nueva situación, caracterizada por la presencia del capital monopólico, que impediría que la expansión de la producción minera ejerciese una influencia significativa en la dinamización de la economía regional.

En el año 2,005, Fortune Silver adquirió un 100% de interés en la mina Caylloma y las concesiones mineras regresó a la producción de la mina en octubre de 2006 tras una importante mejora y modernización de la planta de procesamiento de mineral. La mina y la planta de procesamiento están operando actualmente a un ritmo de más de 1200 tpd. Los concentrados de Plata, plomo y zinc se entregan semanalmente a las instalaciones portuarias en el Callao a la venta en los mercados internacionales.

Fortuna Plata está comprometida con el desarrollo responsable de la mina, mientras se trabaja para asegurar la protección del medio ambiente, la seguridad y el bienestar de la fuerza de trabajo y mediante el fomento de las actividades de desarrollo sostenible en las comunidades cercanas.



Una vez adquirido el 100% de la mina Caylloma Fortune Silver cambia la razón social de la mina al nombre de Minera Bateas S.A.C.

### 1.1.2 Ubicación

Minera Bateas S.A.C. está ubicado a 14 Km al Noreste de la ciudad de Caylloma, aproximadamente a 160 Km al Norte de la ciudad de Arequipa, en tierras altas montañosas, en una elevación de 4500 metros Sobre el Nivel de Mar, procesando en Planta Concentradora Plomo, Zinc, Plata y actualmente en proceso el circuito de cobre. La Planta Concentradora procesa 1200 Toneladas Métricas por día; actualmente explorando para nuevos descubrimientos en el distrito de Caylloma.



**Figura 1.1 – Ubicación de Caylloma**

La mineralización, principalmente la plata, se encuentra hospedada en vetas rumbo predominante noreste, aunque también se reconocen estructuras de rumbo noreste. Los clavos mineralizados poseen longitud variable entre decenas de metros a varios cientos de metros, con una extensión vertical del orden de los 300 metros.

La mineralización es del tipo epitermal y es un ejemplo típico de la subclase denominada sulfuración intermedia, sistemas ricos en plata.

## Geología regional

El distrito de Caylloma se ubica en un arco mioceno, caracterizado por la presencia de edificios volcánicos de colapso, calderas, en partes superpuestas y que han evolucionado independientemente, separadas en el tiempo por varios millones de años.

### ciclos volcánicos del mioceno al cuaternario superpuestos discordantemente.

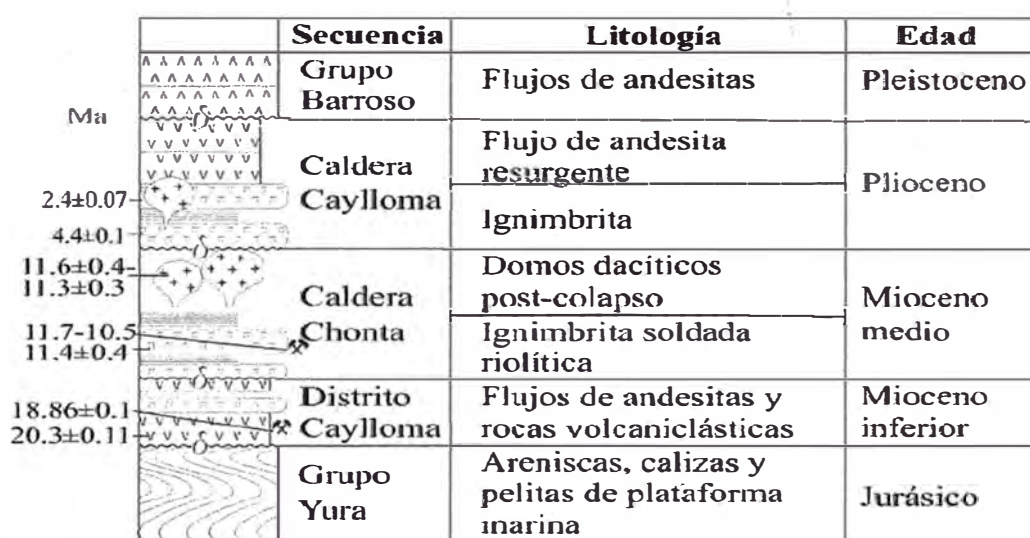


Figura 1.2 – Ciclos Volcánicos

En este marco geológico se observa directamente sobre rocas de edad jurásica-cretácica correspondientes al grupo Yura, de origen marino, se deposita en discordancia una potente secuencia volcánica. Esta secuencia volcánica está formada por lavas calco-alcalinas, ignimbritas, tobas, rocas volcanoclásticas.

En general de disposición intermedia a silícica y es la que alberga la mineralización de plata en el distrito de Caylloma.

Sobrepuestas al volcanismo mencionado se desarrollan dos calderas parcialmente superpuestas. La más antigua es la caldera Chonta, la que posee una forma circular de aproximadamente 18 Km de diámetro. Las rocas que se disponen en el interior de la caldera Chonta consisten mayoritariamente en

ignimbritas bien soldadas, ricas en litoclastos, intercaladas con lavas que se disponen hacia la parte superior de la secuencia. Hacia los márgenes de la caldera se reconocen megabrechas relacionadas al colapso del margen de la misma, formadas por grandes bloques de sedimentitas mesozoicas.

#### **Caylloma:**

Es un depósito epitermal de sulfuración intermedia emplazado en un arco volcánico continental de filiación calcoalcalina de edad miocena inferior. Las vetas se hospedan en fallas de movimiento normal dextral y en fracturas tensionales asociadas limitadas por dos fallas regionales mayores, Trinidad y Santiago, que delimitan un corredor estructural de rumbo Noreste. Los clavos mineralizados en las vetas hospedadas por fallas son discontinuos, delgados y se disponen preferentemente con alto ángulo de buzamiento, mientras que los clavos de las vetas que ocupan fracturas tensionales son más continuos horizontalmente.

En algunos tramos de Veta, como por ejemplo en San Cristóbal, la mineralización parece estar controlada por fallas sin mineral transversales, que inducen la formación de estructuras características a las que hemos denominado medios cimoides, que desarrollan clavos mineralizados potentes con altas leyes de plata.

La mineralización está estratigráficamente controlada. Las porciones de veta hospedadas por rocas sedimentarias del basamento son angostas y con bajos contenidos en metales, sólo muestran clavos estrechos. Mientras que las vetas emplazadas en las rocas volcánicas del mioceno desarrollan clavos mineralizados potentes y leyes más altas.

El relleno de las vetas es complejo y multiepisódico, donde se reconocen cuatro estadios de depositación mineral; sin embargo, la mayor parte del mineral

económico se encuentra solamente en el estadio de manganeso, los minerales que acompañan la mineralización son cuarzo de grano de media a grueso, rodonita rodocrosita, calcita y escasa adularia. Los estadios inicial y final son completamente estériles mientras que el estadio de cuarzo lleva escasos sulfuros diseminados. El relleno mineral muestra un carácter cíclico con delgadas bandas alternadas de minerales de mena y ganga.

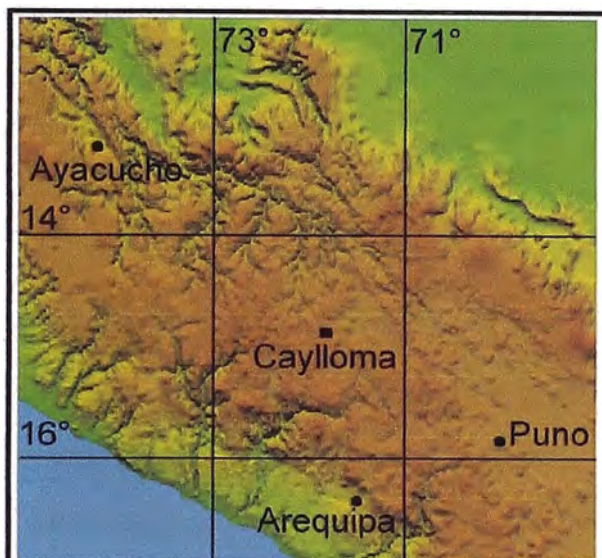
Se observa una fuerte zonación mineral y de metales tanto en sentido horizontal como vertical. La zonación horizontal muestra que los niveles más profundos del sistema hidrotermal están en el norte del distrito mientras que los niveles más someros se encuentran hacia el sur, la zona norte está formada en superficie por vetas ricas en rodonita rodocrosita y calcita con un tendido relativo de metales base elevado, la zona central es más rica en plata mientras que la zona sur se caracteriza por presentar vetas formadas por cuarzo macizo de grano fino a medio con contenidos de estibina y baritina. La zonación vertical se reconoce principalmente en veta Bateas y está compuesta por tres zonas de distribución subhorizontal la zona intermedia es la más ricas con altos contenidos de plata contenida principalmente en tetraedrita, mientras que el nivel inferior es relativamente rico en metales base con bajos contenidos de plata. Las diferentes zonas muestran una leve basculación, con las zonas más profundas del sistema aflorado hacia el Norte y Este, mientras que las zonas más someras se encuentran hacia el Sur y Oeste.

**Tipo de depósito.**

Intermedio-sulfidation epithermal depósito.

**Ubicación.**

Arequipa, Perú (Latitud: 15 ° 13 " S, Longitud: 71 ° 49 " W)



**Figura 1.3 – Ubicación geográfica de Minera**



**Figura 1.4 – Equipo de Perforación en mina**

## **1.2 Estructura orgánica de la empresa**

En la Figura 1.6, se muestra el Organigrama que tiene Minera Bateas S.A.C. en la actualidad, donde podemos apreciar la estructura desde la Gerencia General hasta las jefaturas de las diferentes áreas.

## **1.3 Proceso de producción**

Planta concentradora está compuesto por un gran grupo humano: chancadores, operarios, molineros, flotadores, reactivistas, filtreros, relaveros, despachadores de concentrado; incluyendo Laboratorio Metalúrgico, Mantenimiento Planta, personal de

apoyo planta y todo aquel personal que colaboran indirectamente con todo el proceso, con el objetivo de obtener un concentrado de alta calidad. La planta concentradora se divide en procesos muy concretos:

### 1.3.1 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 1/2" 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 (Fig. 1. 5)



**Figura 1.5 – Sección de Chancado de la planta**

### 1.3.2 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.

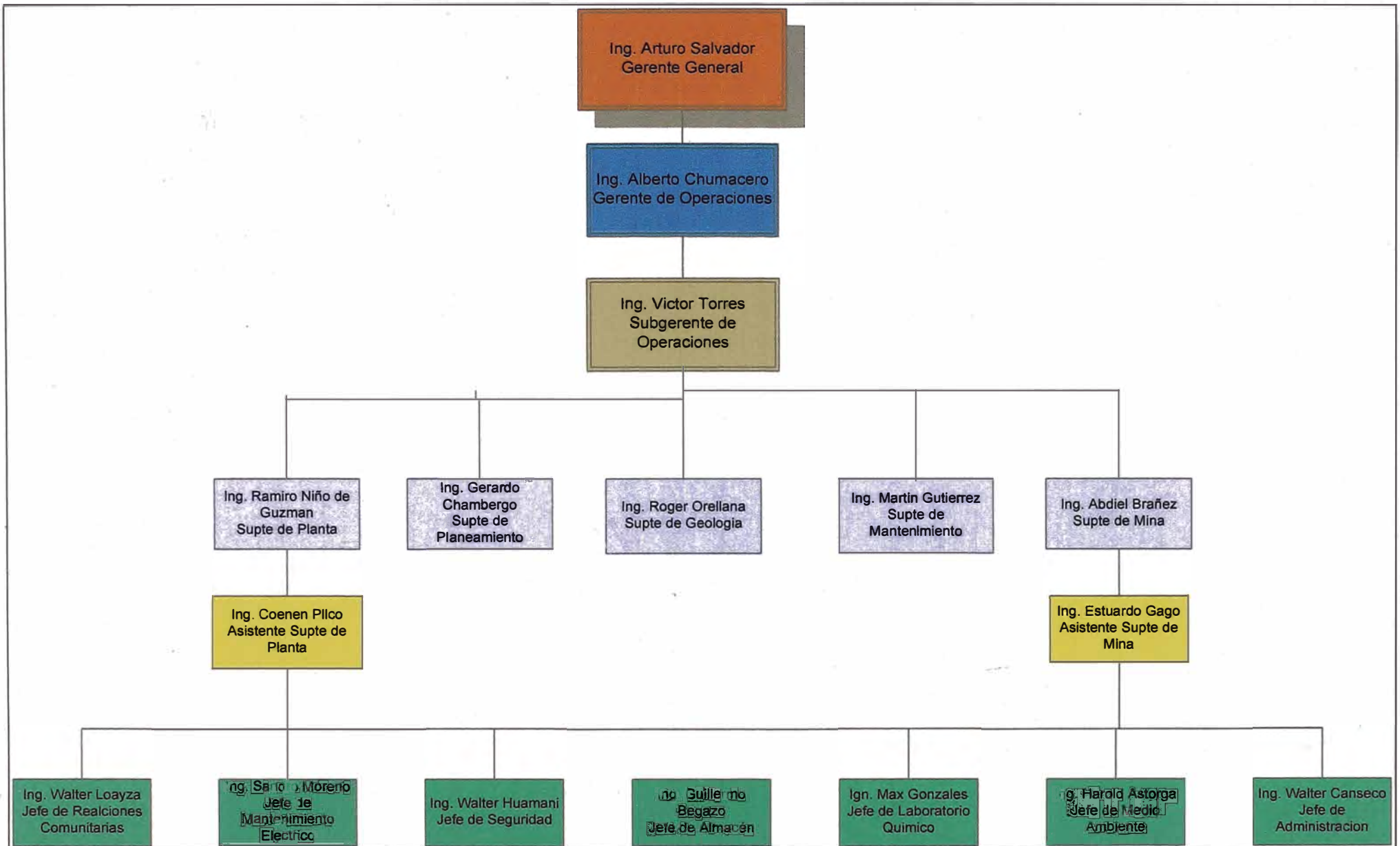


Figura 1.6 – Organigrama de la Empresa

### **1.1.1 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.

### **1.1.2 Proceso de 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.

### **1.1.3 Almacenamiento de relave**

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.

## **1.2 Objetivos**

Nuestro objetivo del presente Informe de Suficiencia, es desarrollar las estrategias para llevar a cabo la implementación del Modulo de Mantenimiento (SAP) en el área de Planta Concentradora de Minera Bateas S.A.C.

Esta implementación traerá como resultado el aumento de la Disponibilidad, Eficiencia y Optimización de Costos de Calidad de los Equipos de Planta, llevar un control detallado de las actividades de Mantenimiento.

En resumen los objetivos a lo que se quiere llegar es:

- Optimizar el uso de activos



- Mejorar la continuidad de las operaciones
- Mantener los beneficios en el tiempo
- Estandarizar procesos
- Controlar las actividades de mantenimiento
- Programa de actualización de tecnologías
- Asegurar la disponibilidad de los activos operacionales a un costo optimo
- Integrar el área de mantenimiento a los procesos de control gerencial

### **1.5 Alcance**

La implementación del modulo de mantenimiento en el software SAP, es aplicable a todo tipo de empresas e industrias, la presente implementación fue realizada a equipos de la planta concentradora de Minera Bateas, por lo que el modelo de implementación se usara para las otras aéreas del área de Mantenimiento.

### **1.6 Importancia**

El objetivo básico de implementar el modulo de mantenimiento en el SAP, o manejar la gestión del mantenimiento mediante un software, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos, a costos razonables, siendo una de sus principales actividades el definir las actividades de mantenimiento que permitan que los activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional específico.

El proceso de implementación del modulo de mantenimiento, debe asegurar que los activos continúen cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñados. Es importante tener en cuenta que para desarrollar un programa que ayude a mejorar la producción, es necesario abarcar los cuatro de aspectos básicos: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y la confiabilidad de los equipos, la variación de uno de estos factores en forma individual o en conjunto afectará la confiabilidad operacional del sistema de equipos planta.

## **1.7 Justificación**

Esta implementación del modulo de mantenimiento en el SAP, traerá como resultado el aumento de Disponibilidad, Eficiencia y Optimización de Costos de Mantenimiento de los Equipos de Planta, asimismo también, el de disminuir las fallas, que puedan ocasionarse en el transcurso de Operación.

La implementación del modulo de mantenimiento y el personal involucrado se encargara de la respectiva mejora, del área de mantenimiento de Minera Bateas S.A.C.

## CAPITULO 2

### MANTENIMIENTO GENERAL Y SU IMPORTANCIA

#### 2.1. Generalidades

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuyo fin era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se una la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian sino que requiere la integración del

mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

- Costos de producción.
- Calidad del producto servicio.
- Capacidad operacional (aspecto relevante dado el ligamen entre competitividad y por citar solo un ejemplo, el cumplimiento de plazos de entrega).
- Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- Seguridad e higiene industrial, y muy ligado a esto.
- Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

## **2.2. Mantenimiento**

El mantenimiento es la función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento continuo y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos. Se caracteriza porque es el desarrollo de un servicio a favor de la producción.

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, el equipo y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Para evitar el paro de la producción, en la mayoría de los casos no basta que los trabajos de mantenimiento se efectúen solo cuando se produzca un daño. Por razones de costo y productividad es más conveniente mantener la capacidad de funcionamiento

de los recursos físicos, actuando en forma preventiva antes de que se produzca la falla; es decir, efectuando un mantenimiento sistemáticamente planificado.

### **2.3. Mantenimiento preventivo**

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo (MP) Directo o Periódico -FTM (Fixed Time Maintenance) por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios.

Detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

#### **2.3.1. Desarrollo del mantenimiento preventivo**

Se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, se elabora un organigrama de grupo de trabajo que se muestra en el GRAFICO N° 3, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

Las tareas del MP se pueden agrupar de la siguiente manera:

- De rutina.
- Global.
- Overhaul.

#### **2.3.1.1. Tareas De Rutina**

Las tareas de rutina del MP se pueden definir como las actividades Sistemáticas para realizar:

- Limpieza.
- Lubricación.
- Inspección.
- Prueba.
- Ajuste.
- Servicio.
- Reparaciones menores.

Todo ello con la finalidad de mantener al equipo en perfectas condiciones de operación. Cada tarea normalmente toma pocos minutos y el tiempo de viaje del personal de mantenimiento excede usualmente el tiempo actual de trabajo en el equipo. El énfasis aquí es sobre lo sistemático, lo cual significa que hay un número de tareas diarias, semanales o mensuales realizadas de la misma manera repetidas veces.

#### **2.3.1.2. Tareas De Mantenimiento Global**

Son aquellas actividades que usualmente involucran:

- Parcial desmantelamiento del equipo.
- Empleo de varias herramientas.
- Reemplazo de numerosas partes o componentes.
- Alto nivel de habilidad del personal de MP.
- Mucho más tiempo que las tareas rutinarias.
- Planificación del Mantenimiento.
- Programación del equipo para una parada planificada.
- Pruebas de funcionamiento del equipo.

En este caso, el equipo normalmente no es retirado de su base y beneficiosa la participación del operador, ya que es una excelente manera de aprender más sobre "mi maquina".

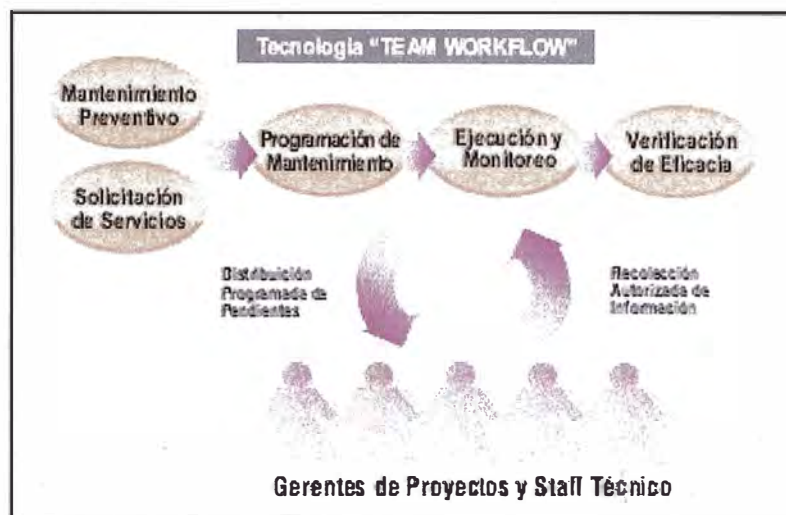
### **2.3.1.3. El Overhaul Del Equipo (Reconstrucción)**

Normalmente involucra:

- Retiro del equipo de la línea de producción.
- Desmantelamiento total del equipo.
- Reemplazo o reconstrucción de muchas partes, componentes o sistemas.
- Empleo de muchas herramientas, incluyendo máquinas-herramientas.
- Alto nivel de habilidades del personal de Mantenimiento preventivo.
- Repintado del equipo.
- La participación de los proveedores.
- Recalibración y prueba de funcionamiento.
- Reinstalación en la línea de producción.
- Mayor tiempo para su ejecución.
- Un planificador / programador de Mantenimiento.

Se realiza cuando el equipo puede ser sacado de la línea de producción por un extenso periodo de tiempo.

Se permite hacer, normalmente, modificaciones mayores, rediseños o implantación de alguna mejora técnica.



**Figura 2.1: Esquema de un Grupo de Trabajo para un MP**

## 2.3.2. Mecanismos para el mantenimiento preventivo

### 2.3.2.1. Planificación Del Mantenimiento

- Definición de niveles de acceso por usuarios;
- Identificación precisa del parque de equipos con definición de criticidad;
- Asociación de cualesquier tipos de documentos como manuales y catálogos a los equipos e instalaciones existentes en la empresa;
- Agenda del MP;
- Administración total del mantenimiento vía Orden de Servicio;
- Definición de ruta con puntos de inspección;
- Asociación de parámetros para definición de la periodicidad;
- Planificación completa de ejecuciones conforme recursos disponibles;
- Programación, registro y seguimiento del consumo de recursos materiales y financieros, tal como de los colaboradores;
- Registro de actividades estándar;
- Calendario personalizado de cada colaborador o equipo con las actividades a realizar;
- Control del mantenimiento interno y de terceros;



### **2.3.2.2. Ejecución De Las Actividades**

- Sistema de aprobación electrónica de solicitudes y ejecuciones;
- Adquisición de datos a través de fichas configurables por equipo;
- Envío de pendientes de ejecución de actividad a los respectivos responsables vía e-mail;
- Descripción de la actividad a ser realizada, tal como acciones a ser tomadas;
- Formatos indicando su análisis de fallas, con presentación de las fallas, sus causas y las acciones preventivas / correctivas;
- La solución cierta para adecuación de su empresa en las normas internacionales.

### **2.3.3. Reportes Gerenciales Y Gráficos De Consultas**

- Listas maestras de equipos y piezas de reposición; mantenimiento;
- Histórico completo de las Ordenes de Servicio;
- Movimiento de materiales y nivelamiento de los recursos con base a previsiones de consumo y cantidad existente;
- Cantidad de tiempo asignado y consumido por técnico en mantenimiento;
- Disponibilidad de las herramientas;
- Calculo automático de costos por técnico, equipo, actividad, orden de servicio, periodo, equipo de mantenimiento, costo estimado de servicio etc.
- Mecanismo de predicción de fallas de los equipos basado en análisis estadísticos;
- Generación de los cronogramas de trabajo en planilla.
- Registro de los tiempos de mantenimiento y de interrupción de los equipos, con la determinación de las relaciones de defecto, sus respectivas causas y acciones correctivas necesarias.

#### **2.3.4. Análisis y resultados del proceso de mantenimiento preventivo**

Realizar el análisis y prevención de fallas, optimizar el MP, monitorear el histórico de los equipos de Mina y sus tendencias, son algunos beneficios que auxilian en la reducción de costos en los procesos productivos, No apenas por aumento de la vida útil de los equipos de corriente de la reducción de daños y fallas, pero principalmente por el aumento de la capacidad de producción de la empresa en función de la maximización del tiempo de funcionamiento de los equipos.

Reducir los costos de almacenaje de materiales, evitar niveles de suministro con excesivas reposiciones y minimizar tiempos de parada de equipos por la falta de piezas de reposición, son algunos beneficios obtenidos por el sistema en el control de almacenes de materiales.

#### **2.4. Mantenimiento preventivo programado**

El MP programado se ejecuta en intervalos predeterminados, de acuerdo a la recomendación del fabricante, a las condiciones operacionales y a la historia de fallas de los equipos.

Con el objetivo de determinar el ciclo de mantenimiento programado se requiere como soporte un buen sistema de datos y archivos históricos.

Es necesario llevar registro sobre relación de horas de operación y horas de mantenimiento, índice de fallas, reemplazo de partes y elementos entre otras cosas. Los modernos sistemas de procesamientos de datos (Computadoras) permiten evaluar el comportamiento de un equipo y sus fallas potenciales, basados en el uso y aplicación, ambiente, destreza del operador y otras condiciones influyentes.

#### **2.4.1. Ventajas del mantenimiento preventivo programado**

- Puede planificar los recursos necesarios, tales como: Personal, materiales (partes y repuestos), herramientas e información. El tiempo necesario para la ejecución de trabajos se determina de acuerdo a las condiciones operacionales y requerimientos de ventas (capacidad de almacenamiento).
- La coordinación de los trabajos se efectúa con el involucramiento de los departamentos de operaciones, ingeniería, Suministros, Materiales y Personal.
- Simultáneamente pueden ejecutarse modificaciones, proyectos menores y mantenimiento correctivo, de forma tal que todo el mantenimiento necesario pueda ser ejecutado bajo condiciones más eficientes.
- Minimizar número de averías.
- Reducir el número de paros y la duración de los paros, corrigiendo las causas
- Disminuye costos haciendo también un uso adecuado de materiales y mano de obra.

#### **2.4.2. Desventajas del mantenimiento preventivo programado**

- La desventaja del mantenimiento programado es la poca flexibilidad e modificar los ciclos de dichos trabajos en función de nuevas condiciones operacionales de los equipos.
- Paradas innecesarias
- Requiere personal técnico muy calificado y con experiencia.

### **2.5. Efectividad del mantenimiento preventivo**

Lo que podemos llegar utilizando el MP:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.

- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento de equipos mina, infraestructuras, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo traerá ganancias no sólo para el empresario, esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener unos trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del MP de los sitios de trabajo.

El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

## **2.6. Mantenimiento correctivo**

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

### **2.6.1. No planificado**

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto

posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

### **2.6.2. Planificado**

Se sabe con antelación que es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

La principal función de una gestión adecuada del mantenimiento mina consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa.

El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programando un paro, para que esa falla no se repita.

Es importante tener en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunos equipos o instalaciones el correctivo será el sistema más rentable.

## **2.7. Mantenimiento predictivo**

En esta estrategia de mantenimiento se evalúa la condición mecánica de la máquina y su evolución, mientras ella está funcionando, a través de diversos síntomas que ella emite al exterior.

En base a esto se programan las necesidades de mantenimiento cuando se detecta un problema en ella.

El Mantenimiento Predictivo (MPd) normalmente se realiza separadamente del MP, especialmente si lo realiza el departamento de ingeniería. Sin embargo, sirve para el mismo propósito que el MP: prevenir fallas del equipo, prediciendo cuando va a fallar un cierto componente, por ejemplo un rodamiento, una caja de engranajes, o un motor. El MPd incluye una serie de pruebas y análisis (criterios) tales como:

- Análisis de Vibraciones.
- Pruebas de Aislamiento (Megger).
- Análisis espectrografito de Aceite.
- Termografía.
- Inspección Infrarroja.
- Ensayos no destructivos.
- Análisis acústico.

Este tipo de mantenimiento utiliza aparatos de prueba sofisticados para ayudar a predecir cuándo fallara algún componente del equipo. Estos aparatos de prueba pueden estar incluso interactuando con un microprocesador para graficar tendencias de desgastes del equipo y mejorar las estimaciones sobre la condición del mismo. Tal sistema permite tomar decisiones lógicas como el reemplazo de partes gastadas en turno de reparación, que no interfiera con la producción.

### **2.7.1. Beneficios del mantenimiento predictivo**

- Se obtiene la máxima vida útil de los componentes de un equipo o maquina.
- Incluye ventajas del MP.
- Elimina perdidas de Producción.
- Elimina la necesidad de una inspección periódica programada para el equipo.
- Reducir las horas extras de Mantenimiento.
- Encuentra serios problemas.
- Reduce las paradas imprevistas.

- Se conoce con precisión cuando y que se debe ser cambiado en el equipo.
- Aumenta la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

## **2.8. Mantenimiento proactivo**

Es el mantenimiento que realiza cambios en los procedimientos, los productos, las cargas o el diseño del equipo para cambiar el nivel de desgaste y extender la vida útil del equipo. El mantenimiento proactivo reduce los gastos de mantenimiento 83%.

El uso de aceites inferiores, repuestos baratos y rellenos de piezas no forma parte de un programa de mantenimiento proactivo.

En esta estrategia de mantenimiento se identifica y corrige las causas raíz de las fallas de la máquina. Se pretende maximizar su vida útil operativa.

El aumento de la vida operativa de la máquina a través de una estrategia de mantenimiento proactivo indudablemente disminuye los costos de mantenimiento y aumenta la productividad de la Planta. Sin embargo, en la práctica en muchas empresas no se ha logrado los resultados esperados por falta de personal capacitado en el tema.

## **2.9. Historial de equipos**

Desde 1940 se han desarrollado aproximadamente estudios sobre la teoría de la confiabilidad, y así, basado en observaciones efectuadas en equipos y sistemas complejos instalados en industrias telefónicas, industrias de generación de energía eléctrica, industrias petroquímicas, de aviación comercial, etcétera, y su funcionamiento en relación con las fallas que dicho equipos y sistemas registran, se ha determinado que la cantidad de fallas que presenta un equipo en particular, no es uniforme a lo largo de su vida útil, sino que existen variaciones bien definidas durante los periodos inicial y final, así como un gran lapso comprendido entre ellos, en el cual el número o tasa de fallas es relativamente constantes.

### **2.9.1. Gestión de mantenimiento de los equipos**

Como se podría prever, todos los equipos van a requerir las cuatro tareas básicas de MP: Limpieza, lubricación, inspección y ajuste. Fijemos algunas pautas que debemos tener en cuenta en cada una de ellas.

Las tareas de mantenimiento se subdividen en tres:

- Inspección.
- Conservación.
- Reparación.

Para ello tenemos que desarrollar un Sistema Integral que contemple operaciones de gestión del mantenimiento mina y de control de procesos con monitoreos y supervisiones que ayuden a los operadores de procesos y gestiones a controlar de manera eficiente los procesos de producción.

Contar con mayor Seguridad Industrial disminuyendo el riesgo de accidentes de operadores y trabajadores involucrados dentro del área de Operaciones Mina.

Llevar a cabo un Control eficiente sobre todos los Equipos y Maquinarias que operan dentro de las Empresas, y con ello desarrollar Programas de MP para cada Equipo y/o Maquinaria, también contar con Registros Integrales de Personal (RR. HH.) de tal manera que el Control sea aún más eficiente.

Mejorar la calidad general del ambiente de trabajo, con lo que se persigue cambiar las actitudes y comportamiento de los trabajadores en general.



El establecimiento agresivo de objetivos y metas, tales como cero averías, cero defectos y cero accidentes laborales.

### **2.9.2. Definición de los equipos en operación para su mantenimiento**

Un equipo operativo es un bien de la empresa que participa en el proceso de elaboración de un producto. La definición de Equipos en operación permite realizar un seguimiento de las distintas fases de un proceso de producción de un elaborado y cuantificar los gastos consumidos en el mismo. Cada equipo tiene un costo de producción en tiempo y en cantidad producida.

Hoy en día las empresas han comprendido la importancia que tienen sus recursos de trabajo: los equipos (operativos), por lo que administrarlos, controlar sus costos y planificar su mantenimiento para mejorar su productividad, funcionamiento activo, rentabilidad y prolongar su vida útil son tareas de gran importancia.

### **2.9.3. Definición de los estados de los equipos**

Es la condición en que se encuentra el equipo, es importante saber su estado, porque de ello depende que la producción no pare por averías no detectadas a tiempo, y que el mantenimiento sea el adecuado y desarrollado a tiempo; para evaluar la condición actual de los equipos se realiza un “análisis de condición” que permite verificar:

- La confiabilidad.
- La capacidad.
- La condición general.
- Aspecto y limpieza.
- Facilidad de operación.
- Seguridad y medio ambiente.

La condición actual del equipo se mide según la siguiente escala de clasificación:

- 1: Malo** (Por debajo de toda norma; no se debería utilizar).
- 2: Regular** (Apenas aceptable, por debajo de toda norma).
- 3: Promedio** (Cumple con los requisitos, se puede mejorar).
- 4: Bueno** (Podría mejorarse para un mejor funcionamiento).
- 5: Excelente** (Cumple o excede todas las expectativas).

#### **2.9.4. Tipos de fallas de los equipos**

El equipo cumple un ciclo de vida útil, en este periodo de operación del equipo se producirán fallas, a las cuales las podemos clasificar de la siguiente manera:

##### **2.9.4.1. Las Fallas Prematuras**

Las fallas prematuras suelen aparecer poco después de la puesta en funcionamiento. Sus causas más frecuentes son:

- Defectos de fabricación.
- Material defectuoso.
- Fallas de montaje.
- Errores de operación.

A menudo se puede suprimir la causa de la falla de manera tal que después de un cierto tiempo ya no aparezcan más fallas prematuras. Este tiempo tiene que ser más corto que el tiempo de garantía de la máquina o equipo en cuestión. Después del periodo de prueba se puede suponer que descende el índice de fallas.

#### **2.9.4.2. Las Fallas Casuales**

Después del periodo de prueba aparecen fallas casuales, que se originan por destrozamiento repentino de un elemento a causa de sobrecarga, por ejemplo, o por imperfecciones en el proceso productivo, que no han seguido fielmente al proyecto. El valor de la tasa de fallas en esta fase da una medida de la perfección del método de fabricación empleado. Estas fallas son imprevisibles. Como la probabilidad de que ocurran es siempre la misma, el índice de fallas es constante.

Las fallas casuales se dan en el periodo normal de trabajo. Su aparición se reparte en forma estadísticamente constante en ese tiempo. De esta fase de fallas casuales resulta que las piezas o componentes respectivos tienen una vida útil promedio correspondiente a la mitad del promedio del periodo de trabajo. Una vez pasada la vida útil promedio, comienzan los trabajos preventivos de reparación.

En forma preventiva se puede decidir, entonces que hay que cambiar un componente determinado después de concluida la vida útil promedio, por lo tanto la vida útil promedio de un equipo es cuando llega el equipo a entrar en el periodo de falla casual o accidental.

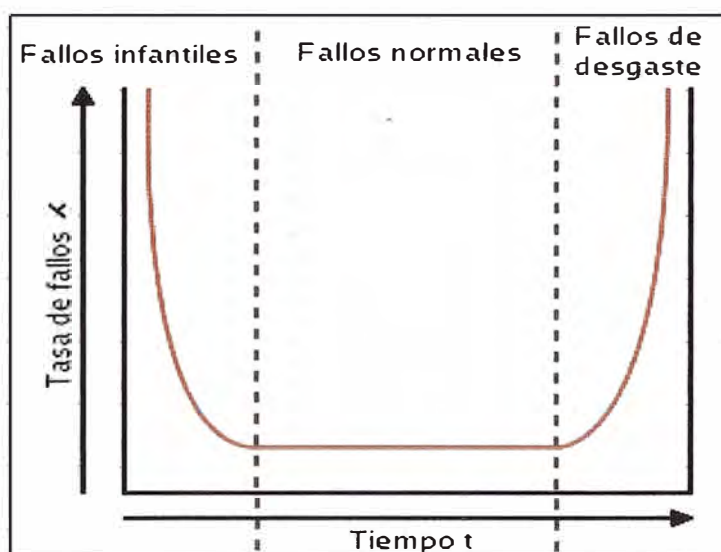
#### **2.9.4.3. Fallas De Desgaste**

Al periodo de trabajo, con sus fallas casuales, le sigue el periodo de desgaste, y que se caracteriza por fallas debidas a la degradación irreversible de las características del elemento, propio del diseño mismo, consecuencia del tiempo de funcionamiento. Estas fallas suelen tener manifestaciones físico-químicas como corrosión, alteración de la estructura del material, desgaste, fatiga o una combinación de estas formas.

Cuanto más tiempo pasa, más aumenta el índice de fallas del periodo de desgaste. Si queremos evitar que esta tasa de fallas crezca rápidamente, es decir, llevar la tasa de fallas a valores más bajos, aumentando con ello la confiabilidad, debemos intervenir efectuando un mantenimiento integral (probablemente un overhaul).

Después de realizar un overhaul, el equipo volverá a repetir el ciclo de vida útil, pero con una tasa de fallas superior al ciclo anterior, porque evidentemente se producirán más fallas, que son las que no aparecieron en la etapa anterior.

En el Figura 2.2, se enfoca como el equipo pasa por etapas de envejecimiento con respecto al tipo de fallas.



**Figura 2.2: La Vida Útil de los Equipos**

### 2.9.5. Criticidad de los equipos

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la

confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa. ¿Cómo establecer que un proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

#### **2.9.6. Sistema de criticidad para los equipos**

La importancia de disponibilidad de cada equipo es diferente para cada uno de ellos, el sistema de criticidad clasifica a los equipos de acuerdo con su importancia en el área de operación mina o en caso de fallar, según los posibles daños o accidentes que pudiera ocasionar.

El nivel de criticidad lo determinan: el personal de operaciones, del departamento de mantenimiento y la gerencia, quienes delimitarán la clasificación de prioridades para el MP y MPd. Existen muchas posibilidades de establecer un sistema de criticidad, desde los más simples, como una lista de equipos en orden de importancia, hasta los más complicados, haciendo depender al sistema de muchas variables. Se proponen aquí tres niveles de criticidad para los equipos:

#### **2.9.6.1. Nivel De Criticidad 1**

Es el nivel que se asigna al equipo que no debe fallar. Si este equipo fallara, habría que cerrar el área de operaciones mina, parte del área de operaciones mina, o una línea de producción y ello ocasionaría una gran pérdida económica.

Un equipo cuya falla ocasionaría daños corporales (accidentes) a los empleados, tales grúas, elevadores, trenes de laminación, etcétera; también debe ser considerado en este nivel de Criticidad, un equipo cuya falla ocasionaría importantes daños ambientales tales como derramamiento de hidrocarburos (combustibles, aceites u otros), productos químicos, y además también debe considerarse como equipo de Criticidad 1.

#### **2.9.6.2. Nivel De Criticidad 2**

Es el nivel que se asigna a los equipos que no deberían fallar. Continua siendo un equipo importante, pero una falla en esa máquina no tendría un fuerte impacto en el área de operaciones mina, por muchas razones, como que existe otro similar disponible o que la falla toma poco tiempo en repararla o su parada no detiene la producción. Aquí estará la mayor cantidad de maquinas existentes.

#### **2.9.6.3. Nivel De Criticidad 3**

Es el nivel que se asigna a todo el resto de los equipos que van a ser considerados en el plan de mantenimiento Proactivo. Se tienen equipos a los cuales en caso de que no se encuentre el tiempo para realizar una tarea de MP se puede reprogramar, lo que no afectaría sustancialmente la efectividad del programa.

#### **2.9.6.4. Importancia de un sistema de criticidad**

La mayor parte de las empresas, incluso aquellas que cuentan con un buen sistema de MP, no logran efectuar todas las actividades de MP todo el tiempo.

El sistema de criticidad le permitirá llevar a cabo las tareas correctas de MP, incluso si no tiene tiempo de realizar todas las tareas planificadas de MP. Las metas recomendadas con este sistema de criticidad son:

- 100% de cumplimiento de MP para equipos de criticidad 1.
- 90% de cumplimiento de MP para equipos de criticidad 2.
- 80% de cumplimiento de MP para equipos de criticidad 3.

#### **2.10. Costo de calidad con respecto al ciclo de vida**

Los Costos de Ciclo de Vida y Evaluación Costo Riesgo Beneficio, las cuales permitirán optimizar y maximizar la rentabilidad del proceso de producción. En este proceso de optimización, existen muchas decisiones técnicas que deben adoptarse a lo largo del ciclo de vida del activo, siendo de interés particular, aquellas acciones relacionadas con el mejoramiento de la confiabilidad y de la mantenibilidad de los activos (calidad del diseño, tecnología utilizada, complejidad técnica, frecuencia de fallas, manejo de inventarios, costos de mantenimiento preventivo/correctivo, costos operacionales, niveles de accesibilidad, etc.). El análisis detallado de estos aspectos es muy importante, ya que los mismos, tienen un gran impacto sobre el costo total del ciclo de vida del activo, e influyen en gran medida sobre las posibles expectativas para extender la vida útil de los activos a costos razonables.

Intentando una clasificación que uniforme a los costos de calidad algunos autores han distinguido dos tipos de costos de calidad:

- Los propiamente dichos que vienen a ser los esfuerzos para fabricar un producto con calidad, y
- Los generados por no hacer las cosas correctamente llamados “Precio del incumplimiento” o “Costo de no calidad”.

Sin embargo, analizando las diversas partidas que componen los costos de calidad y de acuerdo con las funciones específicas y el propósito a que responden cada una de ellas los costos de calidad se han separado en cuatro grupos básicos que incluyen los dos tipos señalados arriba:

#### **2.10.1. Costos de prevención**

Aquellos en los que se incurre buscando que la fabricación de productos esté apegada a las especificaciones. Representan el costo de todas las actividades llevadas a cabo para evitar defectos en el diseño y desarrollo; en las labores y actividades de adquisición de insumos y materiales; en la mano de obra, en la creación de instalaciones y en todos aquellos aspectos que tienen que ver desde el inicio y diseño de un producto o servicio hasta su comercialización, a manera de ejemplo se pueden citar:

- Revisión del diseño, de los planes y de las especificaciones.
- Calificación del producto.
- Orientación de la ingeniería en función de la calidad.
- Programas y planes de aseguramiento de la calidad.
- Evaluación y capacitación a proveedores sobre calidad.
- Entrenamiento y capacitación para la operación con calidad.

#### **2.10.2. Costos de evaluación**

Aquellos desembolsos incurridos en la búsqueda y detección de imperfecciones en los productos que por una u otra razón no se apegaron a las especificaciones. Estos costos proceden de actividades de inspección, pruebas,



evaluaciones que se han planeado para determinar el cumplimiento de los requisitos establecidos; como ejemplos podemos mencionar:

- Inspección y prueba de prototipos.
- Análisis del cumplimiento de las especificaciones.
- Inspecciones y pruebas de aceptación y recepción de los productos.
- Control del proceso e inspección de embarque.

### **2.10.3. Costos de fallas internas**

Una vez que se han detectado las fallas y antes de ser enviados a los clientes es necesario realizar actividades tendientes a eliminar aquellas imperfecciones encontradas en los productos, esto incluye tantos materiales, mano de obra y gastos de fabricación, así como herramientas o adecuación de máquinas. Algunos ejemplos de estos costos son:

- Componentes individuales de costos de producción defectuosa.
- Utilización de herramientas y tiempos de paradas de producción.
- Supervisión y control de operaciones de restauración.
- Costos adicionales de manejo de documentación e inventarios.

### **2.10.4. Costos de fallas externas**

Son aquellos incurridos cuando después de haber sido embarcados a los clientes los productos, se detecta que algunos de ellos no cumplen con las especificaciones, entre estos están:

- Componentes individuales de costos de productos devueltos.
- Cumplimiento de garantías ofrecidas.
- Reembarque y costos de reparaciones en su caso.
- Aspectos relacionados con la posibilidad de pérdida de ventas futuras.

### **2.10.5. Sistema de ordenes de trabajo**

Las empresas se regulan por procesos internos para tener mayor control de sus actividades una de estas actividades es verificar que la elaboración de sus servicios se estén desarrollando en los departamentos adecuados con los tiempos óptimos para así identificar que los procedimientos se estén realizando de la manera adecuada.

El Sistema de Ordenes de Trabajo (OTs) tiene como objetivo asignar, controlar, y supervisar las OTs de servicios solicitados por clientes de la empresa o bien por servicios requeridos dentro de la misma empresa.

El sistema nos permite:

- Generar OT con un formato de acuerdo a la necesidad de la empresa.
- Supervisar en que área se encuentra las OTs.
- Crear rutas óptimas para asignar las áreas de la OT.
- Controlar las OTs asignando tiempos y descripción por departamento.
- Historial de las OTs no terminados y finalizados.

El procedimiento de las OTs debe guardar concordancia con la realidad de las exigencias técnicas y administrativas del área de operación mina, en especial en lo referente a información fluida, completa y confiable, la eficiencia en el cumplimiento de metas y al control de costos.

Hoy en día existe la incorporación de los sistemas computarizados para el procesamiento de información en forma interactiva posibilita ampliar la capacidad de planificar y controlar las OTs. Así, el procedimiento de las OTs encaja dentro del sistema de administración del mantenimiento, del cual es una valiosa fuente de datos y posibilita la planificación estandarizada, el control específico de costos y el trabajo basado en presupuestos. Para ello se incorporan las siguientes facilidades:

Correlativo único de las OTs para su identificación automática.

- La OT emitida por un especialista, posibilita el llenado homogéneo y estandarizado de datos.
- La OT sale a la ejecución previamente planificada, lo que permite que los ejecutores puedan concentrar sus esfuerzos en la supervisión y control de calidad de los trabajos.
- La OT que carece de materiales o no están dadas las condiciones de planta o equipos para su pronta ejecución, se mantiene en condición inactiva y solo es liberada como activa cuando la situación inhibidora se despeja.
- La OT identifica al supervisor de área responsable, que encabeza las acciones de los restantes ejecutores y centraliza los cargos de costos de la OT.
- Las descripciones de las OT y sus actividades son normalizadas, lo cual permite una rápida información histórica de acciones semejantes.

#### **2.10.6. Importancia de ordenes de trabajo**

La OT es un documento importante para el éxito de un mantenimiento moderno, por lo que se debe establecer un procedimiento claro y sólido para su adecuada utilización.

Todo trabajo, que deba realizar cualquiera de las unidades de área de mantenimiento mina, debe estar respaldado por una OT. Los requerimientos del usuario se canalizan a través de la solicitud de trabajo que puede ser originado por cualquier persona de mantenimiento mina, basándose en la percepción primaria de un problema que afecta a equipos o instalación. Esto establece una base participativa amplia. El destino final de las solicitudes de trabajo, es el área de Planificación, que las clasifica, comprueba la aprobación de los niveles que correspondan y, si es necesario, las requiere directamente. Todas las OT son

emitidas por los planificadores y procesadas por el sistema computarizado del Mantenimiento para ser remitidas al ejecutor.

#### **2.10.7. Planificación y análisis de los costos de mantenimiento**

Es preciso tener en cuenta que el costo de producción es uno de los indicadores más importantes a considerar en las instituciones para ejecutarla y realizarla. Por lo tanto, mientras más eficiente sea la labor de éstas, menos recursos se invertirán en su producción y, por consiguiente, menor será la cuantía de los gastos.

El costo de producción debe erigirse en un medidor fiel del aprovechamiento de los recursos materiales, laborales y financieros en el proceso de producción, porque, además, conjuntamente con los indicadores del volumen de realización, determina el nivel de ganancia que obtiene la organización.

El costo constituye, además, la base para la formación de los precios de los productos elaborados. Por ello es tan importante la obtención del máximo de producción, con el mínimo indispensable de gastos, para garantizar así el gradual incremento de las ganancias o utilidades.

Mediante la planificación del costo de producción, se logra trazar las magnitudes óptimas de gastos para acometer la producción, mediante los resultados operativos de la empresa, los factores técnico-económicos y los indicadores establecidos.

La planificación del costo sirve como instrumento de control a la dirección de las instituciones, debido a que le permite conocer, sistemáticamente y de manera ágil, cualquier desviación que ocurra en la ejecución real de la producción con respecto al plan trazado, en cada una de las áreas y en la entidad en su conjunto.

Todo lo anterior explica la importancia vital que reviste la planificación acertada del costo de producción para el desempeño de la labor económica de las organizaciones, pues así se conocen los gastos en los cuales la institución debe incurrir para elaborar su producción y lograr un mejor control de lo que realmente está ocurriendo y así poder delimitar quién responde por las desviaciones detectadas.

Es en este marco que la organización del trabajo relacionado con el costo por áreas o niveles de responsabilidad se constituye en un resorte de gran interés, en la medida que posibilita conferirle un carácter eminentemente activo a esta categoría, como herramienta de singular utilidad en la dirección de los fenómenos económicos.

### **2.11. Disponibilidad**

Tan importante como los equipos por sí mismos, es el servicio disponible y el mantenimiento realizado a éstos. Sabemos la dificultad que supone planificar el mantenimiento sin haber experimentado antes paradas significativas en el área de mantenimiento mina. Con esta finalidad, el suministro de equipos y servicios incluye también la disponibilidad de los equipos auxiliares de apoyo.

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

1. la frecuencia de las averías, y
2. el tiempo necesario para reparar las mismas.

El primero de dichos factores recibe el nombre de *fiabilidad*, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado *mantenibilidad* es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería.

En consecuencia, un adecuado nivel de *disponibilidad* se alcanzará con unos óptimos niveles de *fiabilidad* y de *mantenibilidad*. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

## **2.12. Seguridad del personal de mantenimiento**

Durante mucho tiempo prevaleció la idea de que los accidentes relacionados al trabajo era un tema sólo para especialistas expertos en seguridad, médicos laborales, la gerencia de las empresas y otros técnicos especializados, como los únicos detectores del conocimiento para analizar los riesgos en los lugares de trabajo y proponer soluciones. Dentro de esa visión los trabajadores tendrían un papel pasivo y colaborador dando informaciones a los especialistas, o contestando preguntas a los médicos, realizándose exámenes e incluso, siendo acusados de ser responsables por los accidentes. Esa visión también privilegiaba la compensación financiera, a través, de concesiones adicionales de Insalubridad y peligrosidad. Esa visión atrasada sobre seguridad y salud ocupacional terminaba ocupándose de los accidentes una vez ocurridos. En las últimas décadas, ha habido un cambio substancial en el enfoque de los

profesionales que trabajan con los riesgos en los locales de trabajo, y buscan enfatizar más el aspecto preventivo, o sea, actuar en el control y eliminación de los riesgos en la fuente. También, la organización del trabajo en prácticas gerenciales pasara a ser un foco de análisis tanto como causantes de accidentes o como integrantes fundamentales de las políticas de seguridad y salud en las empresas y dentro de esta concepción más moderna, los trabajadores serán considerados como parte activa e integrante.

### **2.13. Costos de calidad**

En un intento por mantener el liderazgo en el mercado, las firmas se abocaron a la búsqueda de sistemas, métodos y procedimientos, cuyos objetivos se basaron en el mejoramiento de la calidad y la reducción de costos, y se fijaron una meta llamada de cero defectos.

Como resultado de estos esfuerzos se han desarrollado una serie de programas tendientes a mejorar sustancialmente la calidad de los productos con lo que ha nacido una nueva filosofía administrativa llamada de calidad total, que por supuesto ha requerido el desarrollo de herramientas y procesos que permitan su operación.

Los esfuerzos para obtener productos de alta calidad se transforman inevitablemente en la utilización de recursos financieros, a estos desembolsos se les ha llamado costos de calidad.

Una de las principales dificultades que se encontraron respecto a los costos de calidad es la falta de uniformidad sobre lo que son, y aun más sobre lo que debe ser incluido bajo este término. Tradicionalmente se considera que el costo de calidad lo integran las partidas correspondientes a los factores de aseguramiento como a los de detección de errores y desechos, sin embargo el concepto ha evolucionado ampliándose y ahora se entienden como costos de calidad aquellos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad, incluyendo los referentes a sistemas de mejoramiento continuo.

## **CAPITULO 3**

### **SAP**

#### **3.1. Historia del SAP**

En 1972, en Mannheim, en Alemania, tres ingenieros exempleados de IBM tuvieron una idea de producir un software que se hiciera patrón en el mercado para soluciones de negocios integradas y dieron inicio la una pequeña empresa (con un nombre comprimido) llamada "Systemanalyse and Programmentwicklung." Desde entonces, aquella compañía se llama SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos).

Desde el comienzo, SAP se dedicó al software para aplicaciones de negocios. Por la colaboración con ejecutivos de negocios e IT y teniendo socios en todo el mundo SAP desarrolló una forma única de comprender los desafíos encontrados en la implementación de soluciones tecnológicas para usuarios de negocios, desarrollando softwares que puedan ayudar a las compañías a integrar sus procesos de negocios ayudando a toda la empresa a funcionar más ordenadamente. Los sistemas versátiles y modulares pueden ser rápida y fácilmente adaptados a nuevos procesos de negocios de forma que crezca su capacidad a medida que el negocio va desarrollándose.

La compañía cotiza en el DAX alemán y en el NYSE de Nueva York. Actualmente tiene dos filiales SAP Markets, empresa que se dedica a crear mercados business to



business, y SAP Hostings cuya actividad empresarial se centra en proveedor de servicios de Internet y proveedor de servidores de aplicaciones. Hoy, SAP es la mayor desarrolladora de software para aplicaciones de negocios del mundo y el cuarto mayor proveedor independiente de software, en términos absolutos. Más de 7.500 empresas (más de 15 000 instalaciones), en más de 90 países escogieron los sistemas SAP para mainframe y cliente/servidor para controlar procesos de finanzas, manufactura, ventas, distribución y recursos humanos, esenciales para sus operaciones.

SAP R/3 es considerado patrón en industrias como petróleo, química, productos de consumo y alta tecnología/electrónica.

SAP R/3, Es el más utilizado ya que es el que más tiempo lleva en el mercado, el resto de productos llevan en el mercado algo más de un año.

Aplicaciones lanzadas hace algo más de un año: Customer Relationship Management CRM, Supply Chain Management APO, Product Life Cycle Management, Knowledge Management, Business Information Warehouse BIW, Strategic Enterprise Management SCM, mySAP E-Commerce solutions, mySAP Financials, mySAP.com marketplace, mySAP.com workplace.

Desde un punto de vista funcional y de su arquitectura técnica, SAP R/3® puede definirse como un software abierto, basado en la tecnología cliente/servidor, diseñado para cubrir las necesidades de información de una empresa.

SAP R/3® es el software de estas características más utilizado en todo el mundo, es la versión mejorada de un producto anterior (sistema R/2®) que ha permitido a SAP AG convertirse en la empresa líder de software empresarial. Sin embargo, no se limita a ser un simple paquete de programas informáticos; SAP R/3® va más allá: supone todo un equipo (de personal, programas, comunicaciones, partners...) trabajando 24 horas al día

para la empresa en que se instale. El sistema R/3 es un sistema "On-line" y en tiempo real diseñado para cubrir de forma global las necesidades de gestión o información de corporaciones de tipo medio/grande. Consta de un conjunto de módulos totalmente integrados que cubren una amplia variedad de funciones de negocio entre las que se incluyen: Gestión Económico Financiera (Contabilidad General, Contabilidad Analítica, Activos Fijos, Tesorería), Logística, Comercial y Distribución, Producción (Planificación, Control, Sistemas de Producción en serie, lotes, JIT, etc.), Control de Calidad, Mantenimiento, Gestión integrada de Proyectos, Recursos Humanos, Workflow, EDI, ... En definitiva, puede afirmarse que cubre todas las áreas funcionales de la empresa. Además, existen una serie de Soluciones Industriales, lo que significa una mayor adecuación del sistema SAP a las particularidades de cada negocio sectorial: Petróleo, Automoción, Publishing, Laboratorios Farmacéuticos, Retail, Alimentación, Sector Público, Telecomunicaciones, etc.

### **Características del sistema R/3:**

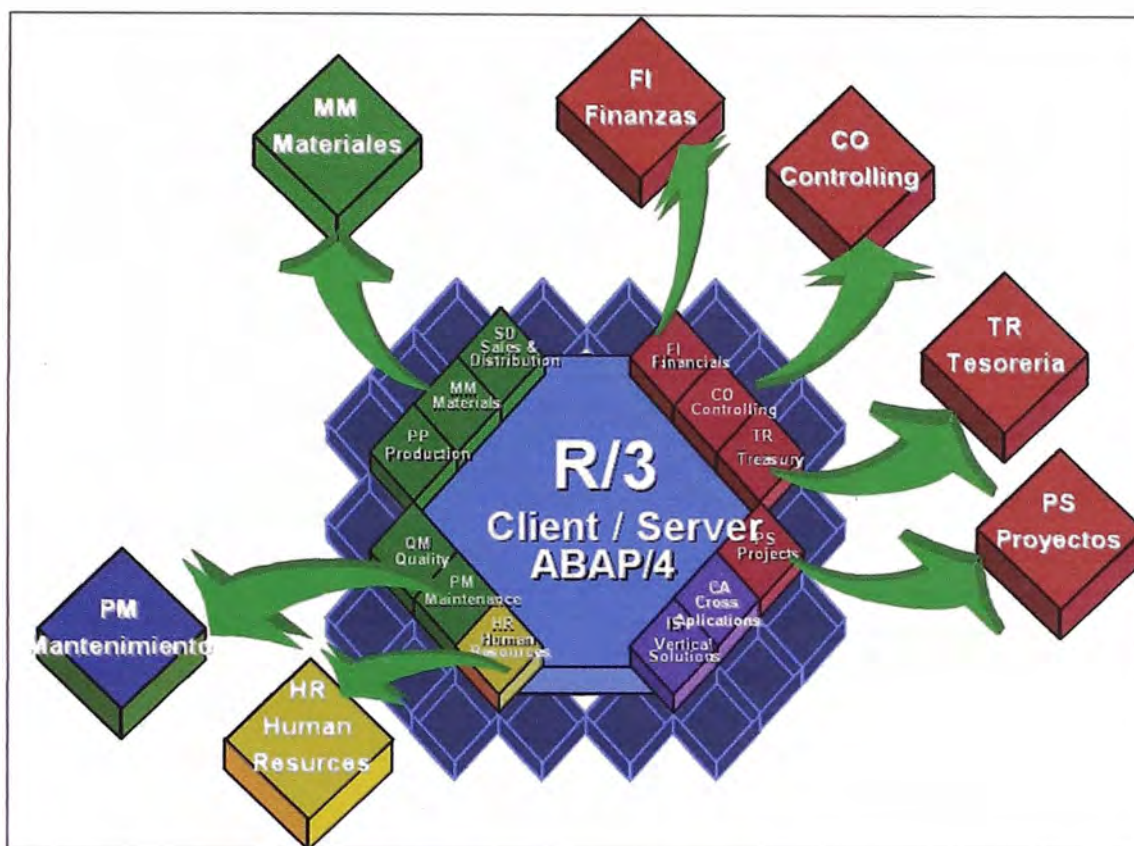
SAP R/3® ha tenido tanto éxito debido a que combina unas características únicas que son ideales a la hora de trabajar en gestión empresarial. SAP es muy flexible.

Permite agilizar las tareas diarias de cualquier empresa independientemente del sector y del país en que trabaje, de su tamaño y de otros factores que pueden suponer un problema con otro software. Otro aspecto importante es que es altamente integrado: supera las limitaciones jerárquicas y funcionales típicas de la empresa. Todo está integrado en un mismo software que coordina las distintas estructuras, procesos y eventos de todos los departamentos y áreas funcionales, permitiendo a cada empleado disponer de toda la información necesaria en todo momento. Así, no sólo actualiza la información en tiempo real (importantísima característica de SAP que constituye una enorme ventaja), sino que además basta con introducir los datos una sola vez, puesto que es el sistema se encarga de pasar y actualizar los datos en el resto de los módulos o programas.

Así la interconexión entre centrales, oficinas, centros de producción, etc. queda asegurada. Con un sistema no integrado, todas las operaciones podían hacerse, en cada departamento, oficina, fábrica... con sus programas específicos para cada una (software para la gestión de materiales, software para controlar salarios, ventas, compras, etc. y cada uno de ellos trabajando con sus propios protocolos, con su propia información, adaptados para hardware distinto, sin conectar ni compartir información) con lo que se trabajaba el doble: los datos que se repiten en diversas áreas se manejan varias veces (por ejemplo, en el almacén y en la administración) y, al no estar interconectados, (aunque exista una red interna, los diversos programas podrían trabajar con formatos, datos, máquinas incompatibles) es necesario que alguien se dedique a pasar la información de unos a otros, perdiendo un tiempo que se podría dedicar a mejorar la estrategia. SAP R/3® evita que se repita innecesariamente la información (los datos que introduzca uno no hace falta que los introduzca otro, aunque sea de otra sección).

Fue diseñado como un producto integrado, pero existe la posibilidad de instalar sólo parte del software (los módulos pueden utilizarse individualmente) para luego ir ampliando paso a paso según sus necesidades. Permite además la comunicación con terceros (clientes o proveedores de su empresa que no sean SAP AG y sus partners).

Otra ventaja es que está directamente conectado a Internet y preparado para el comercio electrónico. Así la World Wide Web (www) puede servir como una interface de usuario alternativa para las aplicaciones de empresa R/3, abriendo nuevas vías de negocio para los clientes.



**Figura 3.1** interface de usuario

Por otro lado, SAP R/3® opera en EE.UU, Europa, América, Asia o África entre otros con igual eficacia gracias a las versiones existentes en 24 lenguas (incluido chino, kanji y cirílico) y a las 39 versiones específicas para países que permiten trabajar con diferentes monedas, impuestos y normativas fiscales. Y todo esto asegurando una perfecta interrelación entre ellas. La universalidad de SAP R/3 no consiste sólo en la adaptabilidad a monedas, lenguajes o leyes, sino que es capaz de satisfacer las necesidades tanto de empresas pequeñas y medianas, (más del 50% de las instalaciones) como de grandes multinacionales (Mercedes Benz o Microsoft) y empresas de cualquier sector (aerospacial y defensa, automoción, banca y seguros, bienes de consumo, gestión sanitaria, ingeniería y construcción, petróleo y gas...).

SAP R/3® tiene además otras ventajas. Ofrece algo más que soluciones informáticas. Las aplicaciones también enlazan sus procesos empresariales con los de sus clientes y proveedores, permitiendo integrar a los bancos y otras empresas

colaboradoras (incluyendo el ya mencionado TeamSap® y sus partners con una disponibilidad de 24 h diarias de atención al cliente) dentro de las comunicaciones internas (a nivel nacional e internacional).

Ofrece la posibilidad de escoger entre más de 100 escenarios y 1000 procesos empresariales ya confeccionados en numerosos sectores industriales, permitiendo beneficiarse de los modelos empresariales de las empresas líderes. SAP ha desarrollado una amplia librería de procesos de negocio predefinidos que abarcan cada requerimiento de software funcional. Nuevos procesos de negocio y tecnologías se ponen a disposición de los clientes regularmente, facilitándoles soluciones empresariales al último nivel tecnológico, lo que les permite satisfacer la siempre cambiante demanda del mercado.

Tiene un sistema de arquitectura abierta que facilita a las compañías elegir los equipos informáticos, bases de datos y los sistemas operativos de tal manera que se pueda aprovechar al máximo los avances en la tecnología. Su arquitectura es totalmente escalable pudiendo incluso llegar a ser distribuida gracias a su arquitectura cliente/servidor de tres niveles distintos:

**Servidor de base de Datos:** el ordenador central que gestiona todas las funciones de la base de datos tales como actualización, consulta y otros.

**Servidor de aplicaciones:** Está conectado al servidor de Base de Datos, y para cada departamento de la empresa, carga y ejecuta los programas y aplicaciones (ordenadores departamentales).

**Servidor de presentación:** Estaciones de trabajo y ordenadores personales se conectan al nivel anterior de aplicación y presentan y hacen accesible la información y los procesos al usuario.

### **3.2. SAP como plataforma de desarrollo**

El SAP, es un programa cuyo retorno de la inversión está asegurado debido a los cambios en los procesos y a los nuevos enfoques y modelos organizacionales que se tiene en la actualidad.

El éxito de las empresas depende de la calidad de la información y de la velocidad con que la misma puede ser compartida. Depende de que rápidamente puede responder y adaptarse a los cambios tecnológicos de su compañía.

SAP ha liderado la industria en investigación y desarrollo, gastando en estas actividades un 20% de sus ganancias anuales. Debido a este hecho, SAP ha presentado soluciones innovadoras.

El SAP cuenta con más de 1000 procesos de negocios incluidos en el software integrando a todos los procesos de la organización. Se puede compartir información en tiempo-real con los operarios, proveedores y distribuidores, así sea una compañía de 50 o de 100.000 empleados. Por la combinación de un superior conocimiento de negocios y experiencia con las mejores prácticas de la industria, SAP le da sus soluciones "state-of-the-future".

### **3.3. Beneficios**

#### **➤ Producción**

Sustituye los distintos sistemas interconectados para integrar la cadena de suministros integrados en un solo programa.

Se tiene la capacidad de optar por una solución integrada de administración de negocios para mejorar el flujo de información entre las diferentes unidades de la empresa. Esperan con esta medida, reducir los stocks, aumentar la productividad de los operarios y obtener beneficios de todas las oportunidades de venta, incluyendo la

facturación de servicios perdida por la imposibilidad de identificar los clientes cuyos productos ya están fuera de la garantía.

➤ **Costos de mano de obra**

Una mayor eficiencia en las operaciones puede contribuir para la reducción de mano de obra o de personal.

➤ **Reducción del stock**

Informes más precisos pueden reducir los stocks.

➤ **Mejores procesos de compras**

La capacidad de ver las compras anteriores y monitorizar la performance de los proveedores puede contribuir a la reducción de los costos en los procesos.

➤ **Mayor facturación por cliente**

A través de la venta de servicios adicionales, el fabricante podrá aumentar su facturación de una manera general.

➤ **Reducción de costos de las transacciones en papel**

Una mejor comunicación entre las diferentes áreas de la empresa contribuye a eliminar los costos de impresión y distribución de las órdenes de trabajo.

### **3.4. Retorno de inversión con el sap**

El Retorno de la Inversión (ROI) es una técnica que ayuda a comprender los beneficios que su empresa tendrá con la adquisición de determinada tecnología, o sea, en cuanto tiempo la empresa comenzará a obtener ganancias de la inversión realizada en tecnología.

Como solución de gestión de negocios y proceso en la empresa, es preciso antes conocer el impacto que sus actuales problemas tienen sobre su rentabilidad y los objetivos para la implementación de SAP. Por ejemplo, la empresa podrá tener el objetivo de reducir los errores en los procesos y acelerar la gestión de objetivos; o querrá optimizar los procesos productivos para aumentar la rentabilidad. La cuantificación de estos beneficios dará una buena perspectiva del retorno.

Algunas áreas típicas de beneficios que podrá incluir:

➤ **Productividad**

Los procesos de negocios optimizados podrán hacer que sus procesos obtengan mejores resultados, en menos tiempo.

➤ **Costos de mano de obra**

La automatización de ciertas aplicaciones podrá reducir el número de personas necesarias para soportar la empresa como uno todo.

➤ **Performance financiera**

Informes financieros más precisos podrán acelerar los procesos de cuentas a cobrar, o tener una idea más exacta de los balances de corto y largo plazo.

➤ **Gestión de stocks**

Un control más riguroso sobre el inventario podrá agilizar los movimientos de stock y reducir los altos costos de productos con rotación más lenta.

➤ **Precios**

Los informes financieros en tiempo real ofrecen una visión clara de los costos generales de la empresa, logrando asegurar mejores márgenes de productos y servicios.



➤ **Ventas por cliente**

Con el uso del CRM para identificar las necesidades de los clientes, su empresa podrá aumentar la cuota de ventas por cliente o reducir los índices de rotación de clientes.

**Mantenimiento y soporte de la tecnología**

Tal vez sea necesario reducir los gastos del mantenimiento de sistemas interconectados desactualizados, lo que contribuirá al aumento de su rentabilidad.

**Optimización de procesos**

Como una opción para eliminar costos, realizando automatización en determinadas áreas. Por ejemplo, el uso de la electrónica podrá reducir la cantidad mano de obra y optimización de procesos.

El análisis de los beneficios dependerá de sus necesidades específicas de cada empresa.

**3.5. Elección del SAP**

Es importante analizar, en primer lugar, la situación del sector en el que se encuentra Minera Bateas.

A lo largo de los últimos años la competencia en el sector de la Minería se había recrudecido, obligando a todas las empresas de este sector, muy intensivo en capital, llevar a cabo constantes inversiones en busca de mejorar su productividad en todos los eslabones de la cadena de valor.

Para Minera Bateas esta situación del sector implicaba no solo garantizar la eficiencia del proceso productivo y logístico, sino también asegurar un correcto flujo de la

información, tanto en cada una de las empresas como en el grupo al cual pertenece y es "Fortuna Silver".

Se consideraba necesaria una solución que permitiera la integración y homogeneización de cada una de las empresas; las aplicaciones hechas a medida.

En cuanto a porqué se decidió por SAP/R3, la razón principal fue la experiencia satisfactoria que han tenido las empresas del mismo sector.

### **3.5.1. Ventajas**

- Permitiría asegurar un correcto flujo de la información, tanto en cada una de las empresas como en el grupo.
- Sería una solución que permitiría la integración y homogeneización de cada una de las empresas del grupo.
- Se evitaba la dependencia de la informática con respecto a personas clave ("ahora la informática no está en la cabeza de una sola persona").
- Para su implantación el ERP permite adaptarse a las necesidades de cada departamento.
- En el nuevo entorno se emplearía menos papel y los comandos serían iconos al estilo Windows.

#### **Aumento de la productividad:**

- Los usuarios pueden utilizar su ordenador personal.
- Se reduce el tiempo de aprendizaje de las aplicaciones.

#### **Menores costes de operación:**

- Mejor aprovechamiento de los sistemas existentes (por ej. compartir servidores y otros dispositivos).

- Origina un desplazamiento de los costes hacia máquinas más pequeñas, más baratas y fácilmente escalables.
- Los clientes y los servidores son independientes entre sí.
- Los entornos operativos son estándar (Windows por ejemplo) permitiendo combinar hardware de distintas marcas sin depender de un único proveedor.

#### **Mejora del rendimiento de la red:**

- Los servidores únicamente transfieren los datos requeridos, eliminando la necesidad de mover grandes bloques de información por la red hacia las estaciones de trabajo para su proceso.
- Se reduce el tráfico de la red y facilita que pueda soportar un mayor número de usuarios.
- La existencia de varias CPU proporciona una red más fiable.

#### **3.5.2. Desventajas**

- Costaría el triple que hacerlo con el sistema antiguo.
- Supondría un cambio importante en la forma de trabajar de los usuarios: se pasaba de un entorno que se había adaptado por completo a sus necesidades a un sistema menos flexible al que había que adaptarse (para finanzas). Para comercial, sin embargo, el sistema se adaptaba a sus necesidades y no era tan rígido.
- Para que SAP fuera realmente útil sería necesario introducir más información que antes y resulta más costoso por el rechazo del personal.
- El sistema es más potente aunque ralentiza el trabajo.
- SAP tardaba más tiempo en incorporar cambios propios de cada país (por ej. modificación de Hacienda para empresas españolas).

- Complejidad tecnológica alta al tener que integrar una gran variedad de componentes.
- Rediseñar todos los elementos involucrados en los SI para su eficaz integración.
- Difícil garantizar un buen grado de seguridad en una red de clientes y servidores.
- Costes ocultos que encarecen su implantación (formación, licencias, cambios en la organización, etc.).

### **3.6. Beneficios de la implementación**

Posibilita la integración de los contratistas a la Gestión Global de Mantenimiento. Vinculación on-line mediante SAP a Mantenimiento con Compras, Almacenes, Contabilidad, Recursos Humanos y Proyectos.

Se cuenta con una Base de Datos que permita la integración on-line de los sectores operativos / administrativos y que facilite el intercambio de información / evaluaciones sobre equipos, contratistas y proveedores.

Las OT's correctivas y de realización de servicios operativos se generarán en base a Avisos de Necesidad de Mantenimiento, los que serán confeccionados por los sectores solicitantes.

Las Órdenes de Trabajo permitirán imputar y conocer precisamente los costos asociados a la gestión de Mantenimiento y establecer las causas de fallas de los equipos, siendo las mismas, la base para la planificación y para el registro de la historia.

Se tendrá la posibilidad de anexar documentación (Word, Excel, CAD, etc.) a Equipos, Ubicaciones Técnicas, Órdenes de Trabajo etc.

## **CAPITULO 4**

### **PROCESO DE IMPLEMENTACION**

#### **4.1. Procesos del modulo de mantenimiento**

El modulo PM incluye los siguientes procesos:

##### **2.1.1. Gestión de confiabilidad (gestión de activos)**

Permite identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos, permitiendo identificar las políticas de mantenimiento óptimas para garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos.

Demanda una revisión sistemática de las funciones que conforman un proceso determinado, sus entradas y salidas, las formas en que pueden dejar de cumplirse tales funciones y sus causas, las consecuencias de los fallos funcionales y las áreas de mantenimiento óptima para cada situación (predictivo, preventivo). Lo anterior permite reducir el tiempo necesario para gestionar los activos, permite valorar rápida y específicamente los datos de Mantenimiento.

Es necesario identificar las tácticas de mantenimiento que se le aplicaran, ya sea un mantenimiento preventivo, predictivo, etc. Como así también a partir de un análisis causa raíz de falla, mejorar las inspecciones de mantenimiento

(Cartillas), evaluando económicamente la viabilidad las reparaciones, identificando cual es la situación individual de los equipos.

El proceso de gestión de confiabilidad involucra las siguientes etapas:

- Definición de la estructura organizativa de mantenimiento
- Definición de la estructura de activos
- Definición de unidad productiva, equipos, partes
- Proceso de Confiabilidad y/o IDM
- Maestro de equipos y criticidad
- Definición y creación de catálogos
- Definición y creación de MAF (medios auxiliares de Fabricación)
- Definición de una lista de Materiales (BOM)
- Clasificación de equipos
- Esquema de estados para los activos

En SAP los objetos técnicos que se distinguen son:

#### **4.1.2. Ubicaciones técnicas**

Elementos de una estructura técnica gestionadas, independientemente dentro del sistema la cuales pueden individualmente gestionar datos individuales para el objeto, realizar medidas de mantenimiento individuales para el objeto, mantener registro de las medidas realizadas para el objeto y evaluar datos de la medida realizadas a lo largo del tiempo.

La numeración para las ubicaciones técnicas está estructurada de forma jerárquica; de este modo cada empresa puede determinar la estructura según sus propios criterios.

Mediante la numeración jerárquica, se puede representar de forma sencilla las estructuras de las instalaciones o de la empresa según aspectos funcionales. Por lo tanto, la estructura jerárquica de las ubicaciones técnicas puede representar la relación entre las funciones empresariales de una instalación.

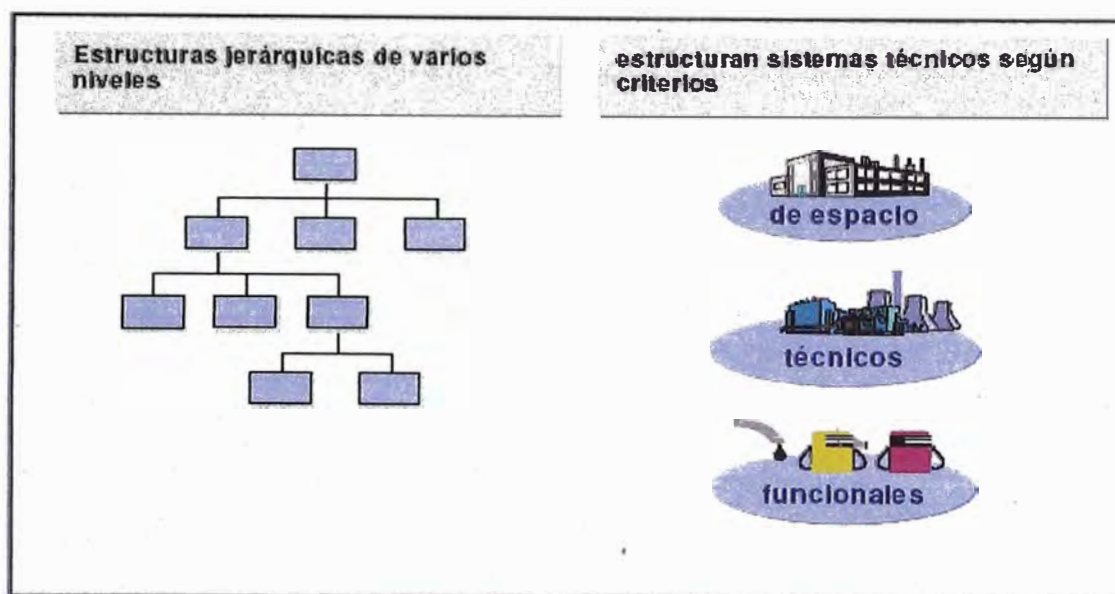


Figura 4.1 Ubicaciones técnicas

#### 4.1.3. Equipos

Un equipo es un bien económico, un objeto individual que debe mantenerse independientemente. Por cada equipo es posible gestionar datos individuales para el objeto, realizar medidas de mantenimiento individuales para el objeto, mantener registro de las medidas realizadas para el objeto y evaluar datos de las medidas realizadas a lo largo del tiempo. Los equipos podrán montarse y desmontarse en ubicaciones técnicas u en otros equipos generando sub-equipos.

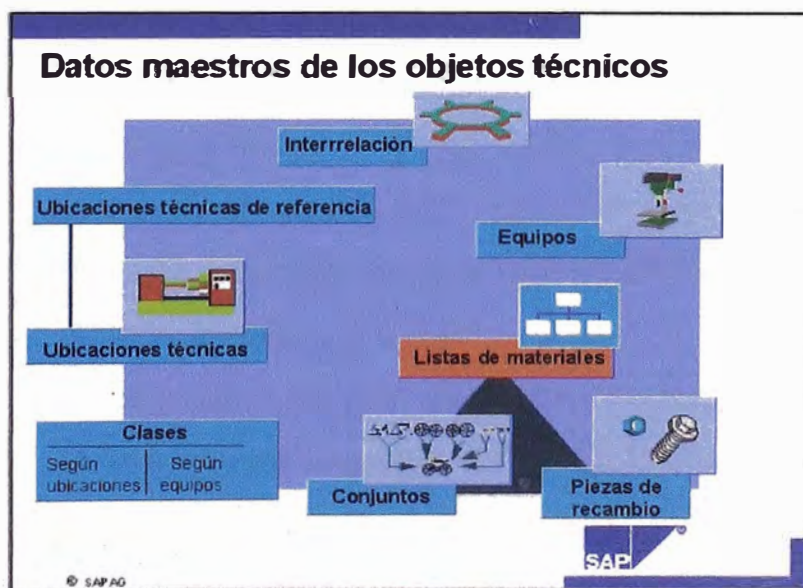
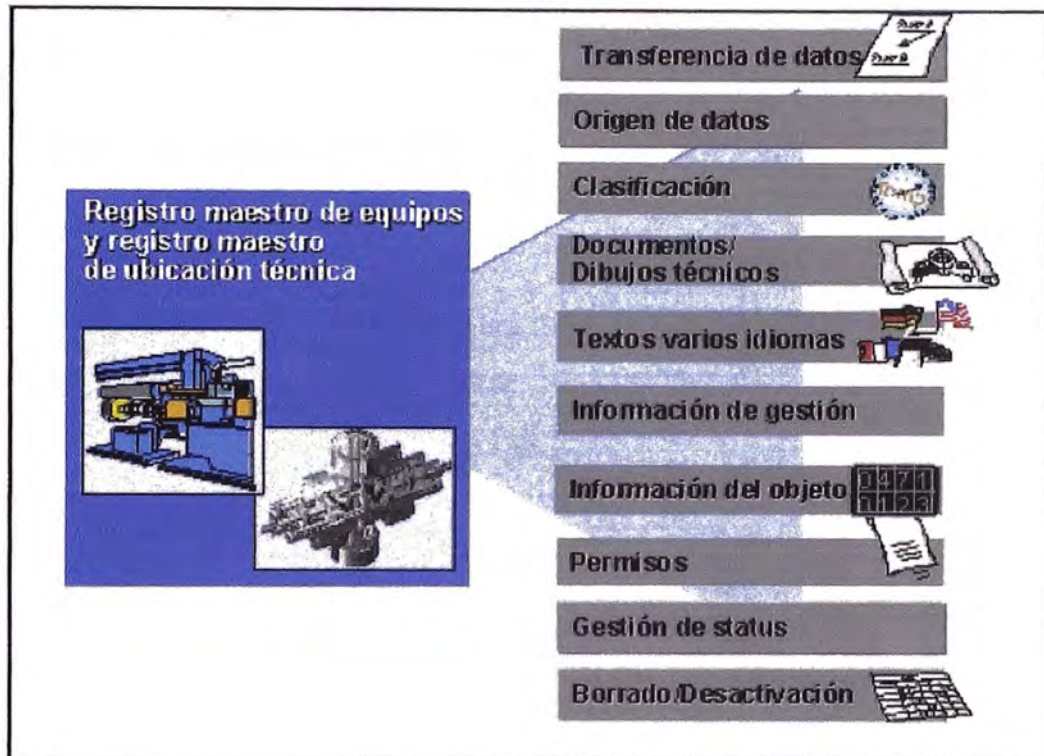


Figura 4.2 Datos maestros

Las funciones siguientes son válidas tanto para el registro maestro de equipos como para el registro maestro de ubicación técnica:



**Figura 4.3 Características de datos maestros**

- ✓ Transferencia de datos
- ✓ Visualización y modificación del origen de datos
- ✓ Clasificación de objetos técnicos
- ✓ Gestión de documentos para objetos técnicos
- ✓ Creación de textos en varios idiomas para objetos técnicos
- ✓ Información de gestión para objetos técnicos: Información de gestión sobre ubicaciones técnicas y ubicaciones técnicas de referencia
  - Fecha en la que se creó el registro maestro
  - El nombre del usuario que creó el registro maestro
  - La fecha en la que el registro maestro se modificó por última vez
  - El nombre del usuario que modificó el registro por última vez
- ✓ Información de gestión sobre equipos:



<b>Información de datos maestros</b>	<b>Información de empleo del equipo</b>
Fecha en que se creó el registro maestro y la fecha de la última modificación	Fecha en que se creó la información de empleo y la fecha de la última modificación
Nombre de la persona que creo y modifíco por última vez el empleo de equipo	Nombre de la persona que creo y modifíco por última vez el periodo de empleo del equipo
Idioma principal	Hora en que se creó el empleo del equipo
	Numero correlativo para el empleo del equipo y su cronomarcador
	Abreviación para la operación empresarial en la que se creó el empleo del equipo

- Información de objeto
- Permiso
- Interlocutor
- Gestión de status

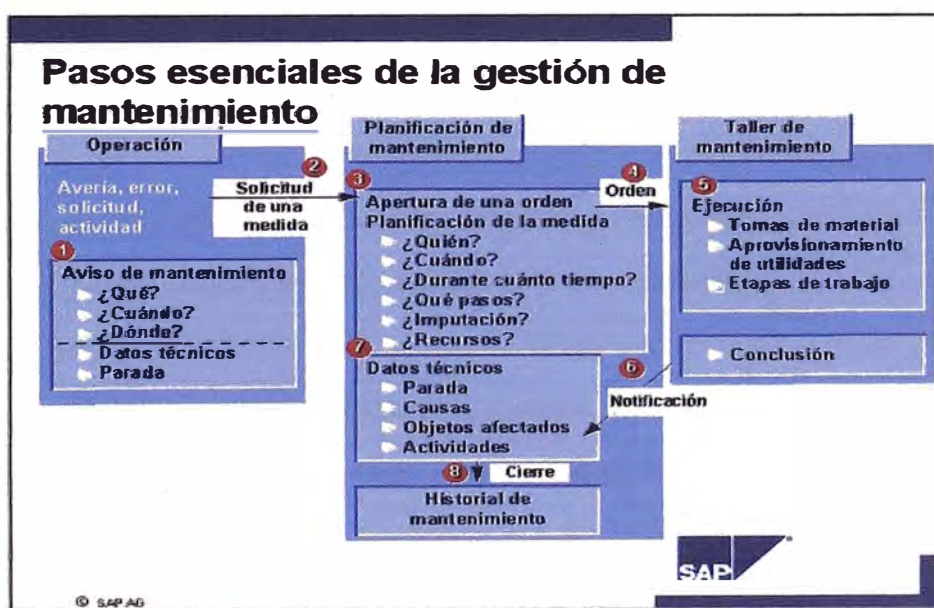
Adicionalmente, tanto para equipos como para ubicaciones técnicas es posible utilizar el componente denominado puntos de medida y contadores: Este

componente se utiliza en mantenimiento para registrar la medición y valores de contador para objetos técnicos en las situaciones siguientes:

- Se desea documentar la condición de un objeto técnico en un momento determinado
- Se desea realizar el mantenimiento en función del valor del contador
- Se desea realizar el mantenimiento en función de condiciones

#### 4.1.4. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Con el objetivo de asegurar una óptima disponibilidad y confiabilidad de los activos productivos, la planificación es una función importante de mantenimiento ya que evita las detenciones por trabajos emergente que finalmente aumenta el costo de mantenimiento.



**Figura 4.4 Planificación de mantenimiento**

Utilizar el mantenimiento planificado dentro de una organización tiene muchas ventajas.

Administrar el mantenimiento preventivo y las reparaciones planificadas, tienden a disminuir las reparaciones emergentes, donde el costo involucrado es estadísticamente cuatro veces mayor que un planificado. Además

de los aspectos internos de la empresa relativos al mantenimiento planificado, también se deberá tener en cuenta los factores externos. Cada vez más condiciones establecidas por los organismos legislativos exigen un mantenimiento preventivo de los activos.

El mantenimiento planificado puede tener varias fuentes de origen, primeramente se identifica el mantenimiento preventivo que tiene su origen en SAP, es decir la generación automática de ordenes de trabajos para aquellas actividades que tiene formas de un estándar job (Cartillas de mantenimiento) las cuales se determina basándose en ciertas frecuencias determinada.

La segunda fuente es a través de una reparación mayor y/o Cambio de componentes, (Actividades que son presupuestadas en una planificación anual en SAP) las cuales deben ser tratadas por un planificador ya que estas actividades son más complejas y se requiera mayor coordinación tanto en la contratación de servicio como en la adquisición de repuestos.

Otra fuente de origen son para aquellos trabajos emergente planificable, esta necesidad se origina en terreno de carácter emergente, sin embargo la complejidad es tal que hace necesaria que se planifique en tiempo, ya sea por contratación de servicio, adquisición de repuestos y coordinación de trabajo.

Un origen de planificación de mantenimiento es a través de área predictiva, ya que como es una actividad de monitoreo de condiciones es necesario coordinar una serie de actividades o a través de un Standard Job.

La planificación del mantenimiento en SAP puede considerar diferentes subprocesos, entre los que se encuentran:

- Identificación de clase de trabajos planificados
- Proceso de planificación
- Definir e identificar que activos son sometidos a planeamiento
- Creación de estrategias
- Crear hojas de ruta (pautas de mantenimiento)
- Definir y crear puntos de medidas, basado en contadores
- Servicio externos
- Creación de planes
- Programación de planes

La planificación del mantenimiento podrá ser centralizada o parcialmente centralizada dependiendo de cómo se estructure la organización desde un punto de vista de mantenimiento, estructuración que a su vez dependerá de la estructura de la empresa como tal.

#### **4.1.5. Programación de mantenimiento**

Este proceso en SAP tiene como objetivo asegurar que todos los recursos necesarios para ejecutar algún mantenimiento estén disponibles el día y la hora planeada, para ellos es necesario confeccionar y/o ajustar un programa de mantenimiento originado por actividades planificadas y es aquí donde se determina la mejor oportunidad para la ejecución de la actividades, en base a la disponibilidad de equipos, capacidades en recursos humanos, disponibilidad de repuestos y/o insumos, etc

Entre las ventajas de esta actividad tenemos que si se programa bien se obtiene un programa de actividades de mantenimiento altamente ejecutable, disminuye notablemente el backlog (trabajo pendiente) y aumenta la confiabilidad del equipo.

A partir de órdenes planificadas previamente, será necesario programarlas, es decir, esta actividad tiene por objetivo buscar la mejor oportunidad para ejecutar una actividad de mantenimiento, coordinando los servicios previamente contratados si es necesario, repuestos, herramientas y disponibilidad de la unidad productiva, de tal forma de construir un programa altamente ejecutable.

Dentro de la programación encontramos diversos subprocesos que se deberán considerar:

- Proceso de programación
- Elaboración de programa de mantenimiento
- Ajustes de capacidades y reprogramación
- Verificación de disponibilidad de materiales

#### **4.1.6. Ejecución y control de ordenes de trabajo**

Un especialista debe ejecutar medidas en un objeto técnico. Para ello, se deben planificar en SAP los materiales, las utilidades, el personal y se debe hacer un presupuesto de los costos. La orden de mantenimiento ayuda a elaborar estas medidas, ya que principalmente contiene datos para planificar y ejecutar las medidas que se deben realizar en el objeto técnico en cuestión.

La gestión de órdenes proporciona un gran número de funciones, aunque no todas ellas se deben utilizar durante la gestión.

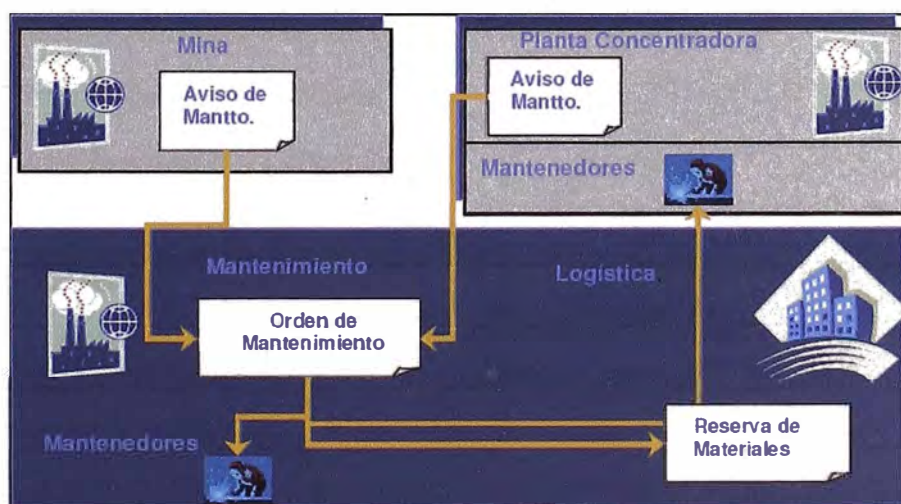
En el proceso de ejecución y control se puede controlar y obtener retroalimentación acerca de la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento que se puedan desarrollar. Dependiendo del tipo de mantenimiento que se trate, ya sea mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo, por un cambio de equipo o inspecciones, podemos obtener

información desde las distintas áreas de mantenimiento a través de las operaciones asociadas a las órdenes de trabajos.

Con este proceso podemos ajustar las capacidades de procedimientos de mantenimientos preventivos, podemos determinar los tipos y clase de trabajos que se han ejecutado, podemos determinar los costos planificados y reales, así como también obtener costos asociados de acuerdo a la clase y tipo de actividad.

A través de la orden de mantenimiento, se asocia todo lo requerido para la ejecución propia de ésta, así como también nos permite recolectar los costos involucrados.

Además es posible analizar desviaciones tanto en horas de ejecución y costos. El uso de ordenes de trabajo permite que durante la ejecución de los trabajos, los encargados de mantenimiento van notificando los insumos utilizados, las horas hombre trabajadas y los servicios externos incluidos en la labor lo cual permite ir cargando los costos relacionados a la orden a través de los consumos de material de almacén, uso de servicios y uso de horas hombre internas.



**Figura 4.5 Avisos de mantenimiento**

Dentro de la ejecución de órdenes de trabajo encontramos diversos subprocesos que se deben de considerar:

- Clasificación de ordenes de trabajo y tipos de avisos según origen de la actividad de mantenimiento
- Definir los tipos de mantenimiento que tienen relación a clase de mantenimiento
- Proceso de ejecución
- Trabajos emergentes
- Notificaciones
- Cierre de orden
- Liquidaciones de ordenes de trabajo
- Reportes de gestión

Entre los reportes estándar, podemos observar algunos ratios:

- Desviación de horas estimada con informadas
- Costos estimados, planificados y reales
- Reporte de ordenes cerradas y abiertas
- Conceptos de desviación de horas
- Tiempo medio entre fallas
- Tiempo medio entre reparaciones
- Reporte de costo por clase de objeto
- Reporte de costo por fabricante
- Análisis de eventos por fabricante
- Análisis de eventos por emplazamiento
- Análisis de averías
- Análisis de eventos por grupo planificadores
- Análisis de paradas

Es importante destacar que para la gestión de mantenimiento en SAP existe otro documento que tiene por finalidad registrar aspectos técnicos, como, detenciones, causas, etc. Este documento es el aviso de mantenimiento se utiliza en la gestión de mantenimiento en caso de que se produzca una avería o una situación de excepción para:

- Documentar el trabajo realizado
- Efectuar una solicitud en el departamento de mantenimiento para poder ejecutar una medida necesaria
- Describir la condición técnica excepcional de un objeto

Los avisos de mantenimiento permiten documentar las medidas de mantenimiento por completo. También les confieren disponibilidad en vistas a un análisis a largo plazo. Se pueden utilizar para ejecutar planificaciones y ejecuciones preliminares de medidas. Los avisos de mantenimiento se pueden utilizar además como base para la creación de órdenes de mantenimiento.

#### **4.1.7. Reparación de equipos mayores**

Dependiendo de las condiciones de la operación de los equipos, estos se encuentran sujetos a desgastes y propensos a mal funcionamiento, es por eso que muchas veces se hace necesario enviarlos a reparación hacia un proveedor externo para reacondicionamiento y/o reparación.

Por lo anterior se hace necesario establecer un proceso que administre este proceso tanto en su evaluación técnica comercial como así también en los costos asociados.

Este proceso debe asegurar que la reparación y/o reacondicionamiento se efectúe bajo los parámetros de calidad y costo necesario, así como también controlar el proceso en todo momento.



Cuando se crea la necesidad de enviar un equipo a reparación, esta necesidad se representa a través de la creación de un aviso de mantenimiento, luego el supervisor del área crea una orden asociada al aviso para gestionar la reparación, confiabilidad gestiona los activos, es decir, produce el montaje y desmontaje actualizando el maestro de equipo, activando y desactivando los planes de mantenimiento tanto del que sale a reparar como en el que se está instalando, el encargado de reparación asocia las solicitudes de pedidos de servicio (requisición) por la reparación, puede recomendar al proveedor como colocar un proveedor fijo, estudia la factibilidad de la reparación y realiza la evaluación técnica – económica

En la reparación de equipos mayores identificamos los siguientes subprocesos

- Ciclo de reparación
- Orden y aviso de mantenimiento que gestiona la reparación
- Montaje y desmontaje
- Servicios de reparación
- Activación/desactivación de planes

#### **4.1.8. Integración de PM con los otros módulos del SAP**

El modulo PM se integra en forma natural y transparente con otros módulos del SAP maximizando la disponibilidad de información para el área de mantenimiento, lo que les generara tener en línea toda la información requerida de otra aéreas, por ejemplo: abastecimientos, costos, para tomar mejores decisiones y más acertadas.

≡ Implementando SAP PM, no es necesario realizar interfaces con ningún otra área del negocio que ya esté operando en SAP, ya que el sistema está bajo la misma aplicación, software, hardware, base de datos, lo que lo hace tener comunicación

natural con todas las área de la empresa, minimizando los riesgos y costos de mantener interfaces con sistemas satélites.

**Integración natural con:**

▪ **MM (Materiales)**

✓ **Lista de materiales:** Asignación de listas de materiales y ubicaciones técnicas y equipos, al momento de crear ordenes de mantenimiento, el sistema propone en forma automática la lista ya asignada, por lo cual solo se deben de identificar los materiales a utilizar en esta orden.

✓ **Solicitud de Pedido:** Dependiendo de la parametrización de las ordenes, el sistema genera automáticamente solicitudes de pedido de material a utilizar en el mantenimiento del equipo.

✓ **Reservas:** Se genera automáticamente reservas de materiales de tipo Stock, para el requerimiento de mantenimiento de equipos.

▪ **CO (contabilidad)**

✓ **Liquidación de órdenes:** Se lleva el costo real incurrido en el mantenimiento a distintos objetos de costo, que por lo general son centros de costos correspondientes a equipos.

✓ **Liquidación clase de actividad:** Se lleva real de servicios externos como electricidad, repuestos, servicios, mano de obra.

**4.2. Metodología y cronograma de la implementación**

La implementación del proyecto utilizará la metodología "ASAP", tardará cerca de 15 semanas para ser implementada y 2 semanas de soporte "post-productivo", según el siguiente detalle:

<b>Etapas</b>	<b>Semanas</b>
Levantamiento de procesos y elaboración de BBP's	3
Configurar sistema, Pruebas por consultor	3
Capacitar usuario y Pruebas Unitarias	3
Pruebas Integrales, crear y Validar LSMW	3
Capacitaciones por usuario, Cargas DM, Preparación Go Live, Go Live SIN soporte	3
Soporte Post Productivo	2
	<b>17</b>

## Metodología de implementación

La metodología ASAP, es la metodología rápida de SAP AG. Se trata de una metodología altamente probada constituida por una forma de trabajo y por un conjunto de de rápidas herramientas de implantación y formación. La metodología consta de 5 etapas fundamentales, sin embargo, se ha adaptado cada una de las etapas en virtud de los tiempos del proyecto.

### 4.3. Etapas de la implementación

Las etapas que contempla esta metodología se esquematiza a continuación.

El diagrama siguiente resumen las fases claves de este enfoque:

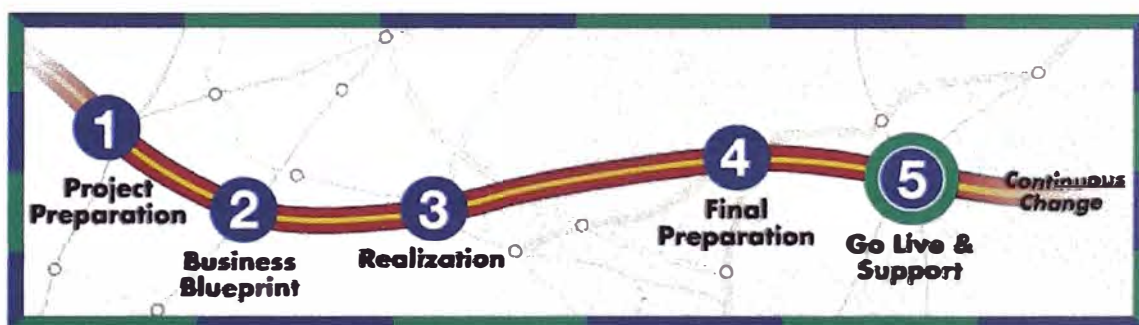


Figura 4.6 Etapas para implementación

#### 4.3.1. Preparación del proyecto

- 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

#### **4.3.2. 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 realizo un correcto entendimiento de los procesos de negocio, se preparara el "Plano del Negocio" que será presentado a Minera Bateas por los lideres funcionales. El "Plano del Negocio" consiste de un resumen

ejecutivo, una representación gráfica 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)

**4.3.3. 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

#### **4.3.4. 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.

**4.3.5. Arranque 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.

#### **4.3.6. Grupo de trabajo**

##### **El Equipo de Proyecto**

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.

#### 4.3.7. 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

#### **4.4. Aplicación del modulo de mantenimiento SAP**

El modulo de mantenimiento (PM) del SAP, es aplicable en cualquier tipo de industria: cementera, papelera, minería, etc., debido a que en la etapa del BPP (blueprint), es en donde se detallan los procesos actuales del área de mantenimiento de la empresa y en ella se muestran los procesos estándar de SAP, con lo cual se llega a un proceso mejorado, de cada actividad del área de mantenimiento, en caso el SAP estándar, no cuente con opciones o aplicaciones que la empresa requiera (agregar algún campo, un reporte de costos, etc.), se indica como un desarrollo adicional, y se desarrolla en la post implementación.

Debido a que el modulo de mantenimiento del SAP, se integra con los demás módulos: costos, finanzas, logística, activos fijos, recursos humanos y producción, es de mucha ayuda en las empresas para optimizar de manera progresiva la gestión del mantenimiento, que conlleve a la reducción de costos, mejorar la disponibilidad mecánica y reducir el inventario del almacén.

Actualmente entre las empresas del rubro minero que ya tienen implementado el modulo de mantenimiento (PM), se pueden nombrar:

- Compañía Minera Volcan
- Minsur
- Glencore (Unidad Yscaycruz y Yauliyacu)
- Antamina
- Golfileds

## **CAPITULO 5**

### **JUSTIFICACION ECONOMICA**

#### **5.1. Justificación económica**

La Justificación Económica del presente proyecto, se basa principalmente en estimar si la inversión que va a realizar la empresa tendrá un retorno que supere las expectativas de las Gerencias de la organización.

El modelo para sustentar la inversión, se sustentara en el "VAN" (Valor Actual Neto de los flujos descontados), y en "TIR" (Tasa Interna de Retorno de la inversión).

#### **5.2. Beneficios**

La implementación del "SAP" en modulo de Mantenimiento, traerá los siguientes beneficios:

##### **5.2.1. Disminución en el stock de repuestos de almacén**

Esta información se sustenta en que la operación de almacén mejorara, y sus stocks se verán reducidos debido a las siguientes afirmaciones:

- Se evitara la duplicidad de pedidos, ya que el sistema SAP, te puede dar la opción de que avise cuando suceden estos casos.
- Mantener Stocks óptimos, usando el historial de consumo o la estadística de consumo, que ha tenido un determinado componente.
- Disminución de stocks de repuestos obsoletos, dado que el sistema te puede dar la opción de clasificar los stocks de almacén en esta categoría.

Por lo tanto, la variación de los Stocks de Repuestos que se ha tenido en los años 2,007, 2,008, es el que se muestra en siguiente cuadro:

## MOVIMIENTO DE REPUESTOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO

1.1

	Ene-08		Feb-08		Mar-08		Abr-08		May-08		Jun-08	
Repuesto Movimiento	128,693.79	20.64%	248,637.07	32.53%	117,622.80	15.96%	83,818.25	11.24%	281,855.13	37.39%	65,117.44	9.26%
Repuesto sin Movimiento	494,903.66	79.36%	515,798.77	67.47%	619,068.46	84.03%	661,692.56	88.76%	471,881.08	62.61%	638,051.66	90.73%
Total	623,597.45	100.00%	764,435.84	100.00%	736,691.26	100.00%	745,510.81	100.00%	753,736.21	100.00%	703,169.10	100.00%

**Stock final**                      S/. 623,597.45                      S/. 764,435.84                      S/. 736,691.26                      S/. 745,510.81                      S/. 753,736.21                      S/. 703,169.10

MANTTO. MINA	35%	MANTTO. MINA	40%	MANTTO. MINA	38%	MANTTO. MINA	35%	MANTTO. MINA	48%	MANTTO. MINA	39%
MANTTO PLANTA	65%	MANTTO PLANTA	60%	MANTTO PLANTA	62%	MANTTO PLANTA	65%	MANTTO PLANTA	58%	MANTTO PLANTA	61%

	Jul-08		Ago-08		Setiembre-2008		Oct-08		Nov-08		Dic-08	
Repuesto Movimiento	175,737.65	21.68%	272,907.57	32.56%	447,976.87	39.72%	333,573.27	28.40%	304,719.11	23.91%	576,574.03	45.39%
Repuesto sin Movimiento	634,780.85	78.32%	565,183.27	67.44%	679,646.55	60.27%	840,833.27	71.60%	969,761.49	76.09%	693,646.81	54.61%
Total	810,518.50	100.00%	838,090.84	100.00%	1,127,623.42	100.00%	1,174,406.54	100.00%	1,274,480.60	100.00%	1,270,220.84	100.00%

**Stock final**                      S/. 810,518.50                      S/. 838,090.84                      S/. 1,127,623.42                      S/. 1,174,406.54                      S/. 1,274,480.60                      S/. 1,270,220.84

MANTTO. MINA	45%	MANTTO. MINA	47%	MANTTO. MINA	45%	MANTTO. MINA	42%	MANTTO. MINA	38%	MANTTO. MINA	44%
MANTTO PLANTA	55%	MANTTO PLANTA	53%	MANTTO PLANTA	55%	MANTTO PLANTA	58%	MANTTO PLANTA	62%	MANTTO PLANTA	56%

	Ene-09		Feb-09		Mar-09		Abr-09		May-09		Jun-09	
Repuesto Movimiento	546,744.37	45.54%	781,604.41	53.41%	677,972.67	50.82%	634,057.28	45.96%	664,526.82	49.95%	717,215.80	53.95%
Repuesto sin Movimiento	653,583.15	54.45%	681,766.18	46.58%	656,025.50	49.17%	745,582.40	54.04%	665,931.44	50.05%	612,044.88	46.05%
Total	1,200,327.52	100.00%	1,463,370.59	100.00%	1,333,998.17	100.00%	1,379,639.68	100.00%	1,330,458.26	100.00%	1,329,260.68	100.00%

**Stock final**                      S/. 1,200,327.52                      S/. 1,463,370.59                      S/. 1,333,998.17                      S/. 1,379,639.68                      S/. 1,330,458.26                      S/. 1,329,260.68

MANTTO. MINA	45%	MANTTO. MINA	43%	MANTTO. MINA	41%	MANTTO. MINA	42%	MANTTO. MINA	45%	MANTTO. MINA	40%
MANTTO PLANTA	55%	MANTTO PLANTA	57%	MANTTO PLANTA	59%	MANTTO PLANTA	58%	MANTTO PLANTA	55%	MANTTO PLANTA	60%

**Cuadro 5.1: Variación de stock de repuestos**

<b>Tipo de cambio</b>	3 Soles/\$-USD											
<b>Horizonte del Proyecto</b>	3 años											
<b>Año</b>	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>2,008</b>	135,113	152,887	152,250	161,527	145,722	142,978	148,595	148,063	206,731	227,052	263,393	237,108
<b>2,009</b>	220,060	278,040	262,353	266,730	243,917	265,852	256,159	256,159	256,159	256,159	256,159	256,159
					Promedio	256,159						

**DISMINUCION DEL STOCK ALMACEN CON EL USO DEL SAP-2010**

Año	Periodo	Disminucion (%)	Stk-Promedio	Ahorro por meses	Ahorro-Periodo
<b>2009</b>	Jul-dic	0%	256,159	0	0
<b>2010</b>	Ene-Junio	2%	251,036	5,123	30,739
	Jul-dic	5%	243,351	7,685	46,109
<b>2011</b>	Ene-Junio	7%	238,228	5,123	30,739
	Jul-dic	10%	230,543	7,685	46,109
<b>2012</b>	Ene-Junio	12%	225,420	5,123	30,739

<b>Periodo</b>	6	meses
----------------	---	-------

**Cuadro 5.2: Cuadro de disminución de stock alancen en el periodo 2009 - 2012**

Consideramos que este stock de repuestos disminuirá con la implementación del SAP en el Modulo de Mantenimiento en un 5% en el primer año de implementación y un 10% en el segundo año de implementación.

Este ahorro en los Stocks de repuestos, revierte directamente como ingresos para la empresa en los periodos sucesivos estimado para el periodo del proyecto.

#### **5.2.2. Mayor disponibilidad de los equipos**

- Logística oportuna, debido a que el sistema ayudara a tener y controlar los repuestos críticos en almacén, con lo cual ante una parada intempestiva de falla de equipo, se tendrá el repuesto en almacén y no se tendrá demora por espera de repuestos, que muchas veces la gestión de compra puede demorar varios días, dependiendo de muchos factores, debemos considerar también que la Unidad Minera está Ubicada a 5 horas de Arequipa.
- Cambio de componentes por cumplimiento de vida útil, según la programación, el sistema te puede dar la opción de controlar y monitorear la vida útil de los componentes que el área de Mantenimiento haya creído conveniente monitorear, debido a que su falla puede ocasionar una falla en los procesos.

Para este caso, en función a la programación realizada, el modulo SAP, te puede enviar avisos de advertencia indicándonos repuestos o componentes que ya han cumplido su vida útil.

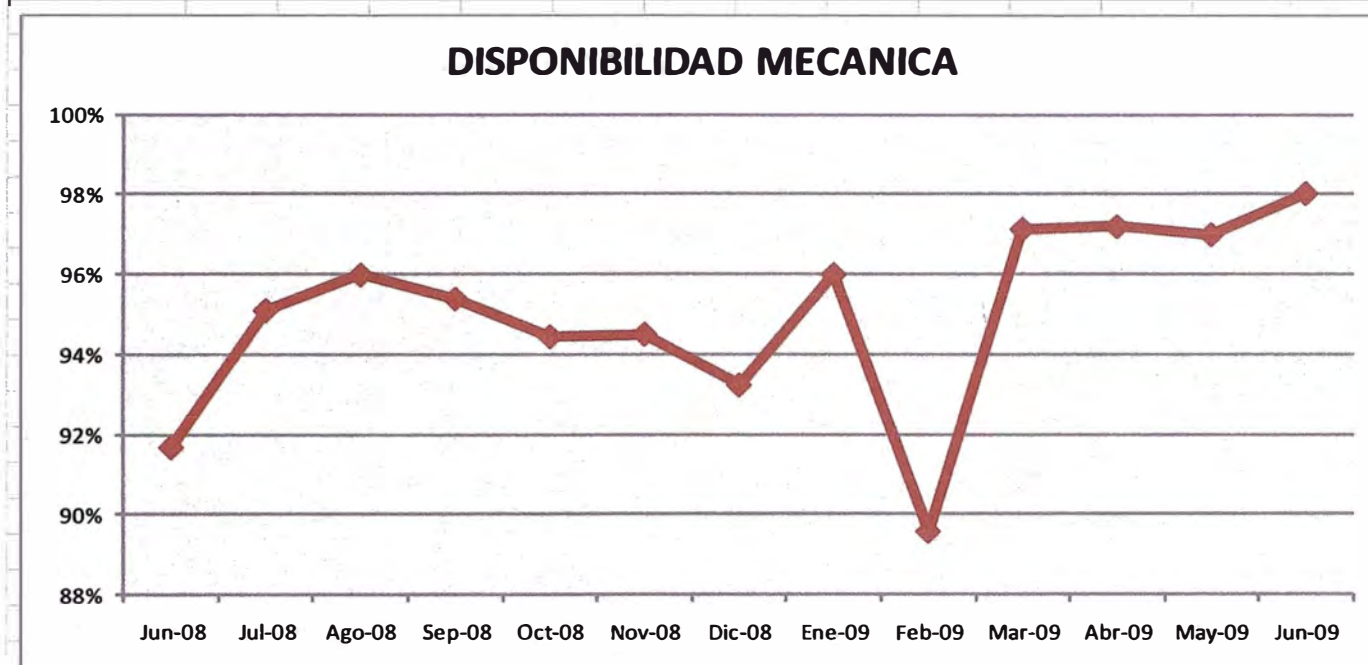
Con esta información se ejecuta los cambios respectivos de manera programada evitándose que los equipos paren intempestivamente perjudicando las operaciones.

La disponibilidad de los equipos para los periodos 2,007 y 2,008 se puede observar en el cuadro siguiente:



### HISTORIAL DE DISPONIBILIDAD MECANICA PLANTA CONCENTRADORA

Tiempo	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08	Ene-09	Feb-09	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09
Disponibilidad	91.67%	95.10%	95.99%	95.39%	94.44%	94.50%	93.22%	96.00%	89.56%	97.14%	97.20%	97.00%	98.03%



**Cuadro 5.3: Historial de disponibilidad mecánica**

Siendo conservador, consideramos, la variación de la disponibilidad en los 4 siguientes años desde la implementación del SAP en el Modulo de Mantenimiento, será el que se muestre en siguiente cuadro 15:

Esta mejora de la disponibilidad, redundara directamente en una mayor producción de la Planta Concentradora, y por lo tanto en mayores ingresos para la empresa.

Esta variación, será considerada como ingresos que revierten en el proyecto.

Horizonte del Proyecto		3 años										
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2,008						91.7%	95.1%	96.0%	95.4%	94.4%	94.5%	93.2%
2,009	96.0%	89.6%	97.1%	97.2%	97.0%	98.0%						
						Promedio	95.1%					

**AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD CON EL USO DEL SAP-2010**

Año	Periodo	Aumento disponibilidad (%)	Disponibilidad (%)	Aumento Produccion (TM)	Aumento Ingresos (\$-USD)/Mes	Aumento Periodo(\$-USD)
2009	Jul-dic	0%	95.1%	0	0	0
2010	Ene-Junio	1%	96.1%	20	2200	13200
	Jul-dic	2%	97.1%	40	4400	26400
2011	Ene-Junio	2%	97.1%	40	4400	26400
	Jul-dic	3%	98.1%	60	6600	39600
2012	Ene-Junio	3%	98.1%	60	6600	39600

Periodo	6	meses
---------	---	-------

Aumento de la Produccion por cada 1% de aumento de la disponibilidad Mecanica	20	TM
Costo Produccion Concentrado	110	(\$-USD/TM)

**Cuadro 5.4: Aumento de la disponibilidad mecánica en el periodo 2009 - 2012**

### **5.2.3. Mejora de las herramientas para la toma de decisiones**

Una de las funciones principales del SAP en el Modulo de Mantenimiento, es generar información que se convierte en indicadores de gestión para la toma de decisiones gerenciales.

Como ejemplo, podemos mencionar indicadores como la Disponibilidad Mecánica, Cumplimiento de Mantenimiento, Porcentaje de correctivo no programado, Relación de Mantenimiento Preventivo/Correctivo, de determinado proceso y/o equipos, con los cual ayudara a una buena toma de decisión para la gerencia.

La mejora en la toma de decisiones Gerenciales, redunda directamente en tener una mayor producción de la Planta Concentradora que consideramos variara en 0.5% de la producción.

Esta mejora, redundara directamente en una mayor producción de la Planta Concentradora, y por lo tanto en mayores ingresos para la empresa.

Esta variación, será considerada como ingresos que revierten en el proyecto.

#### **Valores actuales y tasas de rentabilidad**

- El criterio de valor actual neto: Aceptar las inversiones que tienen valor actual neto positivo.
- El criterio de la rentabilidad: Aceptar las inversiones que ofrecen tasas de rentabilidad que superen el costo de oportunidad de capital.

### Valoración de flujos de caja en varios periodos

$$VA = \frac{C_1}{1+r_1} + \frac{C_2}{(1+r_2)^2} + \frac{C_3}{(1+r_3)^3} + \dots$$

$$VA = \sum \frac{C_t}{(1+r_t)^t}$$

- Valor actual neto

$$VAN = C_o + VA = C_o + \sum \frac{C_t}{(1+r_t)^t}$$

#### 5.2.4. Cuadro final de análisis económico

En el siguiente cuadro se muestra el cuadro global del análisis económico, y el total de ingresos que se obtendrán gracias a la implementación del modulo PM del SAP.

- Los flujos descontados se realizaran por "Periodos" de 6 meses "Ene-Jun" y "Jul-Dic": SEMESTRAL

- El horizonte de evaluacion del Proyecto sera de 3 años ( 6 periodos) y son:

2,009	2,010		2,011		2,012
Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun
Periodo N°1	Periodo N°2	Periodo N°3	Periodo N°4	Periodo N°5	Periodo N°6

Tasa de Interes Anual= 

10%	Anual
-----	-------

Tasa de Interes Semestral= 

4.88%	Semestral
-------	-----------

**Inversiones**

Consultoria 

38,440	\$-USD
--------	--------

Total 

38,440	\$-USD
--------	--------

**Gastos**

Sueldos

Process Owner 

500	\$-USD
-----	--------

Key User PM 

1,500	\$-USD
-------	--------

TI 

500	\$-USD
-----	--------

Key User-MM 

200	\$-USD
-----	--------

Key User-MO 

200	\$-USD
-----	--------

**Infraestructura**

Computadora 

200	\$-USD
-----	--------

Oficinas 

150	\$-USD
-----	--------

Otros 

200	\$-USD
-----	--------

Total de Gastos mensual 

3,450	\$-USD
-------	--------

Total de Gastos por Periodo= 

20,700	\$-USD
--------	--------

**Ingresos**

	Periodo N°1	Periodo N°2	Periodo N°3	Periodo N°4	Periodo N°5	Periodo N°6
Ingreso por Disminucion de Stock-Almacen	0	30,739	46,109	30,739	46,109	30,739
Ingreso por Aumento de la disponibilidad Mecanica	0	13,200	26,400	26,400	39,600	39,600
Total de Ingresos	0	43,939	72,509	57,139	85,709	70,339

Cuadro 5.5: Análisis económico

		AÑO						
		2,009	2,010			2,011		2,012
		0	Periodo N°1	Periodo N°2	Periodo N°3	Periodo N°4	Periodo N°5	Periodo N°6
Inversiones	38,440							
Gastos		20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	
Ingresos		0	43,939	72,509	57,139	85,709	70,339	
Estado de Resultado	-38,440	-20,700	23,239	51,809	36,439	65,009	49,639	
VNA=	126,492							
TIR	44.2%							

**Cuadro 5.6: Calculo de indicadores VNA y TIR**

## CONCLUSIONES

1. Todas las actividades de mantenimiento, pueden ser monitoreadas en el SAP PM, con la finalidad de realizar un seguimiento continuo y establecer indicadores de medición, con el cual poder medir la gestión de mantenimiento para la búsqueda de oportunidades de mejora.
2. El SAP es un programa que se ha diversificados en diferentes campos y en diferentes aéreas, en el cual ha encontrado en mantenimiento un proceso importante para todas las actividades que en su mayoría son de gestión producción.
3. La implementación del SAP PM, para la planta concentradora de Minera Bateas, es viable, dado que el SAP cuenta con los argumentos para cobertura todos los procesos de mantenimiento.
4. El SAP PM, proporcionara información en tiempo real de la situación de gestión de Mantenimiento y ayudara a los usuarios de diferentes niveles jerárquicos a la toma de decisiones.
5. El SAP-PM contribuye a un mantenimiento preventivo eficaz puede buscando evitar que se produzcan paradas en el sistema que puedan dañar además el medio ambiente.
6. El SAP-PM, contribuye a que la tarea de planificación de mantenimiento mantenga siempre disponible una instalación de producción a largo plazo. Un mantenimiento preventivo eficaz consigue que un sistema técnico no se pare y, además, reduce costes innecesarios que se producen a causa de reparaciones, sustitución del sistema o paradas en la producción.
7. El Objetivo General del proyecto SAP-PM, es definir e implementar el modelo de negocio de gestión de Mantenimiento de planta y activos para Minera Bateas de tal

manera que soporte los procesos claves del negocio, las operaciones y las necesidades de información de manera integral con base en la solución SAP como herramienta tecnológica. De esta manera garantizar eficiencia operacional y eficiencia en costos para las empresas.

8. El SAP-PM, es un programa cuyo retomo de la inversión está asegurado debido a los cambios en los procesos y a los nuevos enfoques y modelos organizacionales que se tiene en la actualidad.
9. El éxito de las empresas depende de la calidad de la información y de la velocidad con que la misma puede ser compartida. Depende de que rápidamente puede responder y adaptarse a los cambios tecnológicos de su compañía.
10. Los beneficios de la Implementación del SAP, se centra en: Aumento de Producción, reducción de mano de Obra, reducción de los Stock, mejora de las compras, reducción de los costos de transacción.
11. Dentro de todos los programas que se tienen en el mercado, se elige programa SAP por las siguientes razones:
  - a. Posibilita la integración de los contratistas a la Gestión Global de Mantenimiento.
  - b. Vinculación on-line mediante SAP a Mantenimiento con Compras, Almacenes, Contabilidad, Recursos Humanos y Proyectos.
  - c. Se cuenta con una Base de Datos que permita la integración on-line de los sectores operativos / administrativos y que facilite el intercambio de información / evaluaciones sobre equipos, contratistas y proveedores.
  - d. Las OT's correctivas y de realización de servicios operativos se generarán en base a Avisos de Necesidad de Mantenimiento, los que serán confeccionados por los sectores solicitantes.
  - e. Las Órdenes de Trabajo permitirán imputar y conocer precisamente los costos asociados a la gestión de Mantenimiento y establecer las causas de fallas de los equipos, siendo las mismas, la base para la planificación y para el registro de la historia.



- f. Se tendrá la posibilidad de anexar documentación (Word, Excel, CAD, etc.)  
a Equipos, Ubicaciones Técnicas, Órdenes de Trabajo etc.

La implementación del SAP-PM, tiene como base una metodología el cual es recomendado por el consultor, y este en su periodo de implementación puede realizarse algunas modificaciones.

## RECOMENDACIONES

1. La inversión estimada de este proyecto es de 38,440 \$ USD, y se ha estimado como gastos fijos mensuales por concepto de sueldos e infraestructura de 3,450 \$ USD, considerando un horizonte de evaluación de 3 años, calculados semestralmente, nos da un resultado del VAN (Valor actual Neto) de 126,492 \$-USD y una TIR (Tasa Interna de retorno) del 44.2 %, lo que quiere decir que este proyecto es viable desde el punto de vista financiero.
2. Los ingresos de este proyecto, se sustentan principalmente en función a la disminución de Stock de repuestos y materiales de almacén, incremento de ingreso por aumento de la disponibilidad de los equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] 1996Duffuaa, Raouf y Dixon: "Sistemas de Mantenimiento" Limusa Wiley 2000
- [2] Ricardo Pauro: " Indicadores de Mantenimiento"
- [3] Raul Prando: " Manual de Gestión de Mantenimiento: a la medida"  
Guatemala Piedra-Santa
- [4] Jose Molina: " Mantenimiento y seguridad industrial" Kendall / Hunt Publishing  
Company 1998
- [5] <http://www.amtce.com.mx/config>.
- [6] [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- [7] [http://www.solomantenimiento.com/m\\_predictivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm).
- [8] <http://www.mantenimiento/mundial>.

**ANEXO 1**



**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**

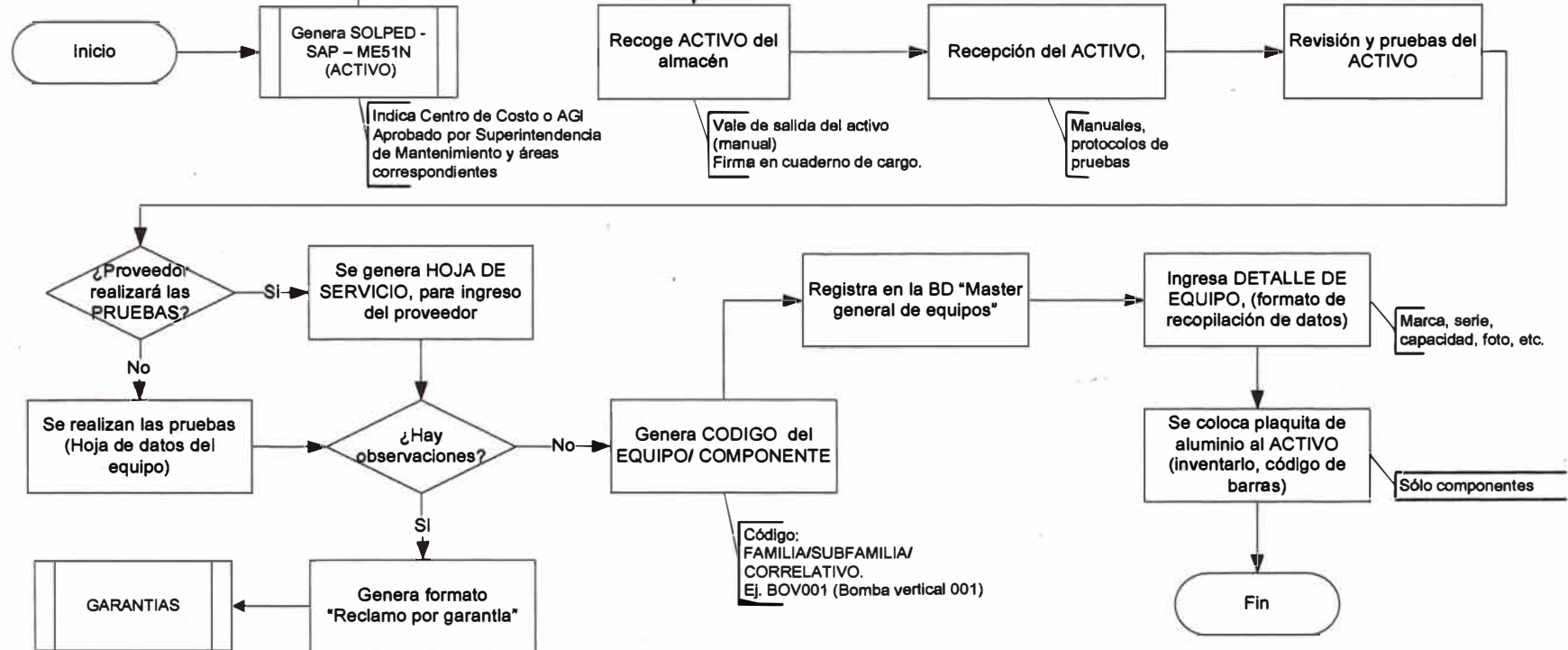
**PROCESO: Incorporación de activos**

**Código : PR-MTO-005**  
**Revisión : 00**  
**Fecha : 16/07/2009**  
**Página : 1/ 1**

Almacén/ Logística



Mantenimiento



Elaborado por: Alex Torres  
Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

Revisado por: Martín Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

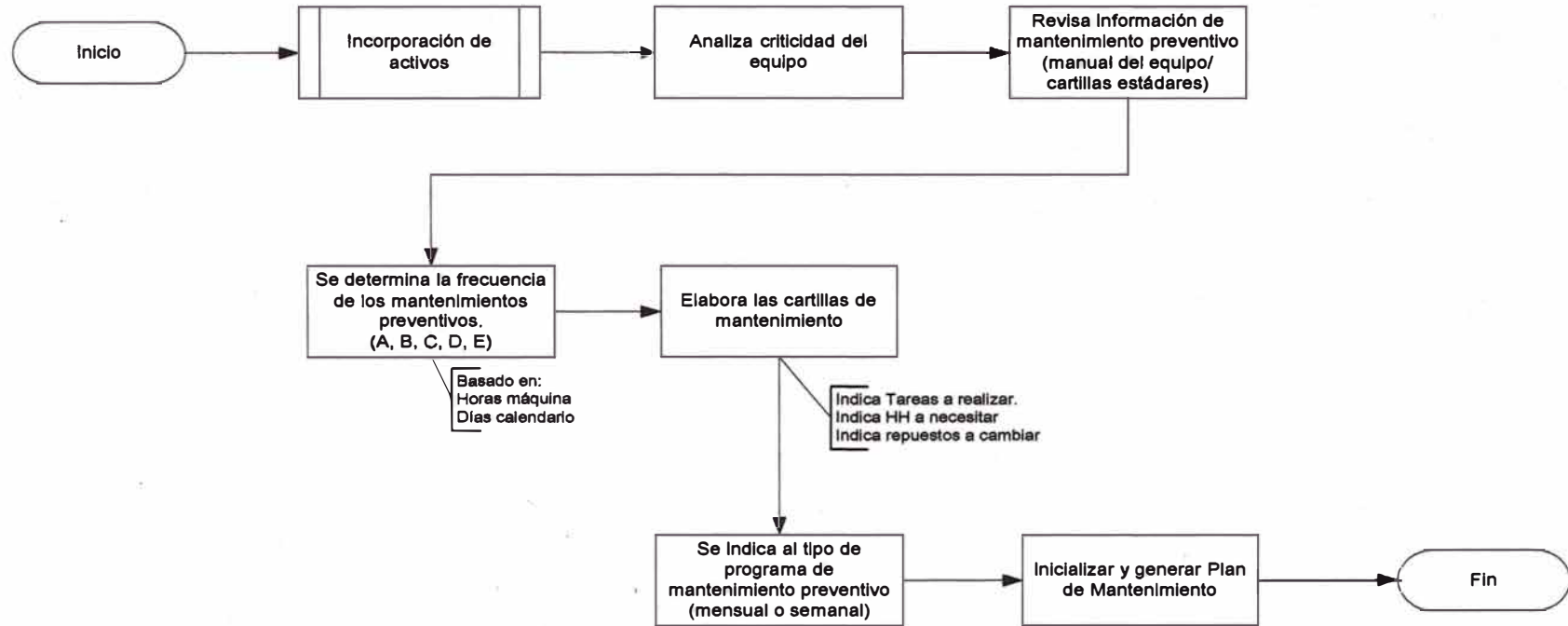
**ANEXO 2**



**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**  
**PROCESO: Creación de Planes de Mantenimiento**

**Código : PR-GGE-004**  
**Revisión : 00**  
**Fecha : 16/06/2009**  
**Página : 1/1**

Planeamiento

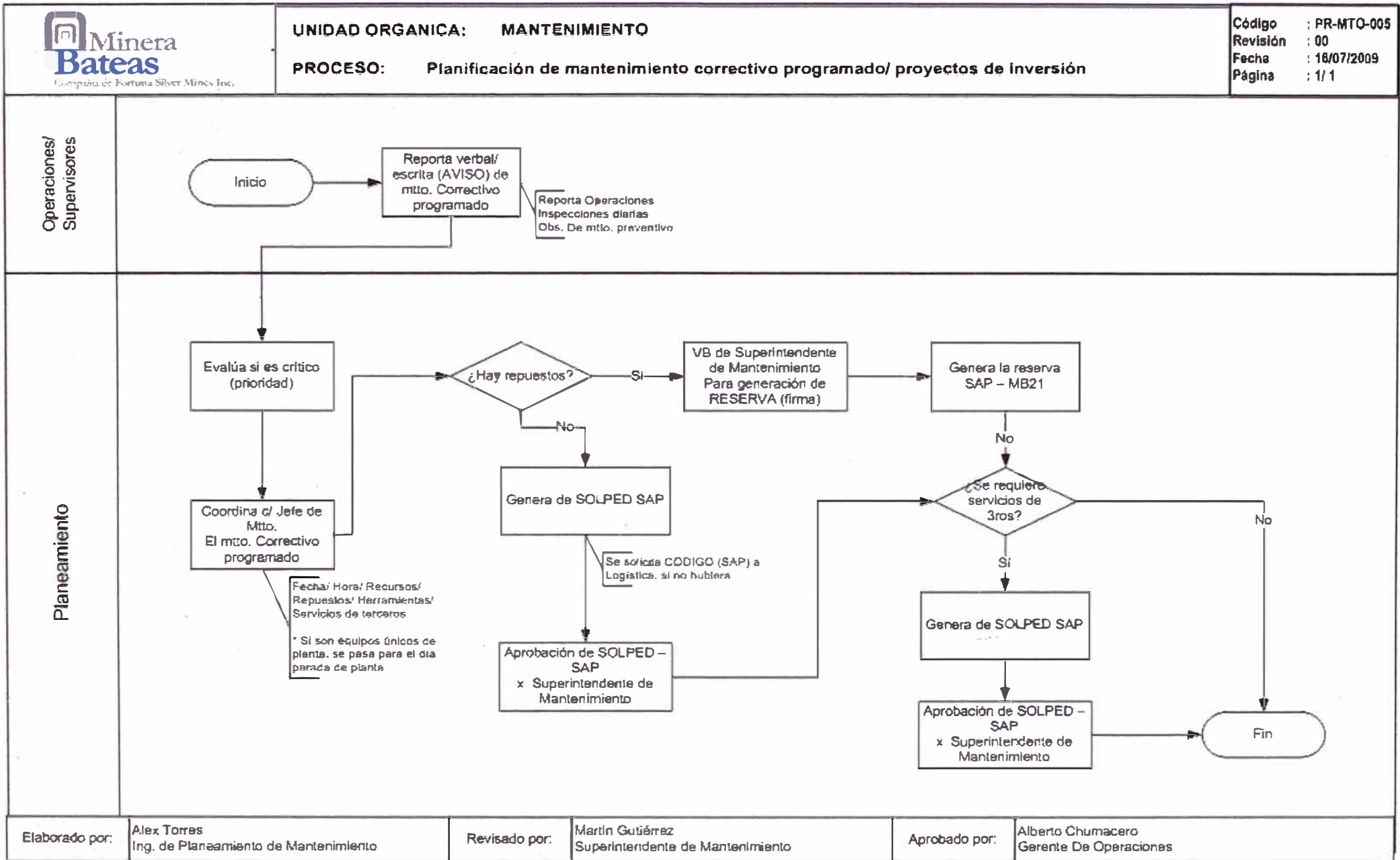


Elaborado por: Alex Torres  
Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

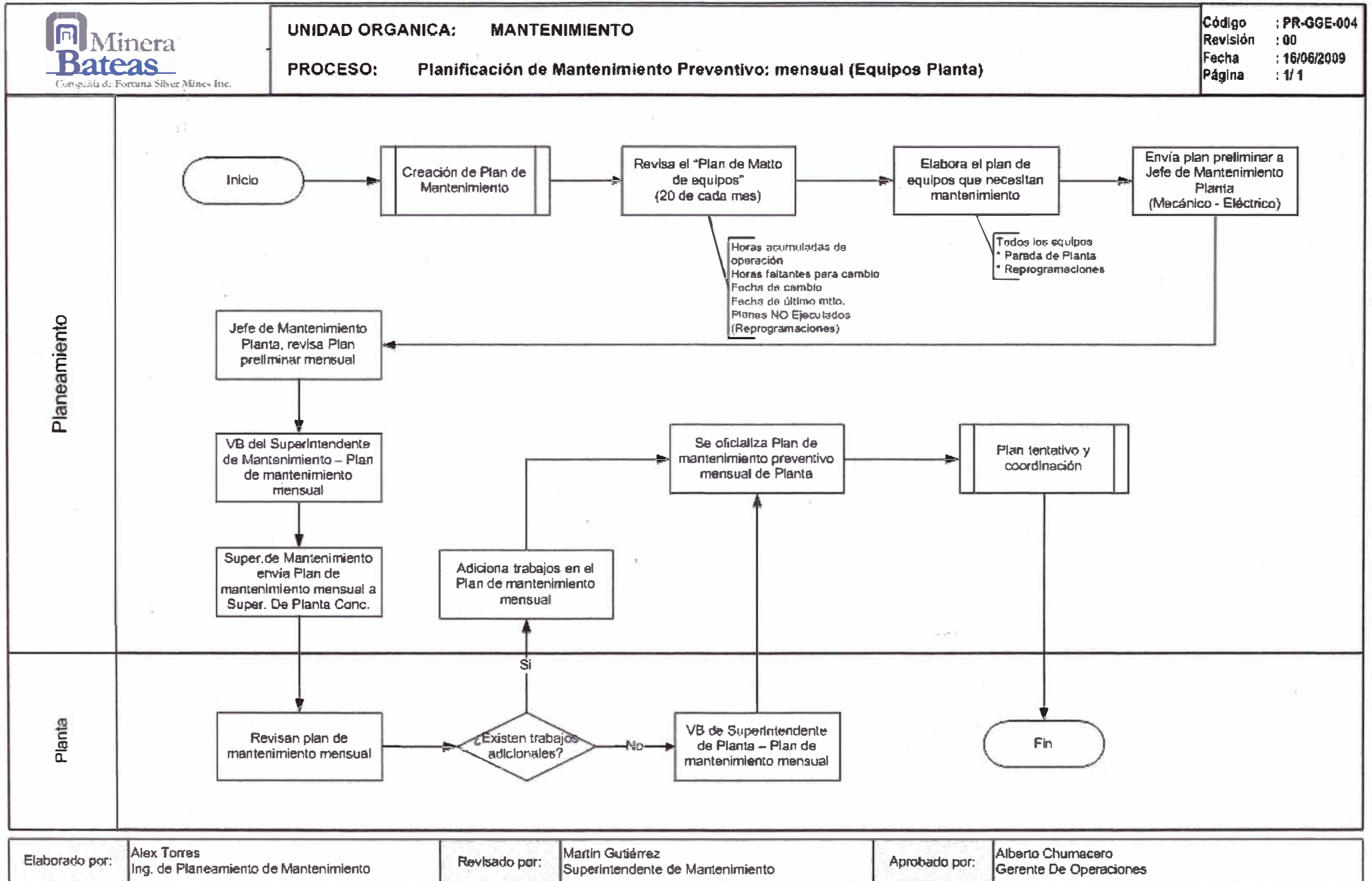
Revisado por: Martín Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

**ANEXO 3**



## ANEXO 4



## ANEXO 5

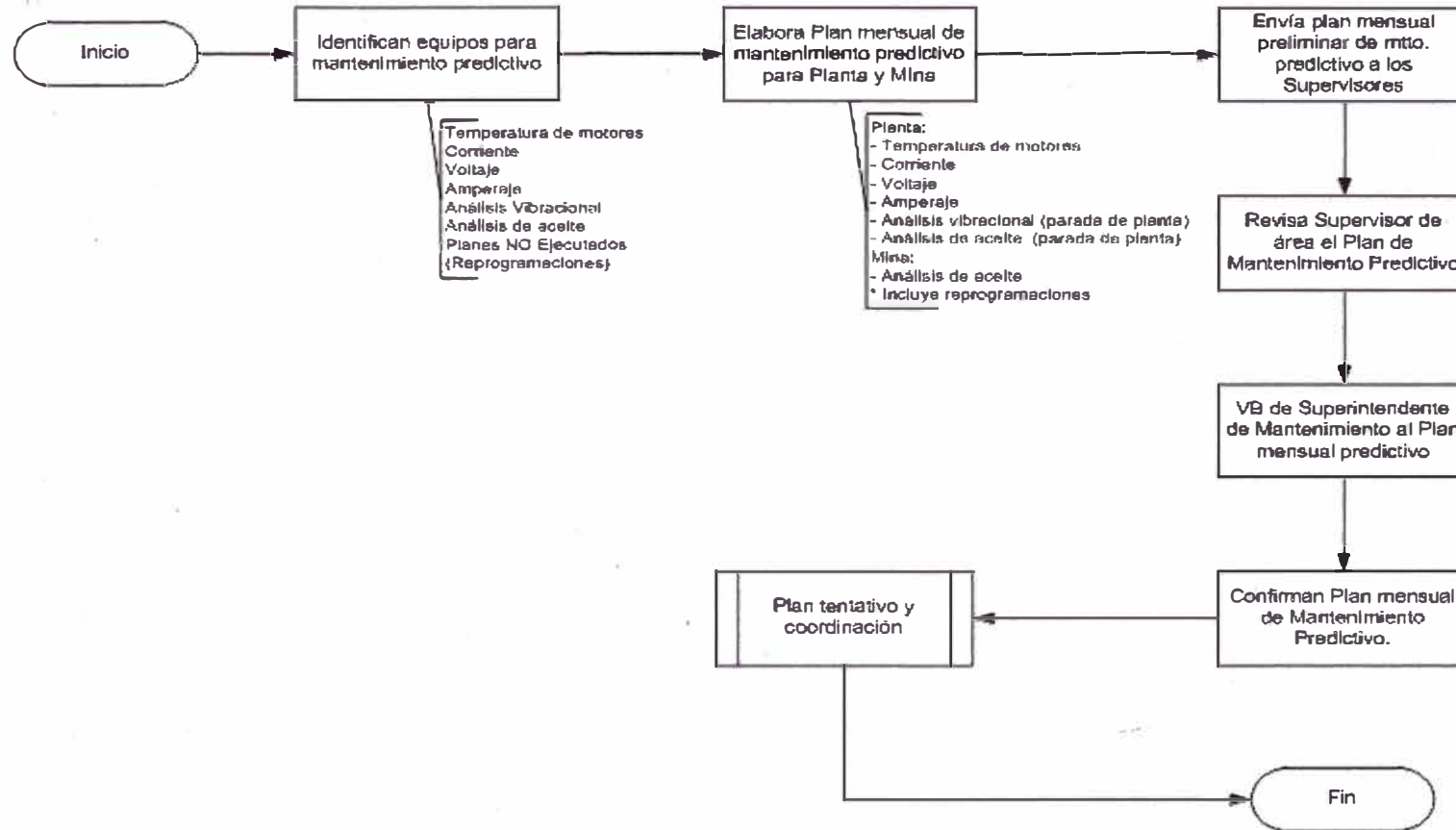


**UNIDAD ORGANICA:** MANTENIMIENTO

**PROCESO:** Planificación de Mantenimiento Predictivo: mensual

**Código :** PR-GGE-004  
**Revisión :** 00  
**Fecha :** 16/06/2009  
**Página :** 1 / 1

Planeamiento



**Elaborado por:** Alex Torres  
Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

**Revisado por:** Martín Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

**Aprobado por:** Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones



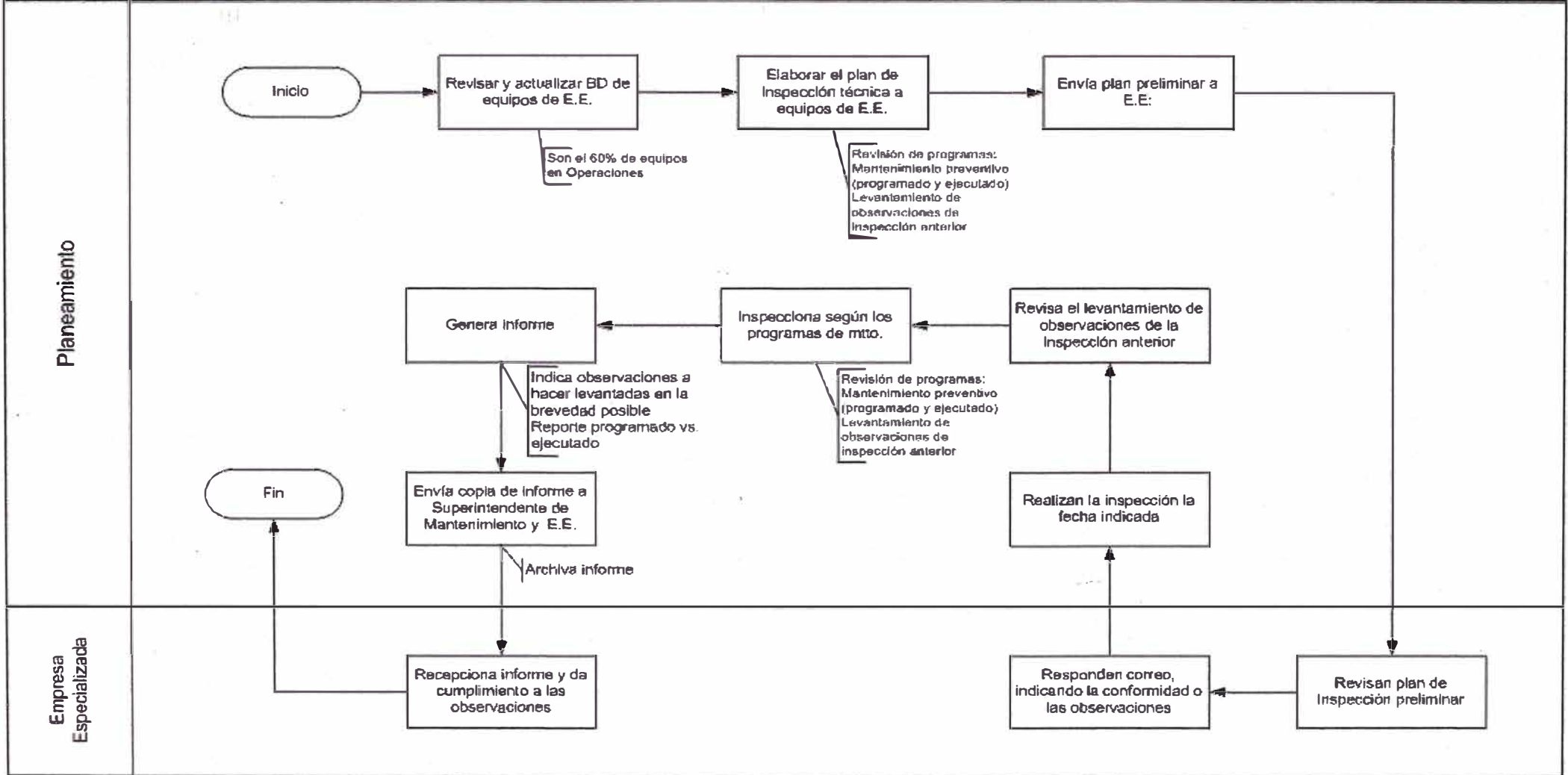
**ANEXO 6**



**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**

**PROCESO: Planificación de Inspección técnica de equipos a E.E.**

Código : PR-GGE-004  
 Revisión : 00  
 Fecha : 16/06/2009  
 Página : 1/ 1



Elaborado por: Alex Torres  
 Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

Revisado por: Martín Gutiérrez  
 Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
 Gerente De Operaciones

**ANEXO 7**

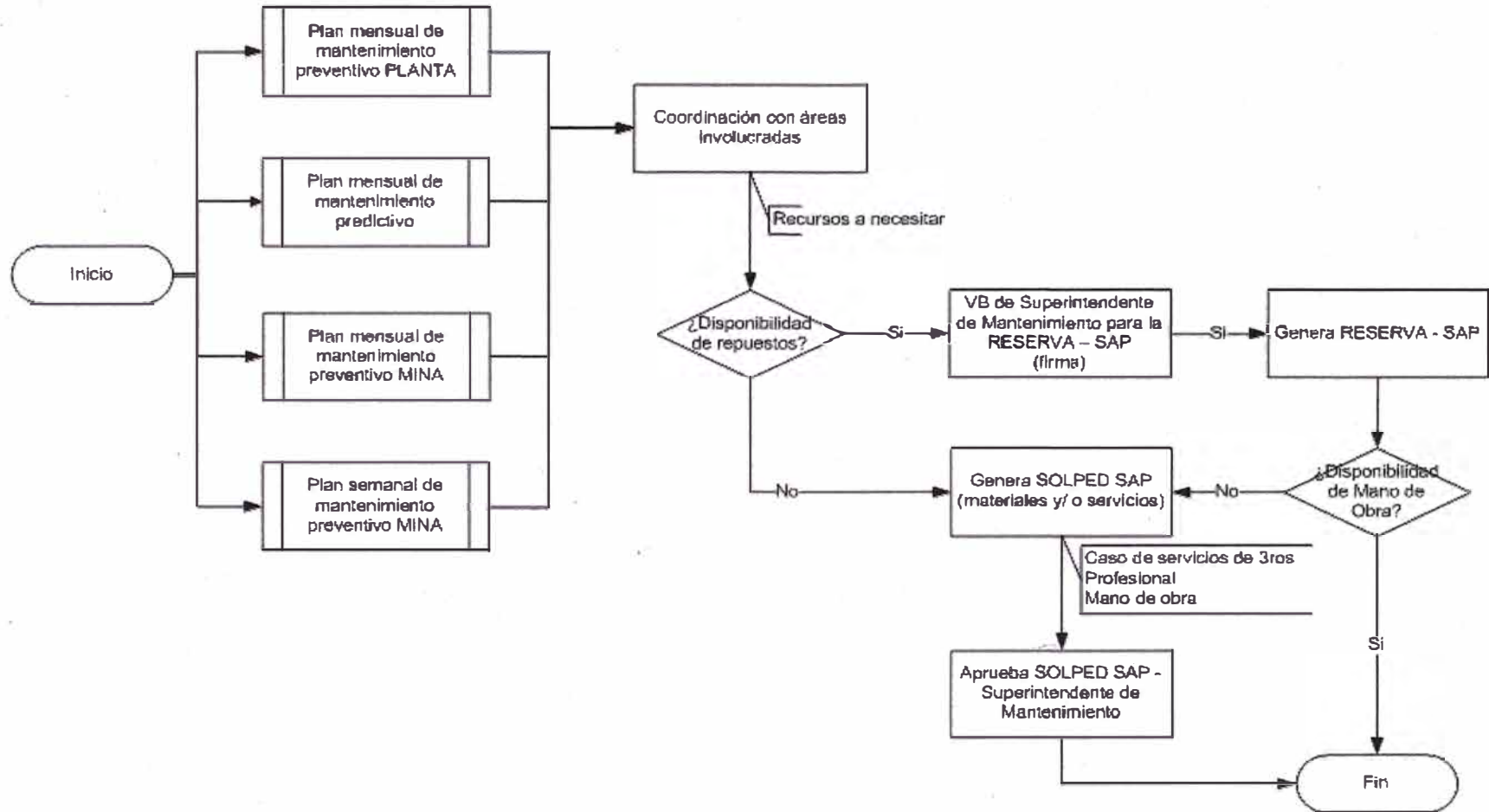


**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**

**PROCESO: Planificación tentativo y coordinación con áreas involucradas**

Código : PR-GGE-004  
 Revisión : 00  
 Fecha : 18/06/2009  
 Página : 1/ 1

**Planeamiento**



Elaborado por: Alex Torres  
Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

Revisado por: Martín Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

**ANEXO 8**

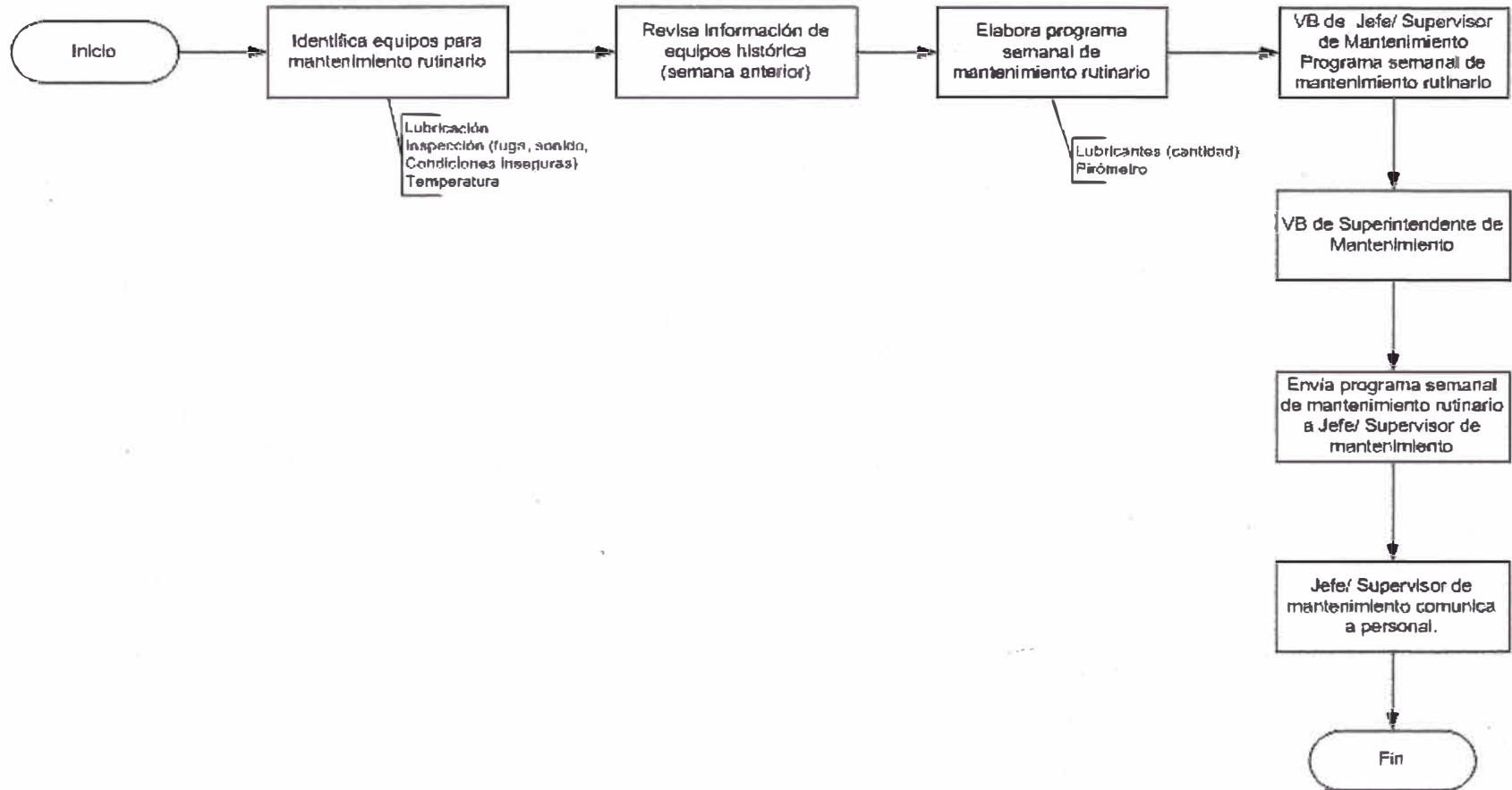


**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**

**PROCESO: Planificación de Mantenimiento Rutinario: semanal (Planta y XXX)**

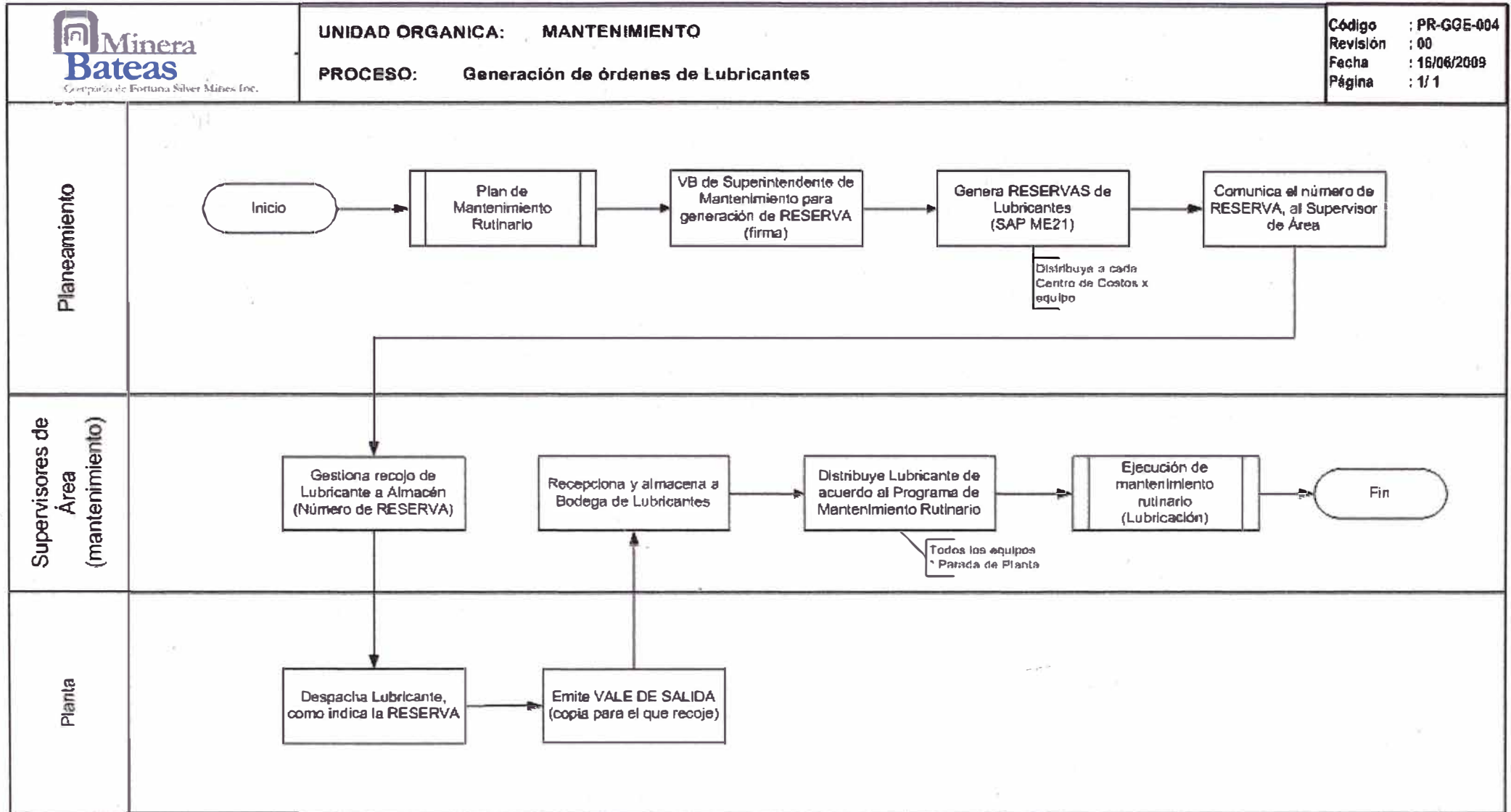
**Código : PR-GGE-004**  
**Revisión : 00**  
**Fecha : 16/06/2009**  
**Página : 1/ 1**

Planeamiento



Elaborado por:	Alex Torres Ing. de Planeamiento de Mantenimiento	Revisado por:	Martin Gutiérrez Superintendente de Mantenimiento	Aprobado por:	Alberto Chumacero Gerente De Operaciones
----------------	--	---------------	--	---------------	---

## ANEXO 9



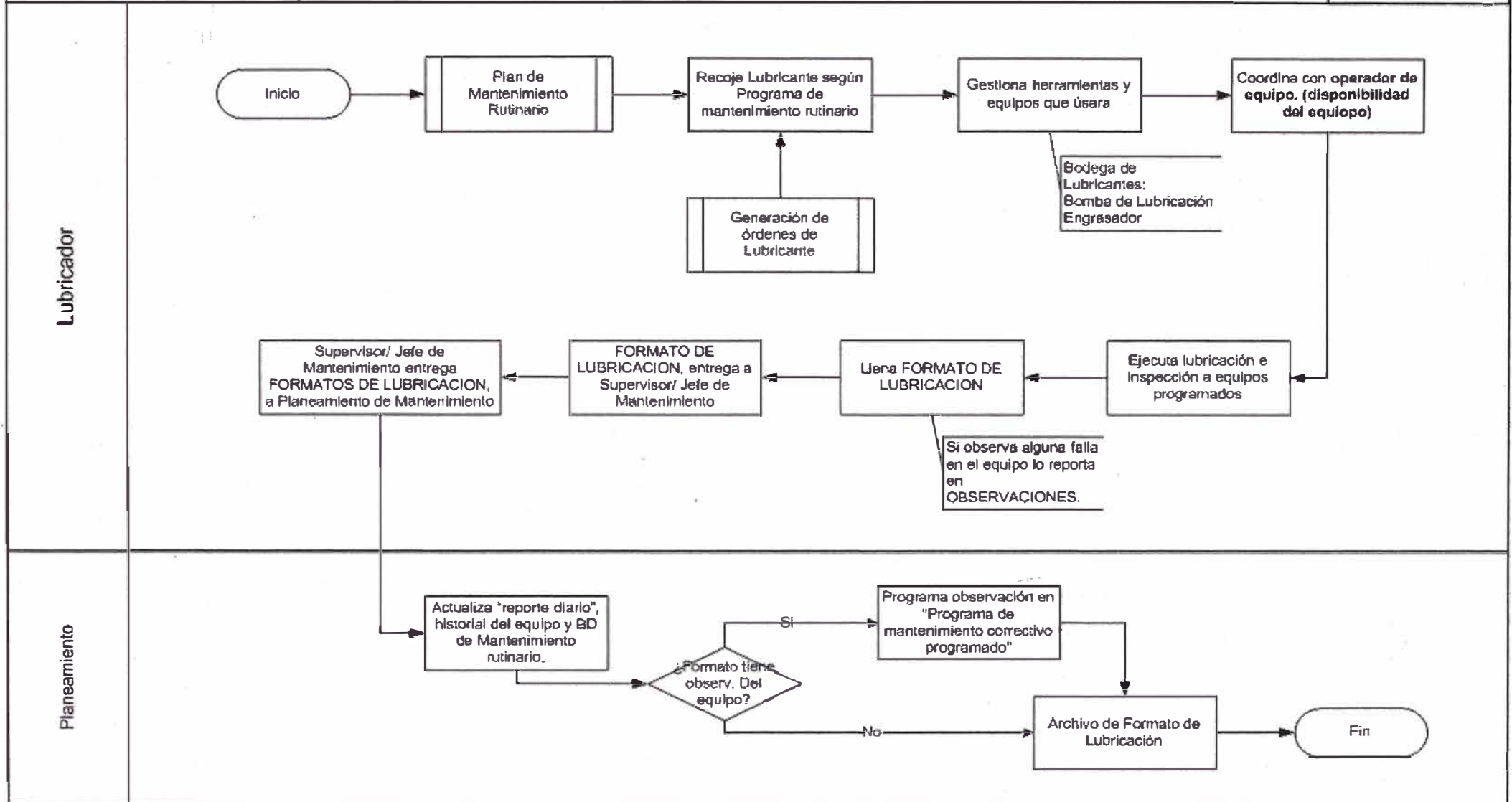
Elaborado por:	Alex Torres Ing. de Planeamiento de Mantenimiento	Revisado por:	Martín Gutiérrez Superintendente de Mantenimiento	Aprobado por:		Alberto Chumacero Gerente De Operaciones
----------------	--	---------------	--	---------------	--	---



**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**

**PROCESO: Ejecución de mantenimiento rutinario (lubricación e inspección)**

Código : PR-GGE-004  
 Revisión : 00  
 Fecha : 16/06/2009  
 Página : 1/ 1

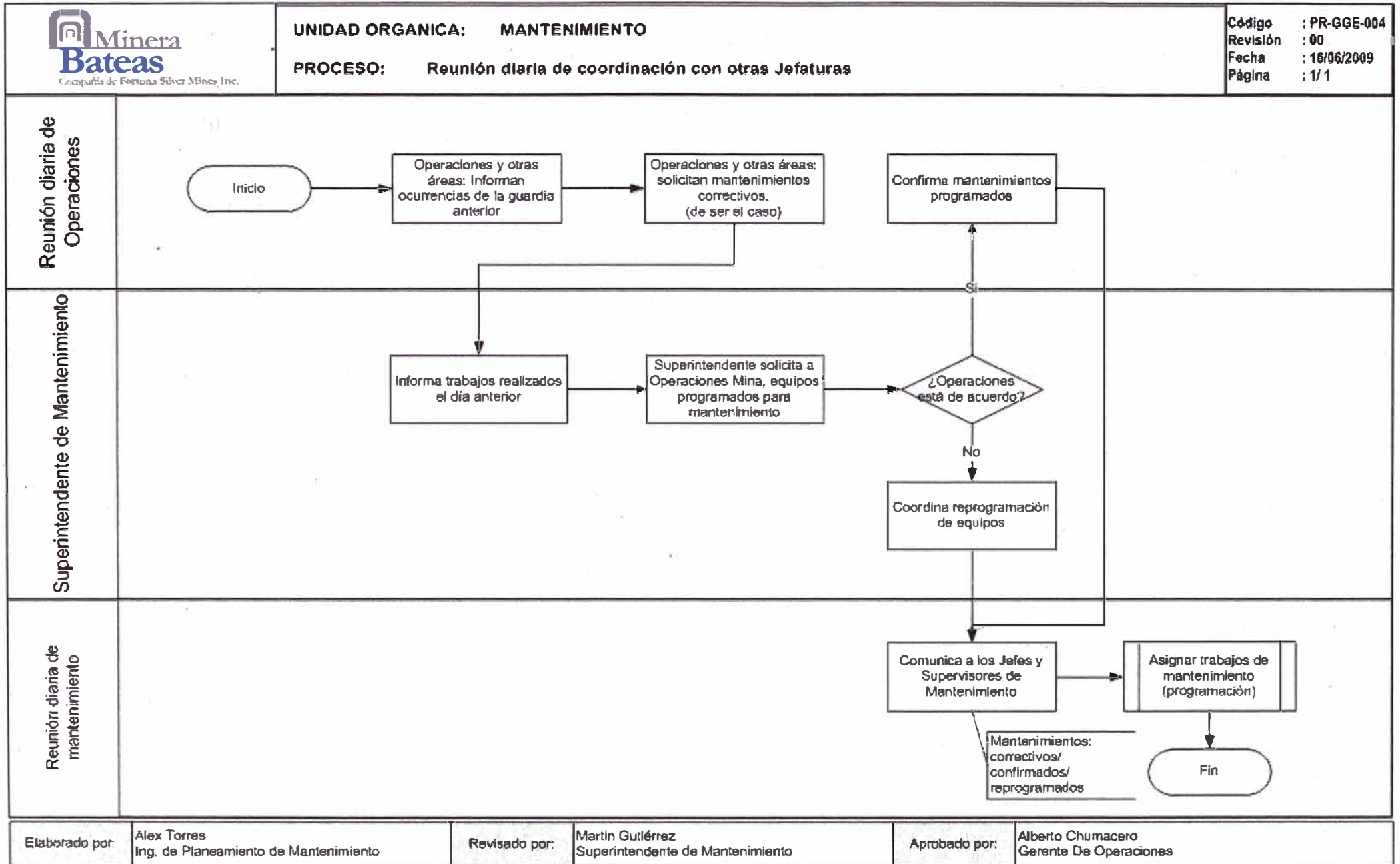


Elaborado por: Alex Torres  
 Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

Revisado por: Martín Gutiérrez  
 Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
 Gerente De Operaciones

**ANEXO 11**



**ANEXO 12**

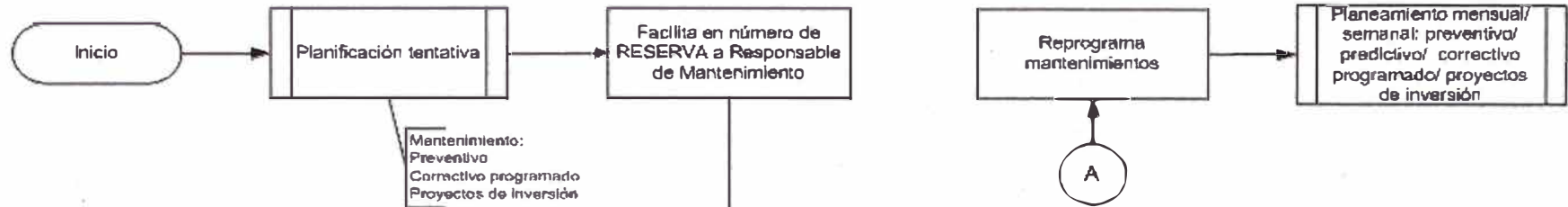


**UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO**

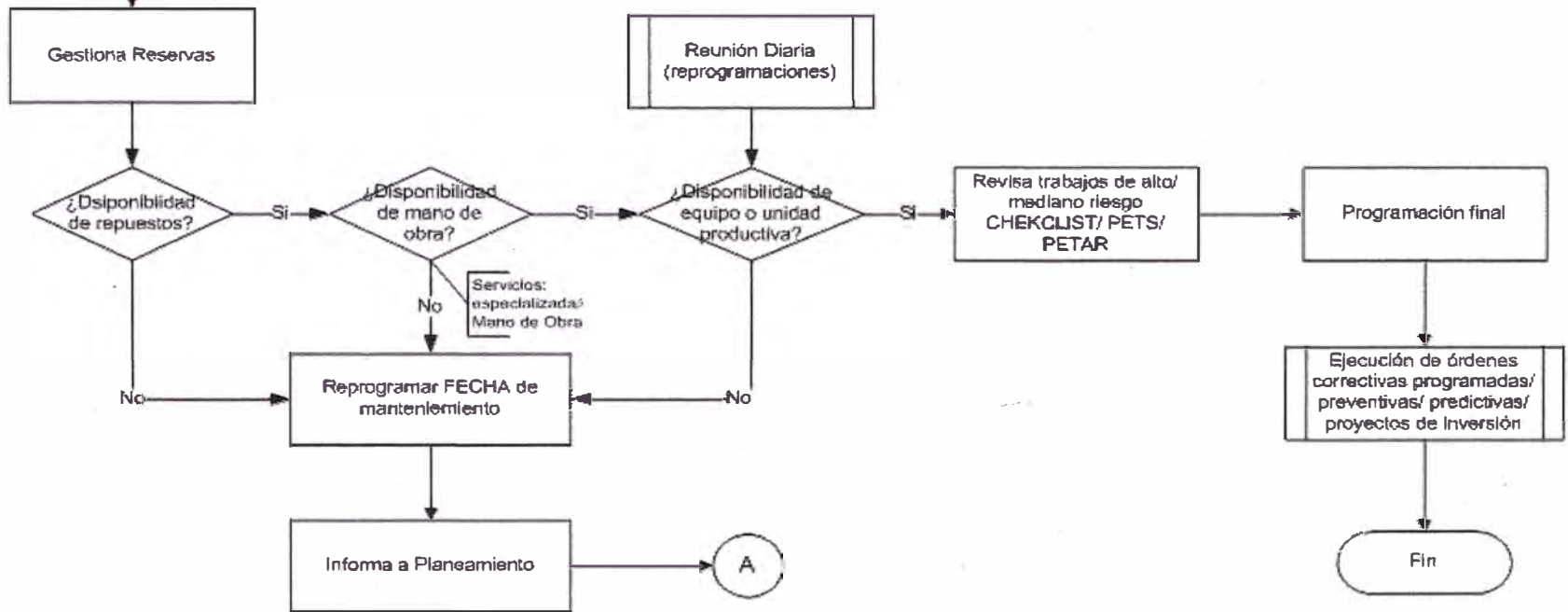
**PROCESO: Asignar trabajos de mantenimiento preventivo/ correctivo programado/ proyectos de inversión**

**Código : PR-GGE-004**  
**Revisión : 00**  
**Fecha : 18/06/2009**  
**Página : 1/ 1**

Planeamiento



Jefaturas/ Supervisores de Mantenimiento



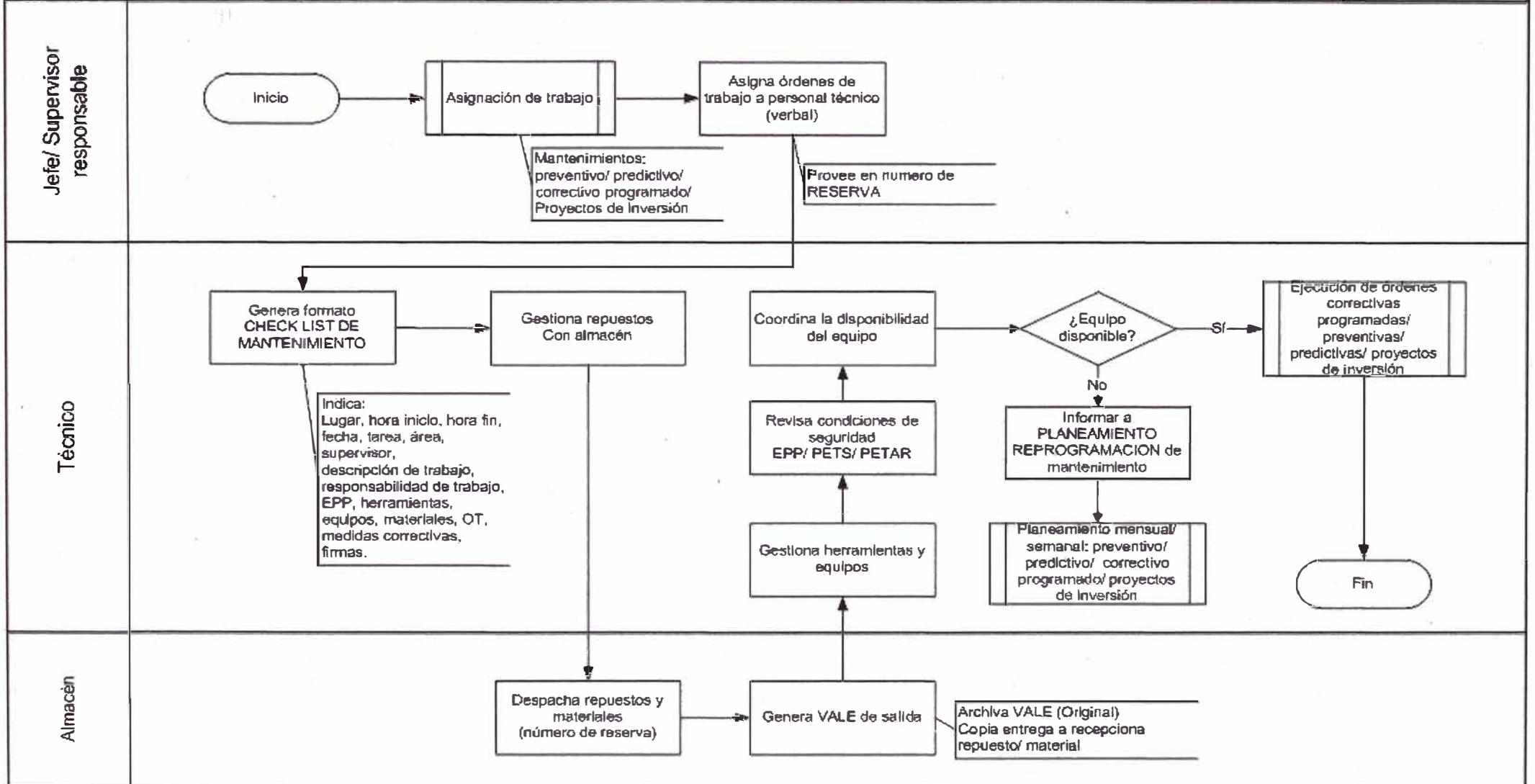
Elaborado por: Alex Torres  
Ing. de Planeamiento de Mantenimiento

Revisado por: Martín Gutiérrez  
Superintendente de Mantenimiento

Aprobado por: Alberto Chumacero  
Gerente De Operaciones

**ANEXO 13**

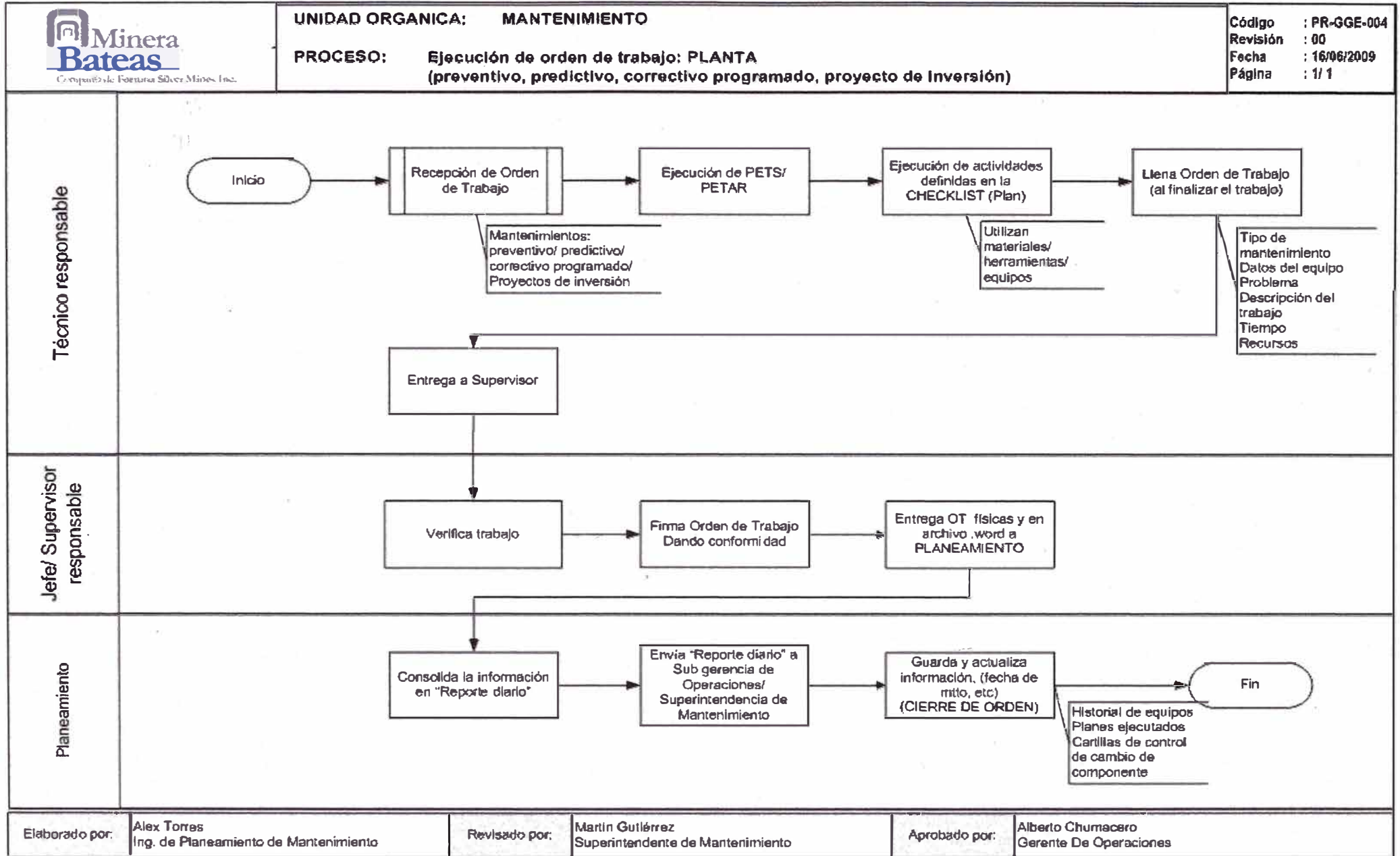
 <p><b>Minera Bateas</b> Compañía de Fortuna Silver Mines Inc.</p>	<p><b>UNIDAD ORGANICA:</b> MANTENIMIENTO</p> <p><b>PROCESO:</b> Recepción de orden de trabajo: Planta (preventivo, predictivo, correctivo programado, proyecto de inversión)</p>	<p>Código : PR-GGE-004                  Revisión : 00                  Fecha : 16/06/2009                  Página : 1/ 1</p>
---	--	--



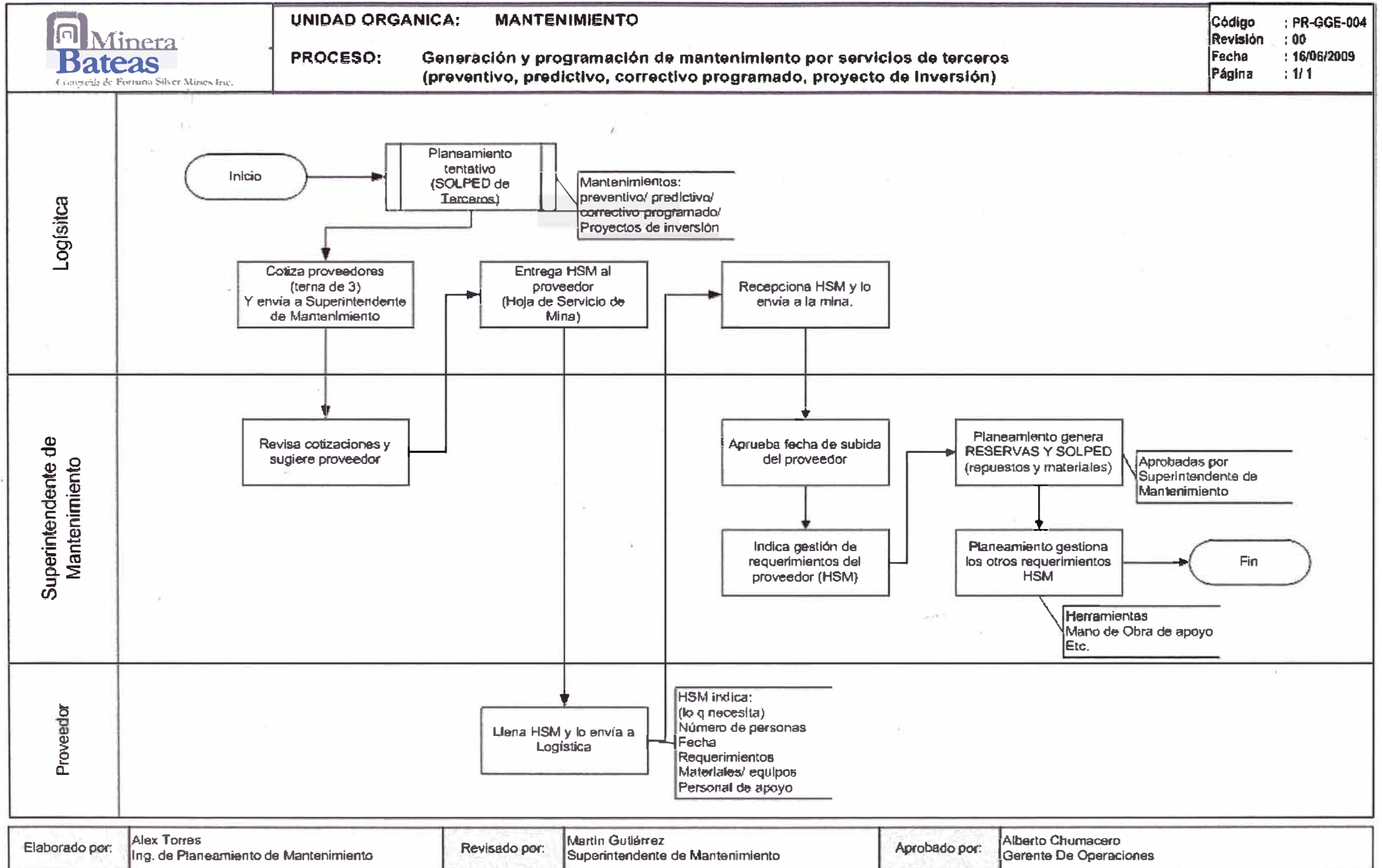
Elaborado por: Alex Torres Ing. de Planeamiento de Mantenimiento	Revisado por: Martín Gutiérrez Superintendente de Mantenimiento	Aprobado por: Alberto Chumacero Gerente De Operaciones
---	--	---



**ANEXO 14**



**ANEXO 15**

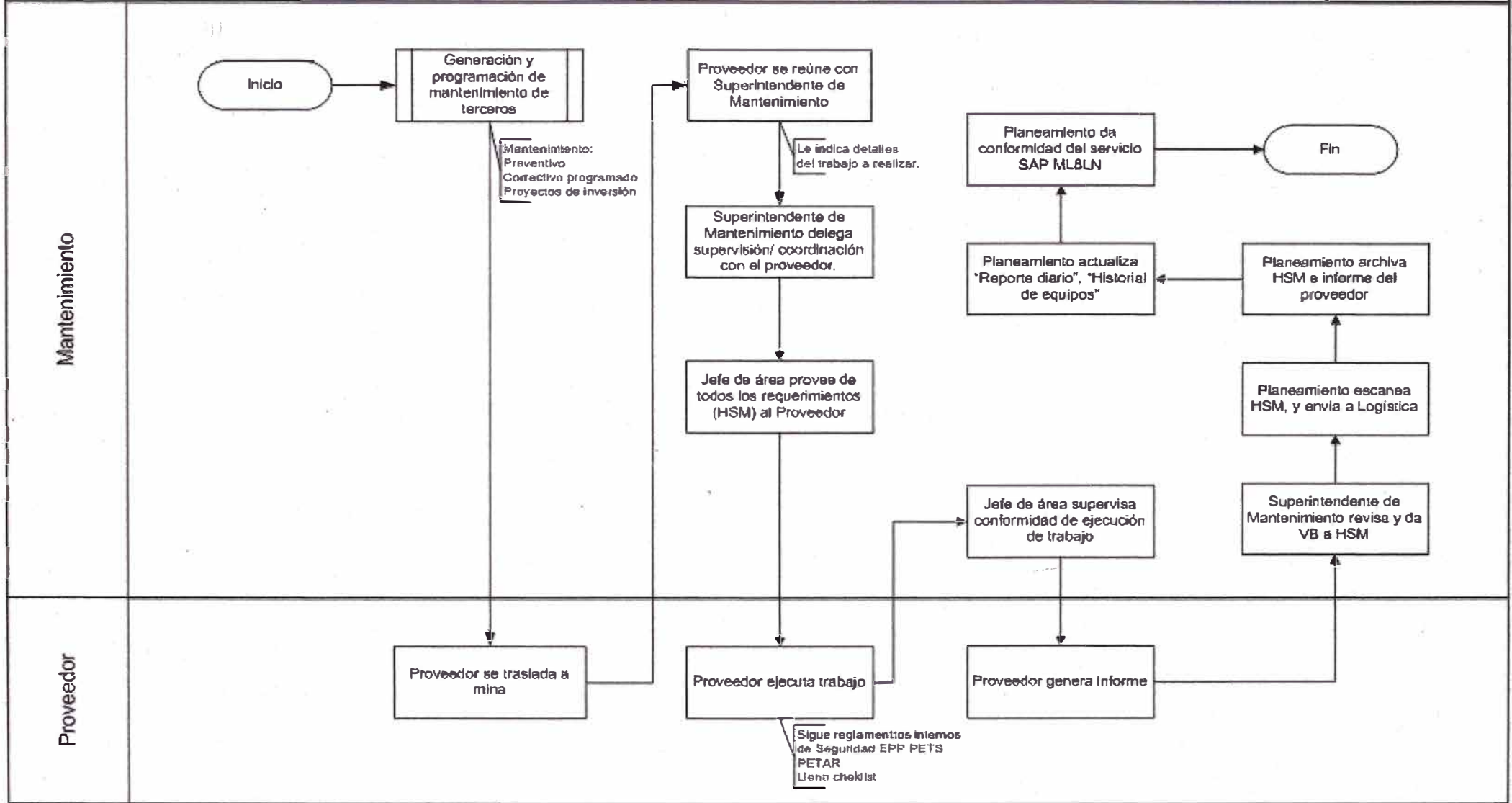




UNIDAD ORGANICA: MANTENIMIENTO

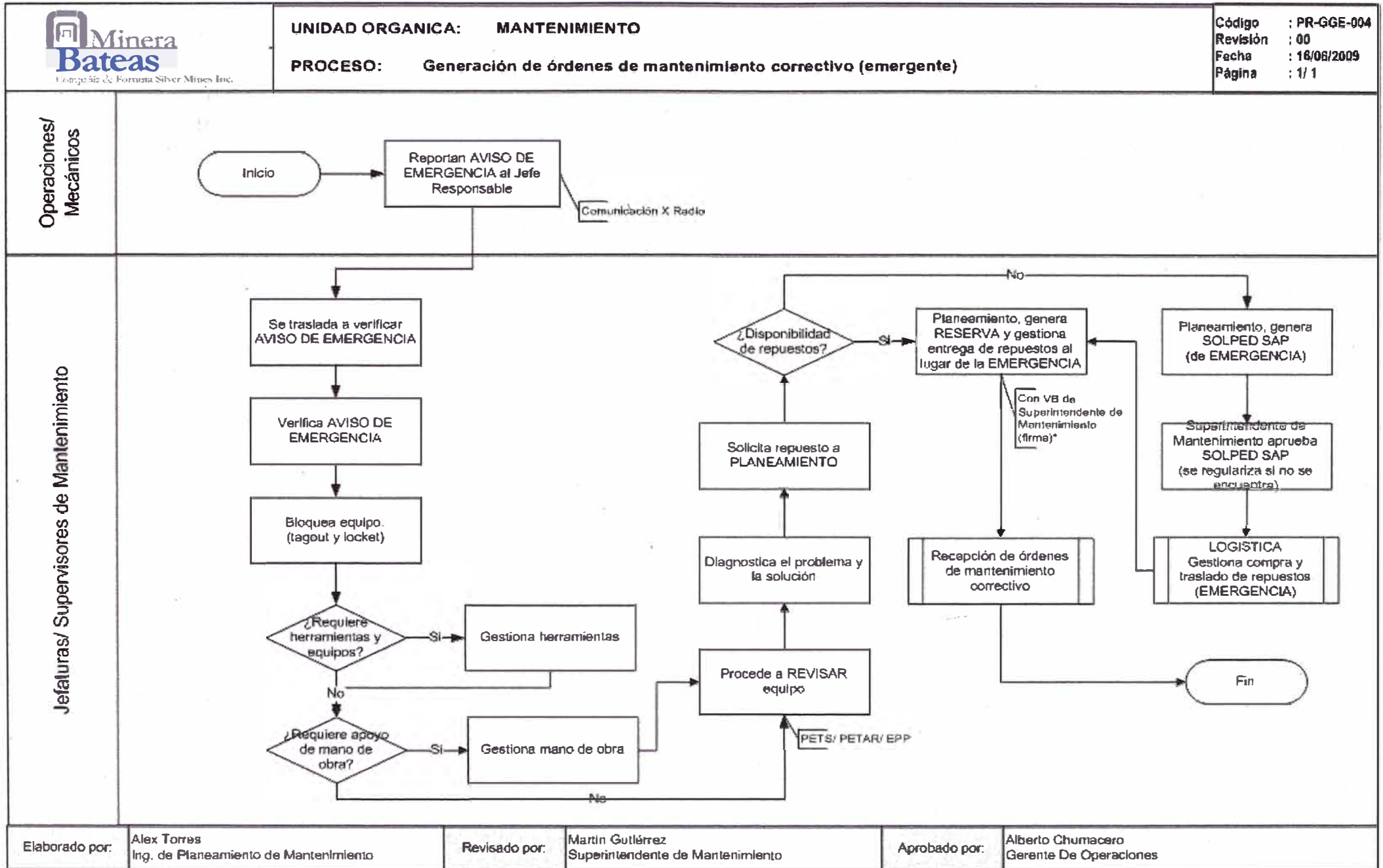
PROCESO: Ejecución de trabajos de mantenimiento por terceros preventivo/ correctivo programado/ proyectos de Inversión

Código : PR-GGE-004  
 Revisión : 00  
 Fecha : 16/06/2009  
 Página : 1/ 1

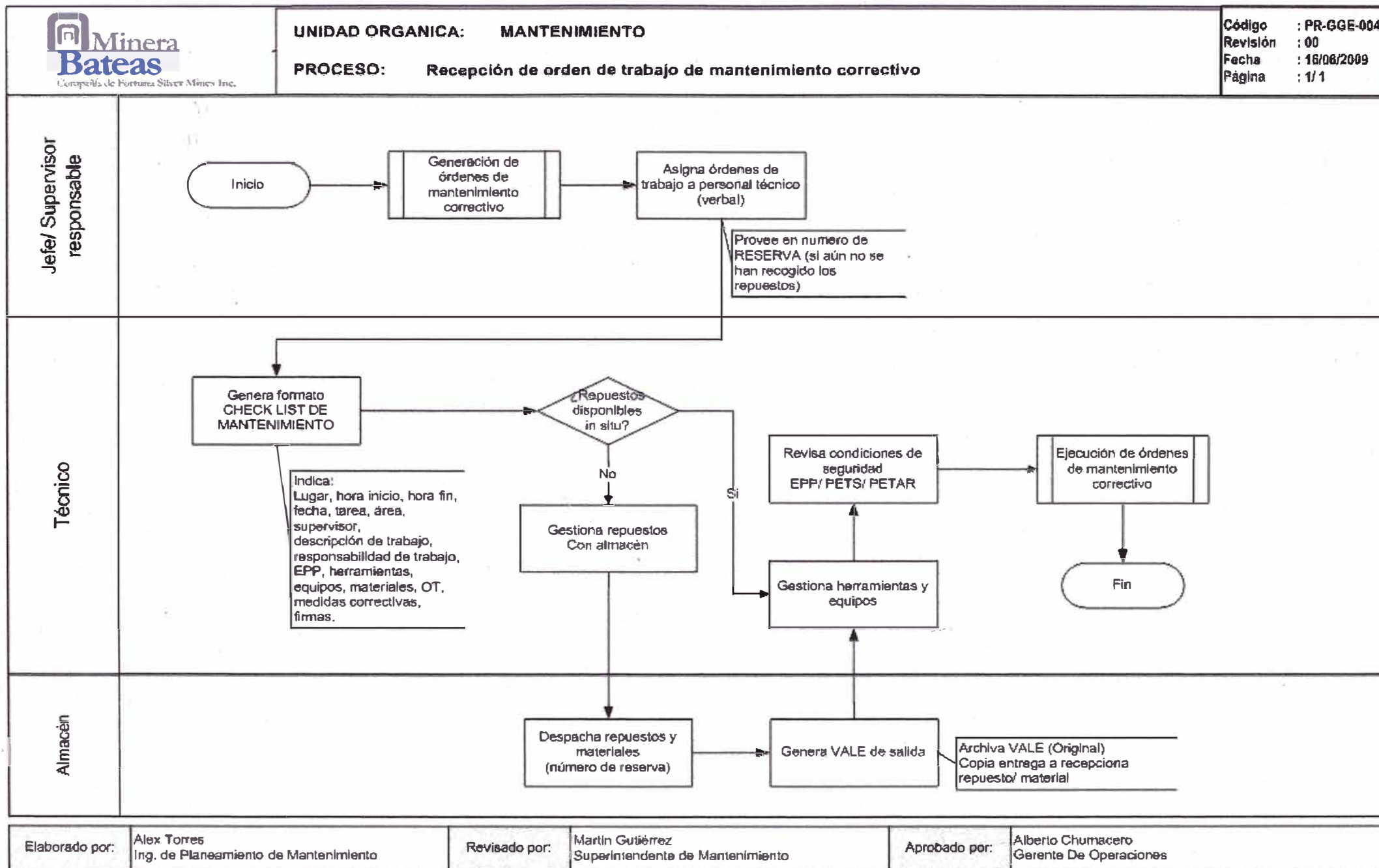


Elaborado por:	Alex Torres Ing. de Planeamiento de Mantenimiento	Revisado por:	Martín Gutiérrez Superintendente de Mantenimiento	Aprobado por:	Alberto Chumacero Gerente De Operaciones
----------------	--	---------------	--	---------------	---

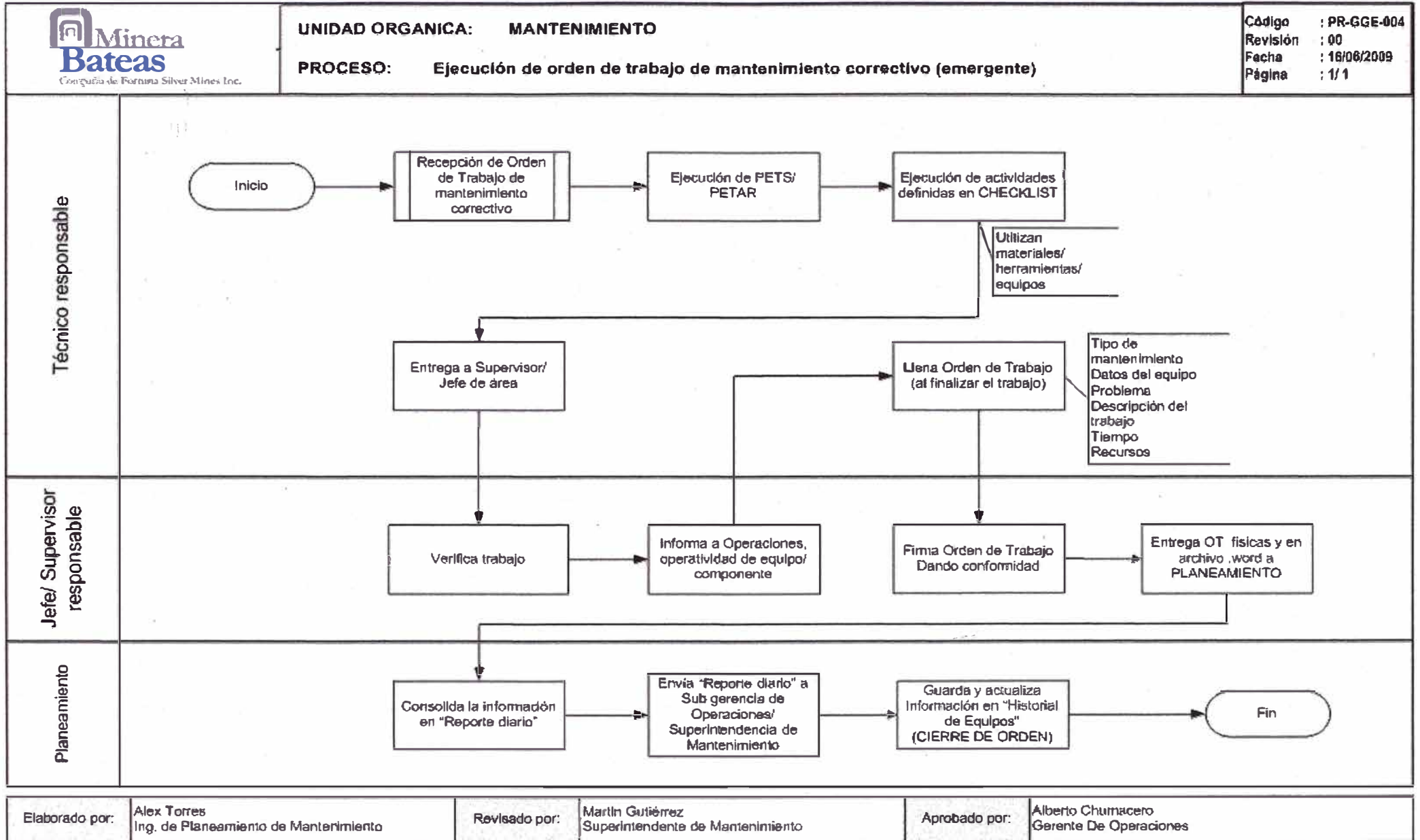
**ANEXO 17**



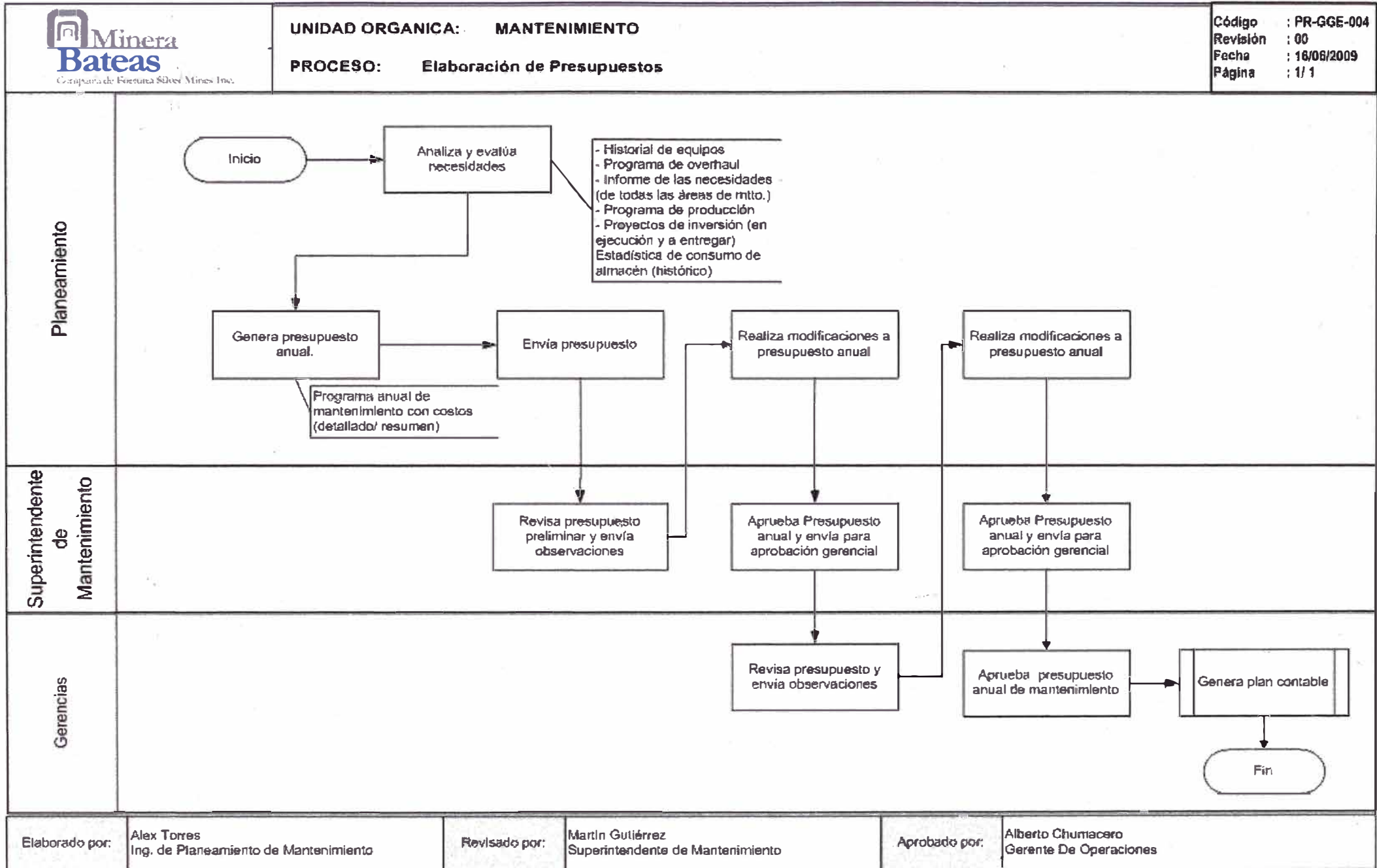
**ANEXO 18**



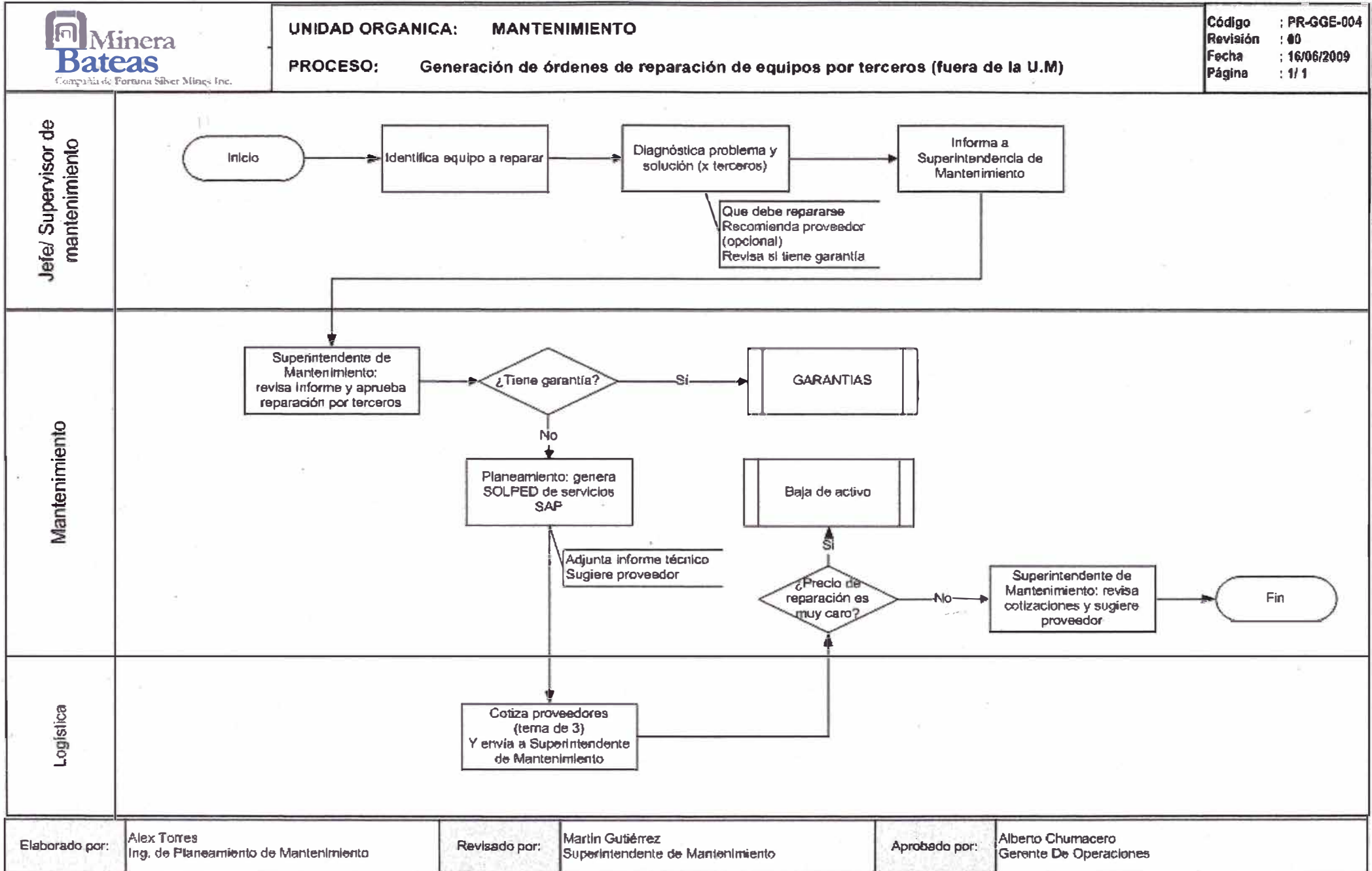
**ANEXO 19**



**ANEXO 20**

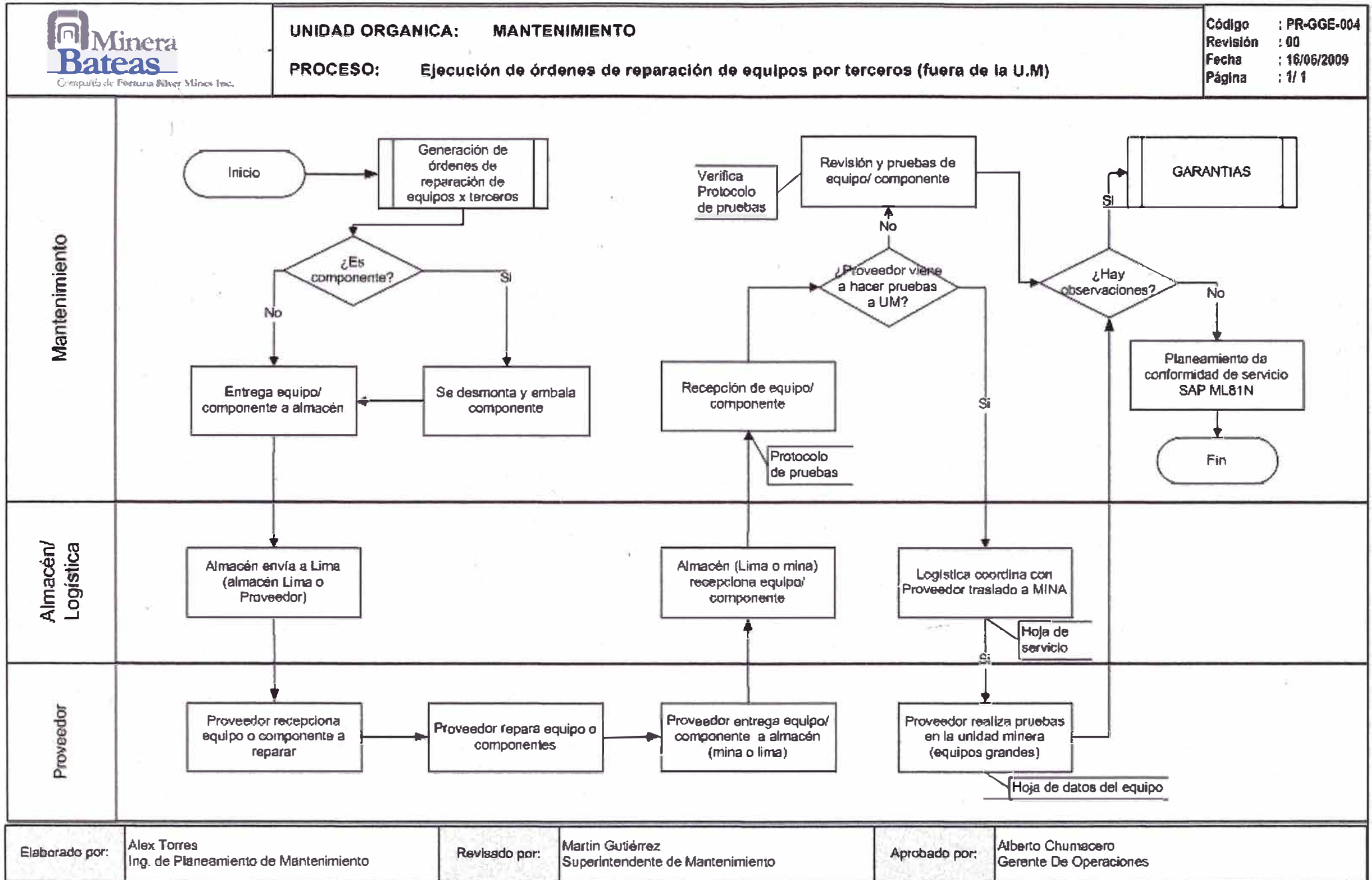


**ANEXO 21**





**ANEXO 22**



**ANEXO 23**

