



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN**

**Departamento de Gestión de la Construcción**

## **DIAGNÓSTICO Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO EN PLANTA MINERA SPENCE BASADO EN PMBOK**

Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión Integral de Proyectos

**MARCELO PETERS PALOMINOS**

Profesor Tutor: Boris Heredia Rojas, Magíster en Ciencias de la Ingeniería

**Antofagasta, Chile**

**2011**

## DEDICATORIA

*La paradoja de nuestro tiempo es que tenemos más grados académicos pero menos sentido común, mayor conocimiento pero menor capacidad de juicio, más expertos pero más problemas. Añadimos años a nuestras vidas, no vida a nuestros años. Hemos logrado ir y volver de la luna, conquistamos el espacio exterior, pero no el interior.*

*Acuérdate de ser amable con quien ahora te admira, porque esa personita crecerá muy pronto y se alejará de ti.*

*Acuérdate de decir te amo a tu pareja y a tus seres queridos, pero sobre todo dílo sinceramente. Un beso y un abrazo pueden reparar una herida cuando se dan con toda el alma.*

*Y siempre recuerda.*

*La vida no se mide por el número de veces que tomamos aliento, sino por los extraordinarios momentos que nos lo quitan.*

*George Carlin.*

*A mi Amada esposa Juanita quien me ha hecho una mejor persona, gracias te doy por que sin ti estaría ciego a aquellas pequeñas grandes cosas que nos da la vida a diario y que nos hacen ser mejores.*

*A mis hijos a los que dediqué menos tiempo por este Proyecto de Vida, pero a quienes Amo cada día mucho más porque aprendí a extrañarlos.*

*Mi familia cambió todas mis prioridades en la Vida y en definitiva me doy el tiempo necesario para Amar, abrazar y conversar.....los Amo.*

*Marcelo*

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>RESUMEN</b>	08
<b>CAPITULO I ANTECEDENTES GENERALES</b>	
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b>	09
<b>1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA A INVESTIGAR</b>	10
<b>1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO</b>	11
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
<b>1.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MINERA SPENCE</b>	13
1.4.1. UBICACIÓN MINERA SPENCE	13
1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MINERA SPENCE	14
1.4.2.1. Proceso Productivo Mina	14
1.4.2.2. Proceso Productivo Planta	15
<b>1.5. DESARROLLO DE LA TESIS</b>	16
<b>CAPITULO II EL PROCESO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>2.1. INTRODUCCIÓN</b>	18
<b>2.2. CONTEXTO TEORICO DEL PROCESO DE MINERA SPENCE</b>	19
<b>2.3. INTRODUCCION A LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO</b>	19
<b>2.4. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO</b>	21
2.4.1. FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO	22
2.4.2. VARIABLES DEL MANTENIMIENTO	22
2.4.3. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	23
2.4.4. LAS FALLAS	24
<b>2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO</b>	25
2.5.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO	25
2.5.2. PRINCIPALES PROCESOS DE MANTENIMIENTO	26
<b>2.6. CONCEPTOS DE LA ESTRATEGIA INSTALADA EN MANTENIMIENTO</b>	33
<b>2.7. VENTAJAS Y OPORTUNIDADES DE LOS PROCESOS</b>	34
2.7.1. VENTAJAS PROGRAMACIÓN	34
2.7.2. OPORTUNIDADES PLANIFICACIÓN	35
<b>2.8. HERRAMIENTAS TECNICAS Y GESTION DEL MANTENIMIENTO</b>	38
2.8.1. GESTION DE CALIDAD Y ESTRATEGIAS EN MANTENIMIENTO	39
<b>2.9. FLEXIBILIDAD Y RESILENCIA</b>	40

## **CAPITULO III DIAGNOSTICO Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO**

<b>3.1. INTRODUCCIÓN</b>	42
<b>3.2. GESTIÓN DE LA CALIDAD DE MANTENIMIENTO</b>	43
<b>3.3. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE MANTENIMIENTO</b>	44
3.3.1. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN MANTENIMIENTO PLANTA	45
3.3.2. ANALISIS DEL OBJETIVO DE LA COMPAÑÍA	47
3.3.3. ANALISIS DE LOS OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO PLANTA	48
<b>3.4. REGISTRO DE INTERESADOS</b>	51
<b>3.5. GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES</b>	52
<b>3.6. EQUIPOS CRÍTICOS</b>	56
<b>3.7. IDENTIFICAR RIESGOS</b>	57
<b>3.8. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO</b>	65
3.8.1. ESTRATEGIA DEL PROCESO DE CONFIABILIDAD	66
3.8.2. ESTRATEGIA DEL PROCESO DE PLANIFICACION	67
3.8.3. ESTRATEGIA DEL PROCESO DE EJECUCION	67
3.8.4. ENUNCIADO DEL ACUERDO DE SERVICIOS	68
<b>3.9. PAQUETES DE TRABAJO (EDT)</b>	70
3.9.1. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA	71
3.9.2. MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD	72
<b>3.10. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	73
3.10.1. ALCANCE DEL SERVICIO	73
3.10.2. PAQUETES DE TRABAJO	75
<b>3.11. PRIORIZAR OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO</b>	77
<b>3.12. CONTROL DE COSTOS</b>	81
<b>3.13. MEDICIONES DE MANTENIMIENTO</b>	81

<b>3.14. EVALUACIONES</b>	83
3.14.1. Consideraciones Globales/Locales	83
3.14.2. Consideraciones Organizacionales	84
3.14.3. Cambios en la Organización	84
3.14.4. Consideraciones para la Interfaz	84
3.14.5. Frecuencia del Procesamiento	85
3.14.6. Controles del Negocio	85
3.14.7. Consideraciones para la Autorización (Consideraciones para el Acceso a SAP)	85
3.14.8. Consideraciones para la Integración	85
3.14.9. Brechas Funcionales de SAP	86
3.14.10. Convenciones para la Numeración / la Nomenclatura	86
3.14.11. Consideraciones para la Configuración del Sistema	87
3.14.12. Consideraciones para la Conversión de Archivos	87
3.14.13. Consideraciones de Informes	87
3.14.14. Frecuencia de Procesamiento	87
3.14.15. Controles del Negocio	87
3.14.16. Consideraciones de Autorización (Consideraciones de Acceso a GSAP)	87
3.14.17. Transacciones del Negocio Incluidas	88

## **CAPITULO IV CONCLUSIONES GENERALES**

<b>4.1. CONTEXTO</b>	89
<b>4.2. MODELO OPERATIVO</b>	91
4.2.1. NUEVA FORMA DE HACER LAS COSAS 1SAP	91

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES ESPECÍFICAS MODELO DE GESTIÓN BASADO EN PMBOK**

<b>5.1. RESUMEN</b>	96
<b>5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA EN MANTENIMIENTO</b>	97
5.3.1. SITUACIÓN ACTUAL MANTENIMIENTO	97
<b>5.3. OBJETIVO GENERAL</b>	98
<b>5.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	98
<b>5.5. PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD</b>	98
<b>5.6. CONCLUSIONES</b>	99
<b>5.7. GESTIÓN DE LA CALIDAD COMO VALOR AGREGADO</b>	100
<b>5.8. RESULTADOS</b>	104
<b>5.9. LÍNEA D ETIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN</b>	105
<b>5.10. RECOMENDACIONES</b>	106

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	107
<b>ANEXO I <u>Metodología de:</u></b> Gestión de la Calidad en Mantenimiento Minera Spence.	108
MATRIZ RACI	112
Anexo I, ANALISIS EWS	114
Anexo I, SUB PROCESOS DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA	116
Anexo I, SUB PROCESOS DESARROLLO MEJORAMIENTO CONFIABILIDAD	122

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°1.1. UBICACIÓN MINERA SPENCE	14
Figura N°1.2. PROCESO PRODUCTIVO MINERA SPENCE	15
Figura N°2.1. FASES PARA REALIZAR EL PROCESO DE MEJORAMIENTO EN MANTENIMIENTO	21
Figura N°2.2. ESTADOS EVOLUTIVOS DEL MANTENIMIENTO	33
Figura N°2.3. CIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	38
Figura N°3.1. DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO PLANTA	44
Figura N°3.2. ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANTA	46
Figura N°3.3. AREA DE CHANCADO	47
Figura N°3.4. MATRIZ DE INTERESADOS	52
Figura N°3.5. GESTION DE COMUNICACIONES	53
Figura N°3.6. ENTREGABLES DEL ACUERDO DE SERVICIOS ENTRE ÁREAS	54
Figura N°3.7. ROLES Y RESPONSABILIDADES	55
Figura N°3.8. CRITERIO DE CRITICIDADES PARA EVALUACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS	56
Figura N°3.9. NIVEL DE CRITICIDADES DE LOS ACTIVOS FÍSICOS	57
Figura N°3.10. CLASIFICACIÓN DE CRITICIDADES DE LOS ACTIVOS	59
Figura N°3.11. FACTOR DE SEVERIDADES DEL ACTIVO	59
Figura N°3.12. FACTOR DE EXPOSICIONES DEL ACTIVO	60
Figura N°3.13. FACTOR DE PROBABILIDADES DEL ACTIVO	60
Figura N°3.14. NIVELES DE RIESGO Y CATALOGACIONES DEL RIESGOS	61
Figura N°3.15. CRITERIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO CUALITATIVO	62
Figura N°3.16. CONSTRUCCIÓN DE UN FODA EXTENDIDO	63

Figura N°3.17. MATRIZ FODA EXTENDIDO	64
Figura N°3.18. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PROPUESTA y FLUJO DE TRABAJO	66
Figura N°3.19. ROLES QUE SOPORTAN LA ESTRATEGIA DE CONFIABILIDAD	67
Figura N°3.20. CONFIABILIDAD OPERACIONAL	69
Figura N°3.21. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA	71
Figura N°3.22. MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD	72
Cuadro N°3.23. PRIORIZACIONES DEL MEJORAMIENTO	79
Figura N°3.24. BASE DE DATOS DE PROCEDIMIENTOS Y MEJORAS	80
Figura N°3.25. INDICADORES DEL NEGOCIO	82
Figura N°3.26. INDICADORES DE DESEMPEÑO PARA PROCESOS DE MANTENIMIENTO	83
Figura N°3.27. PRINCIPALES TRANSACCIONES EN GSAP	88
Figura N°4.1. ESTANDAR BHP BILLITON	89
Figura N°4.2. MODELO OPERATIVO DE BHPBILLITON.	90
Figura N°4.3. GLD001 DE BHPBILLITON	91
Figura N°4.4 TRANSPARENCIA EN EL DESEMPEÑO	93
Figura N°5.1 MODELO GENERAL DE GESTIÓN BASADO EN PMBOK	96
Figura N°5.2.PERFIL DE MADUREZ EN MANTENIMIENTO	97
Figura N°5.3.METODOLOGÍA INTEGRADA A MODELO BHPBILLITON	99
Figura N°5.4.ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	99
Figura N°5.5.RESUMEN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN	102
Figura N°5.6.RESUMEN DEL PROCESO DE EJECUCIÓN	103
Figura N°5.7.RESUMEN DEL PROCESO DE CONTROLAR CON CALIDAD	104
Figura N°5.8.LÍNEA DE TIEMPO DE LA IMPLEMENTACIÓN	105

## RESUMEN

Este estudio está basado en la necesidad de estandarizar y simplificar los Procesos de Mantenimiento aplicando el concepto de Calidad Total, esto nos asegura que la relación e interdependencia entre áreas y los procesos se hará en un orden lógico y metódico. Hacer pocas cosas y mejor con actividades discrecionales.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este proyecto de grado, consiste en diagnosticar y mejorar los procesos de mantenimiento utilizando calidad total basada en PMBOK para integrarlos con los estándares de una compañía de la gran minería del cobre. La idea es mejorar la confiabilidad de los procesos y con esto optimizar el ciclo de vida útil de los activos y costos de mantenimiento.

Dentro de las conclusiones del estudio, se indica que la visión de futuro de una empresa debe contener procesos simples y bien estructurados con equipos de alto desempeño que logren liderar los propósitos finales. El modelo define simplicidad y estandarización, para luego a través de la estructura organizacional establecer los procesos y datos comunes con distintos niveles de ponderación entre las áreas funcionales.

Es imprescindible gestionar las comunicaciones y lograr el entendimiento, integración y apoyo necesario por parte de los sponsor para el éxito de un proyecto de estas características. La base del éxito radicará en la disciplina operacional, capacidad de incorporar rápidamente esta nueva forma de hacer las cosas y liderazgo que cada uno de nosotros logre en las áreas funcionales. Es necesario establecer y dejar claro quién hace qué en una matriz de datos donde queda claramente establecido roles y responsabilidades para cada una de las tareas asignadas.

# CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe la necesidad en las Empresas, en ser eficaces ya sea en el producto o servicio que estas ofrecen, de esta forma se establecen políticas donde existe una visión y misión de la Compañía, que para el caso nuestro no solamente es ser reconocidos como los productores de Cobre más grandes del Mundo si no que enmarca claramente que se quiere ser reconocido como líder Global absoluto.

Es imprescindible para una Compañía de esta envergadura establecer estándares y trabajar en pos de la simplicidad y rapidez para ajustarse a los cambios globalizados con un enfoque y disciplina operacional como conversación central para el logro de dichos objetivos<sup>1</sup>.

Ello conlleva, por lo tanto a maximizar los esfuerzos, por ir mejorando los procesos tanto internos como externos basados en la estructura organizacional<sup>2</sup> que permita adecuarse a un constante cambio en el entorno, la cual involucra a todos los procesos de ésta y sus respectivos stakeholders. Siendo aún más específicos los que se relacionan con el área de Procesos Industriales y que además contribuyen buscando en forma continua el mejorar y controlar dicho proceso, específicamente a través de la calidad de estos.

Es precisamente, en este campo donde es difícil adoptar disciplina para lograr, mantener y asegurar el estándar que se requiere.

---

<sup>1</sup> El Concepto de Disciplina Operacional es asegurar lo que decimos que vamos a hacer.

<sup>2</sup> La nueva estructura es la que se identifica en el GLD001 y separa las áreas de Ingeniería, Mantenimiento y Procesos.

## **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA A INVESTIGAR**

Mantenimiento Planta en nuestra Mina pareciera ser un mal necesario el cual además no es predecible por lo tanto no es confiable, aparece con desaciertos en su planificación y con defectos de calidad en la ejecución del mismo.

Nuestra Compañía ha madurado y con esto entiende que en mantenimiento esta la oportunidad. No sólo de reparar defectos o fallas si no que ser un aporte con el peso específico que debe tener en una empresa moderna.

Hoy la Empresa con una visión de futuro basada en la estandarización de los procesos y la simplicidad de los mismos, pretende re posicionar a Mantenimiento de la misma forma que está consolidada la operación y es así como con esta visión de futuro se busca ordenar y generar un sentido de calidad en el servicio, el cual afecta en un cincuenta y siete por ciento los costos del proceso de Producción, de esta manera se pretende lograr hacer de Mantenimiento un área con el mismo peso específico que tiene la operación. Debe ser confiable a partir de sus procesos, optimizar sus costos y debe mantener y asegurar el cero daño<sup>3</sup>.

Con esto se honra el principal sustento de nuestro negocio, producción segura a costos competitivos donde Mantenimiento se entiende es uno de los principales actores.

---

<sup>3</sup> Cero daño es la política interna de Seguridad Conductual en Minera Spence.

### 1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO

#### 1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diagnóstico y Mejoramiento de los Procesos de Mantenimiento en Planta Minera Spence basado en PMBOK.

El Objetivo es obtener un impacto positivo (agregar valor), en todo el desarrollo del Negocio.

La hipótesis presentada se basa en el hecho de que una Compañía a partir de sus políticas establece una estructura que a su vez estandariza y simplifica sus procesos. Esta nueva forma de hacer las cosas se logra desde la perspectiva de las personas (liderazgo)<sup>4</sup> y los procesos (simples y eficaces)<sup>5</sup>.

Usando la Metodología de Gestión de la Calidad según el PMBOK se pretende adoptar los estándares exigidos en Minera Spence.

#### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

**Calidad:** Rediseñar una nueva estrategia de *Mantenimiento* basada en confiabilidad operacional, que permita asegurar los procesos internos y externos.

**Cumplimiento:** Generar una estrategia para las áreas de *Planificación y Ejecución* que permitan tener cumplimiento en la gestión del tiempo, programación y ejecución de los trabajos. Visiones como análisis de riesgos, FODAs extendidos, Análisis PERT son bases técnicas fundamentales.

---

<sup>4</sup> Modelo de Liderazgo de bhpbilliton carta valórica, cultura, estilos transformacionales y atributos de Liderazgo.

<sup>5</sup> Procesos simples y estandarizados a través de 1SAP Simplicity, Alignment, Performance.

**Flexibilidad:** La capacidad de resiliencia<sup>6</sup> en mantenimiento es fundamental a la hora de visualizar el negocio, “Producir cátodos en forma segura, es el Negocio”. Para ello desarrollar a nuestro personal a través del modelo de Liderazgo.

**Costos:** El EBIT<sup>7</sup> del negocio es factor crítico de éxito por lo que revisar, chequear y controlar los procesos presupuestarios de mantenimiento con un criterio base de Proyecciones, tasas de desgaste, repuestos, contratos, reparables son algunos de los valores que se adicionan en este proceso.

**Determinar beneficios asociados a su implementación:** Como ya se ha mencionado algunos beneficios tienen que ver con la calidad de los procesos (Gestión) y la calidad de los trabajos (Mantenibilidad). Mediante el cumplimiento se obtendrá Seguridad, Confiabilidad Humana y Operacional. Por otro lado lograr adaptar el mantenimiento logrando con ello posicionar y tensionar al Proceso. Además lograr sin mayores esfuerzos los *budget*<sup>8</sup> de Producción Anuales.

Adaptar los Procesos de Mantenimiento y Adoptarlos a los procesos de 1SAP, que es una reestructuración interna donde su principal foco es hacer las cosas de una forma simple. (***Simplicity Alignment Performance***).

Esta nueva forma de trabajar es un desafío para el cual debemos prepararnos principalmente cumpliendo en forma eficaz todos nuestros procesos internos y externos.

---

<sup>6</sup> Capacidad de deformación, para tomar nuevamente la misma forma.

<sup>7</sup> Utilidad neta y flujo de efectivo.

<sup>8</sup> Producción anual comprometida en base a un presupuesto también comprometido.

## **1.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MINERA SPENCE**

### **1.4.1. UBICACIÓN MINERA SPENCE**

La Empresa Minera Spence S.A., se encuentra ubicada a quince kilómetros de la localidad de Sierra Gorda, a un costado de la Ruta 25, vía principal de conexión entre las ciudades de Antofagasta (130 Km.) y Calama (62 Km.), en medio del Desierto de Atacama en el norte de Chile (ver Figura 1.1). Somos una operación minera controlada 100% por BHP Billiton, dependiente del Customer Sector Group (CSG)<sup>9</sup> denominado Metales Base, el que agrupa a todas aquellas operaciones de BHP Billiton que producen Metales Básicos.

BHP Billiton tiene su casa matriz en Melbourne, Australia, la cual incluye alrededor de 100 operaciones con 35.000 empleados en aproximadamente veinte países, además de oficinas corporativas en cada continente. El proceso de venta es realizado a través del área de Marketing de BHP Billiton Metales Base, desde el puerto de Mejillones y Antofagasta hacia los principales mercados del mundo, entre los que se mencionan, Brasil, China, Francia, Alemania, Grecia, Italia, Holanda, Corea del Sur, España, Taiwán y Estados Unidos.

---

<sup>9</sup> Grupo que controla base metales básicos.



Figura N°1.1. UBICACIÓN MINERA SPENCE (Costabal, 2006).

## 1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MINERA SPENCE

### 1.4.2.1. Proceso Productivo Mina

El proceso productivo comienza en la etapa de exploración, en donde se buscan nuevos recursos. Estos, de ser encontrados, siguen con la etapa de definición de reservas. Es decir, con la determinación de lo que se podría considerar económicamente rentable.

A partir de lo anterior comienza la secuencia de explotación donde en su primera etapa se realiza la perforación, acompañada de la tronadura<sup>10</sup>. Una vez terminada ésta, se procede al carguío y transporte de los distintos tipos de materiales disponibles en la mina (óxidos, sulfuros, ROM<sup>11</sup> o mineral de baja ley que pasa por proceso de chancado y lastre). El producto final de la mina es entregar un material de buena calidad a la planta.

<sup>10</sup> Explosivos en Mina, la cual se efectúa todos los días en hora de Almuerzo.

<sup>11</sup> Minerales de baja ley.

### 1.4.2.2. Proceso Productivo Planta

El proceso productivo de la planta comienza con la reducción de tamaño del mineral proveniente de la mina a través del chancado-primario, secundario, terciario, harneros y aglomerado, el cual posteriormente es apilado para ser lixiviado. Luego, dependiendo de sus características de solubilidad, el mineral es depositado en el PAD<sup>12</sup> (área de óxido o sulfuro) para dar comienzo a su ciclo de lixiviación. A continuación la solución rica en cobre (PLS), es conducida hacia la planta de extracción por solventes. Posteriormente la solución es conducida hasta la nave de electro-obtención, la cual mediante la aplicación de alta densidad de corriente eléctrica convierte al cobre en estado iónico en cobre en estado metálico. El producto final consiste en cátodos<sup>13</sup> de cobre de alta pureza, los cuales finalmente son transportados a puerto para ser comercializados por BHP Billiton. (Ver Figura 1.2)

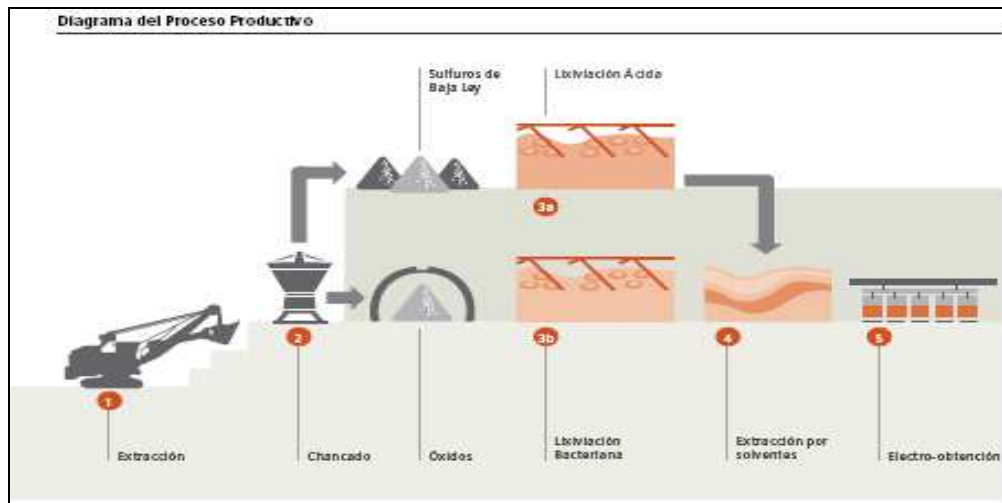


Figura N°1.2. PROCESO PRODUCTIVO MINERA SPENCE ( Costabal, 2006).

<sup>12</sup> Área destinada a construcción de Pilas de óxidos y sulfuros.

<sup>13</sup> Placas de Cobre de alta pureza de 1mts x 1mts.

## 1.5. DESARROLLO DE LA TESIS

En el Capítulo 1 se presenta como la empresa de hoy, con una visión de futuro basada en la estandarización de los procesos y la simplicidad de los mismos, pretende re posicionar a Mantenimiento de la misma forma que está consolidada la operación y es así como se busca ordenar y generar un sentido de calidad en el servicio, el cual afecta en un cincuenta y siete por ciento los costos del proceso de producción, de esta manera se pretende lograr hacer de Mantenimiento un área con el mismo peso específico que tiene la Producción.

En el capítulo 2, se entrega un detalle sobre los Procesos de Mantenimiento, que son complejos y difíciles de relacionar entre sí y sus **stakeholders**. Es imprescindible mejorarlos en este punto de nuestra operación ya que en este momento es donde en mantenimiento se puede producir un punto de inflexión que marca el destino de los resultados del negocio de aquí en adelante. Culmina este capítulo mostrando como las compañías han aprendido que mantenimiento es el foco central al momento de buscar resultados de producción segura y a bajo costo para seguir siendo competitivos en un producto **comodity** como lo es el cátodo de cobre.

El capítulo 3 muestra el principal desafío de Mantenimiento que consiste en establecer una estrategia que permita asegurar, con un soporte adecuado la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para mantener la sustentabilidad del negocio. La problemática a resolver tiene que ver con evaluar en base a qué estrategia, Mantenimiento Planta asegurará los programas de producción comprometidos, donde se hace necesario establecer con cuánta y con qué gente se pretende lograr, así como también, cómo se establecerá un modelo de trabajo de los procesos internos y que rodean a mantenimiento.

En este capítulo además, por medio de benchmark con otras empresas del rubro, muestra que las principales debilidades dentro de los procesos de mantenimiento están focalizadas en la Planificación y la Calidad de la Ejecución del Mantenimiento. Una vez identificado que existe un problema de dirección en la gestión del trabajo se aplica ahora metodología PMI.

Finalmente en el capítulo de Conclusiones, se entrega el sentido de disciplina operacional que será fundamental para lograr ser competitivos en un mundo globalizado. La visión de futuro debe contener procesos simples y bien estructurados con equipos de alto desempeño que logren liderar los propósitos de la compañía. El modelo define simplicidad y estandarización<sup>14</sup>, para luego a través de la estructura organizacional determinar los procesos y datos comunes con distintos niveles de ponderación entre las áreas funcionales.

---

<sup>14</sup> Actualmente BHP Billiton está implementando un nuevo estándar de trabajo conocido como GLD001, el cual nos entrega una estructura y a partir de esta ordena y alinea en forma simple nuestros procesos.

## CAPITULO II: EL PROCESO DE MANTENIMIENTO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo del trabajo se usará como base la Ingeniería de Proyectos donde el PMBOK® es una herramienta fundamental en todas las áreas del conocimiento enfatizando en la Gestión de la Calidad, atravesando todos los procesos que se involucran en el tema de la referencia.

Se pretende evaluar la factibilidad de desarrollar este proyecto, adecuándolo a las necesidades operacionales tomando la decisión acertada que permita solucionar y erradicar el problema actual. Esta necesidad es la que define el Título del Proyecto.

Los Procesos de Mantenimiento son complejos y difíciles de relacionar entre sí y sus **stakeholders**<sup>15</sup>. Es imprescindible mejorarlos en este punto de nuestra operación ya que en este momento es donde en mantenimiento se puede producir un punto de inflexión que marca el destino de los resultados del negocio de aquí en adelante.

Es necesario mencionar finalmente que las compañías han aprendido que mantenimiento es el foco central al momento de buscar resultados de producción segura y a bajo costo para seguir siendo competitivos en un producto **comodity**<sup>16</sup> como lo es el cátodo de cobre.

---

<sup>15</sup> Partes interesadas en el cumplimiento de un Objetivo.

<sup>16</sup> Producto en el cual su elemento diferenciador radica en la calidad de este.

## **2.2. CONTEXTO TEORICO DEL PROCESO DE MINERA SPENCE**

El marco teórico a trabajar bajo lo descrito anteriormente estará enfocado en una Empresa Minera (Spence) de mediano tamaño perteneciente a la gran minería del cobre, donde sus principales características están, enfocadas en:

Ser una operación de clase mundial, semillero de talentos y una empresa líder en seguridad conductual y preventiva como valores fundamentales<sup>17</sup>.

El análisis de la Gestión de la Calidad debería ser realizado en base a un proceso de evaluación sistemática de la naturaleza del negocio, que tiene relación con los objetivos generales de la empresa y los cambios que se producen en dichos objetivos, además de definir los objetivos a largo plazo, identificando metas y objetivos cuantitativos, problemas de largo plazo que no están previstos y que no tienen una estructura definida como para encontrar una solución eficaz y eficiente a la vez (Efectiva).

## **2.3. INTRODUCCION A LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO**

Antes de entrar directamente a los procesos de mantenimiento, pareciera ser prudente hacernos una pregunta que pudiera servir de guía para enfocar nuestra estrategia futura. ¿El mantenimiento debe ser orientado por costos o por resultados? Para contestar dicha pregunta hay que tomar en consideración que centrarse en los resultados implica tener:

---

<sup>17</sup> Visión de Minera Spence.

- Una visión de largo plazo, ya que centrarse sólo en los costos implica una visión a corto plazo.
- Presente que las organizaciones están conformadas por personas, y que es determinante para las posibilidades de cambio, considerar la cultura de esas personas en dicho contexto.
- Resultados (R) que dependen de que logremos cambiar la cultura y a las personas que trabajan en ella. Dichos resultados están determinados por dos importantes factores como son:

$$R = Q * A$$

Dónde:

- La calidad (Q) de nuestro sistema (expresada en la calidad de liderazgo que tengamos en nuestra organización).
- La aceptación (A) que nuestro personal tenga de los planes y estrategias propuestas, dicha relación se puede expresar en la siguiente ecuación (no es matemática si no conceptual).

La figura 2.1, establece un pipeline o fases para obtener los objetivos planteados la cual en un diagnostico nos orienta donde concentrar nuestro esfuerzo, para luego analizar, cuantificar e implementar. Finalmente la fase III establece como implementaremos el mejoramiento en Mantenimiento Planta. Resumiendo es una metodología por fases para identificar y ejecutar la mejora continua.

## Fases para Realizar el Proceso de Mejoramiento en Mantenimiento



Figura N°2.1. FASES PARA REALIZAR EL PROCESO DE MEJORAMIENTO EN MANTENIMIENTO

(Amendola, 1997).

### 2.4. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

Mantenimiento no solo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones. Deberá coordinar además con recursos humanos, tener un plan de capacitación continua del personal ya que es importante mantener al personal actualizado.

### 2.4.1. FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO

Tal como encontramos hoy a las industrias, bajo una creciente presión de la competencia, estas se encuentran obligadas a alcanzar altos valores de producción con exigentes niveles de calidad cumpliendo con los plazos de entrega. Radica aquí justamente la importancia del mantenimiento.

La finalidad del mantenimiento entonces es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.

### 2.4.2. VARIABLES DEL MANTENIMIENTO

- **Confiabilidad:** Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un periodo determinado, bajo condiciones específicas.
- **Disponibilidad:** Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.
- **Mantenibilidad:** Es la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.
- **Calidad:** Se debe destacar el lugar primordial que ocupa la calidad. El mantenimiento debe tratar de evitar las fallas, re establecer el sistema lo más rápido posible, dejándolo en condiciones óptimas de operar a los niveles de producción y calidad exigida.

- **Seguridad:** Está referida al personal, instalaciones, equipos, sistemas y máquinas, no puede ni se debe dejar de lado, con miras a dar cumplimiento a demandas pactadas.
- **Costo:** Este debe ser siempre administrado buscando su optimización y reducción al mínimo posible sin afectar la calidad de los diseños, repuestos o reparaciones.
- **Plazo:** El tiempo de entrega y el cumplimiento de los plazos previstos son variables que tienen también su importancia, en el mantenimiento, el tiempo es un factor preeminente.

### 2.4.3. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Los objetivos del mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área. Estos objetivos serán los que mencionamos a continuación.

- **Máxima Producción:** Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la confiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos. Reparar las averías en el menor tiempo posible.
- **Mínimo Costo:** Reducir a su mínima expresión las fallas. Aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones. Manejo óptimo del stock. Manejarse dentro de los costos anuales regulares.
- **Calidad requerida:** Cuando se realizan las reparaciones en los equipos e instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida. Mantener el funcionamiento regular de la producción sin distorsiones. Eliminar las averías que afecten la calidad del producto.
- **Conservación de la Energía:** Conservar en buen estado las instalaciones auxiliares. Eliminar paros y puestas de marcha continuos.

Controlar el rendimiento de los equipos.

- **Conservación del medio ambiente:** Mantener las protecciones en aquellos equipos que pueden producir fugas contaminantes. Evitar averías en equipos e instalaciones correctoras de poluciones.
- **Higiene y Seguridad:** Mantener las protecciones de seguridad en los equipos para evitar accidentes. Adiestrar al personal sobre normas para evitar los accidentes. Asegurar que los equipos funcionen en forma adecuada.
- **Implicación del personal:** Obtener la participación del personal para poder implementar el TPM<sup>18</sup>. Implicar a los trabajadores en las técnicas de calidad.

#### **2.4.4. LAS FALLAS**

Toda instalación destinada a producir un bien o un servicio, debe ser mantenida en condiciones que le permitan seguir en funcionamiento, logrando un producto de determinada calidad y a un costo lo más bajo posible.

Quien se dedique al mantenimiento de cualquier tipo de instalación debe ofrecer la reparación de los desperfectos que surjan y las modificaciones necesarias para que estos no aparezcan.

Definimos falla como el deterioro o desperfecto en las instalaciones, máquinas o equipos que no permite su normal funcionamiento. Hay, entonces, distintos aspectos que una actividad productiva implica, permitiéndonos clasificar las fallas de la siguiente manera.

---

<sup>18</sup> Técnicas de Planeamiento del Mantenimiento.

- Fallas que afectan a la Producción
- Fallas que afectan a la Calidad del Producto
- Fallas que comprometen la Seguridad de las Personas
- Fallas que degradan el Ambiente

Las dos primeras afectan directamente al producto sea en su cantidad y/o calidad, las otras dos afectan al entorno.

La experiencia nos demuestra que no existen instalaciones, máquinas o equipos que estén libres de fallas a lo largo de su vida útil, y que con una adecuada gestión de mantenimiento es posible reducir a un mínimo los perjuicios que ocasiona algún desperfecto. En el concepto más amplio se debe tener en cuenta la falta de calidad del producto, la falta de seguridad, el mal aprovechamiento de la energía disponible y la contaminación ambiental.

Las instalaciones, máquinas o equipos son diseñados para alcanzar ciertos niveles de producción, y también deben entregar un producto con una calidad esperada. Cualquier circunstancia que haga descender el nivel de calidad debe ser considerada también una avería o falla.

## **2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO**

### **2.5.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

- **Mantenimiento Reactivo:** Este consiste en ir reparando las averías a medida que estas se van produciendo. El personal encargado de avisar las averías es el operador de las máquinas o equipos y el encargado de las reparaciones, es el personal de mantenimiento.

- **Mantenimiento Preventivo:** Es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones, periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previstos como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación continua.
- **Mantenimiento Predictivo:** Consiste en el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo antes de que este tenga consecuencias más graves. Una de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando.
- **Mantenimiento Proactivo:** Este tipo de mantenimiento analiza el tipo de falla y propone los mejoramientos necesarios, modifica los equipos derivados de los análisis de fallas<sup>19</sup>.

## 2.5.2. PRINCIPALES PROCESOS DE MANTENIMIENTO

### ➤ Desarrollo de Estrategias

La administración de la confiabilidad requiere del establecimiento de Estrategias de Mantenimiento de activos físicos, contra los cuales se mide el desempeño real para asegurar que los activos que están siendo mantenidos están alcanzando sus metas de desempeño esperadas:

---

<sup>19</sup> Tipo de Mantenimiento centrado en Confiabilidad Operacional.

- Elaborando planes y programas de mantenimiento (reparación, lubricación, cambio de componentes mayores y menores) e inspección de equipos en instalaciones industriales.
- Solucionando problemas recurrentes en los activos fijos que afectan los costos y la efectividad de las operaciones.
- Determinando tareas que permitan minimizar riesgos en los procesos, equipos e instalaciones, y medio ambiente.
- Estableciendo procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.
- Determinando el alcance y frecuencia óptima de paradas de plantas.

Las estrategias pueden ser desarrolladas usando análisis de mantenimiento centrado en la confiabilidad o, dependiendo de las circunstancias, en las recomendaciones del fabricante. Cualquiera sea el método empleado es indispensable tener un claro conocimiento de la planta y de la ingeniería del mantenimiento.

Para proporcionar una perspectiva adecuada de donde poner el esfuerzo adecuado al establecer las estrategias, se debe realizar una evaluación de la criticidad de la planta. Esto también es útil para la programación del trabajo y para la programación de los procesos de trabajo ya que puede impulsar el establecimiento de prioridades de trabajo.

Las estrategias, una vez establecidas, son representadas y administradas dentro de GSAP<sup>20</sup> a través de un Plan de Mantenimiento.

---

<sup>20</sup> Software implementado en BHP Billiton por el cual se gestiona sobre todos los Procesos de la Compañía.

## ➤ **Administración del Trabajo**

El proceso principal de la gestión del trabajo de mantenimiento incluye el proceso de negocios para manejar el flujo continuo del trabajo de mantenimiento.

Este proceso de negocios se basa hoy en el modelo R2R (***Road to Reality***) en que la Administración del Trabajo forma parte. Este modelo reemplaza el pipeline<sup>21</sup> que por mucho tiempo lideró la administración del trabajo de mantenimiento en BHP Base Metales, sin embargo R2R lo reemplaza en su forma pero no en su contenido, pues como se verá los conceptos de demanda, planificación, programación y ejecución y cierre de los trabajos no se pierden. Hoy estos procesos se interrelacionan con los otros dos procesos fundamentales como son Desarrollo de Estrategias y Mejoramiento de la Confiabilidad.

Sin embargo cabe señalar que se reconoce que la realidad de las distintas plantas es diferente, por lo tanto, este documento es una base, la cual puede ser adaptada a la realidad de cada planta.

## ➤ **Mejoramiento a la Confiabilidad de los Procesos**

Para realizar un mejoramiento de la confiabilidad de los procesos de mantenimiento, es indispensable que cada activo tenga una estrategia de mantenimiento desarrollada. En la medida que esta estrategia sea desplegada y utilizada se podrá realizar un proceso de mejoramiento continuo. Para iniciar este proceso se debe enfocar en:

---

<sup>21</sup> Modelo antiguo tipo cañería para administrar el trabajo en Mantenimiento.

- Información disponible para la toma de decisiones en los futuros mejoramientos
- Revisión de la efectividad de las estrategias de mantenimiento considerando el contexto operacional.
- Desempeño del activo, de acuerdo a su capacidad de diseño requerida por el proceso.
- Calidad de los procesos de mantenimiento y calidad con que las personas van a ejecutar las tareas de mantenimiento de los equipos.

Los procesos relacionados con la administración del mejoramiento de la confiabilidad que identifican, manejan y resuelven las oportunidades de mejora del activo permitirán producir en forma competitiva los servicios en el tiempo adecuado.

#### ➤ **Administración de los reparables**

A continuación se describen los elementos más importantes que son parte del proceso de administración de reparables:

- **Equipo o componente:** Es un elemento removible susceptible al mantenimiento.
- **Catalogados:** Un formato de solicitud de catalogo se procesa a través de SBS, dándole al ítem un número de material con el cual se mantiene la información sobre el ítem en SAP.
- **Nuevo Ítem:** Un componente reparable que se ha comprado para almacenar/usar.

- **Componente Dañado:** Un componente reparable que ha estado en servicio y requiere reparación fuera del sitio para que vuelva a estar en condiciones seguras y prácticas que permitan ponerlo en servicio de nuevo.
- **Componente Reparable:** Un equipo o componente que ha estado en servicio, que se ha definido como equipo que se enviara a reparación enviado fuera del sitio y que se ha reparado a un nivel en que se puede poner en servicio de nuevo desempeñándose de forma similar al nuevo reparable.

También es un equipo que puede ser reparado de forma económica fuera del sitio y para el cual se puede tener repuesto en el sitio.

- **Componente Dado de Baja:** Componente reparable con falla catastrófica que no es económicamente rentable su reparación, el cual deberá ser desactivado como activo fijo desde finanzas.
- **Servicio de Reparación:** Un trabajo desempeñado por un proveedor fuera del sitio como parte de una reparación autorizada.
- **Cotización de Reparación:** Un estimado por escrito del costo total de desarmar y reparar el componente reparable planificado/averiado a un nivel en el que sea seguro y práctico re-instalarlo en la planta/flota. La cotización debe incluir el tiempo estimado y el costo de las reparaciones (mano de obra, repuestos, trabajos adicionales e Insumos), detalles de cómo vuelve empacado y aparte, un valor para cubrir el costo de Desarme en caso que la Reparación sea costosa. La cotización debe incluir los costos de mano de obra, repuestos y subcontratistas, ya sea en combinación o por separado.

- **Aprobador:** Una persona con una posición que le permite autorizar Compras hasta un límite pre-establecido en su área de responsabilidad. Esto está gobernado por la Política de Contabilidad y Auditoría de BHP Billiton.
- **Proveedor:** Cualquier compañía o negocio que se encuentre en la Lista de Representantes de Fábrica de GSAP a quien se le compran los ítems reparables una vez se reciba la orden de compra aprobando la cotización del nuevo ítem.
- **Contacto Designado:** Una persona asociada con el uso/reparación del componente reparable, quien se comunicará con el representante de Fábrica/ Proveedor en relación a la cotización/compra. Esta persona se asegurará que el Controlador de Reparables tenga la documentación necesaria y los detalles para cotizar, comprar o chatarrizar<sup>22</sup> un componente reparable según sea el caso, y es responsable de garantizar que el ítem este catalogado o que cualquier cambio que se requiera hacer en el Maestro de Datos de Materiales, se comunique ya sea al Controlador de Reparables o al Analista de Inventario según el caso.
- **Planificador de Reparables:** La persona responsable de controlar inventarios, compras, despacho y gestión de ítems reparables en la Mina. Así mismo gestiona el reclamo de garantías y mantendrá los datos de garantías actualizados en el sistema GSAP.

---

<sup>22</sup> Activo que se pretende dar de baja y vender por chatarra.

- **Compra Aprobada:** Una compra la cual el planificador de reparables ha aprobado para proceder a crear una orden de compra cuando se requiera. Esta aprobación toma en consideración el costo y la duración de la reparación, como también la proporción del precio del nuevo componente reparable.
- **Orden de Compra:** Un documento autorizando el pago y la aceptación de la cotización para los ítems/servicios. Este documento será una orden de compra sub-contratada, una orden de compra directa o una orden de servicio.
- **Analista de Inventario:** La persona del proveedor/bodega responsable del mantenimiento del Maestro de Datos de Materiales.

Las alteraciones pueden incluir fabricante/proveedor, descripción, nivel de inventario, ubicación de almacenamiento, identificación obsoleta del ítem, cambios en el diseño, etc.

- **Bodega de componentes dañados:** Un área identificada por la bodega/proveedor como un área en donde los reparables son almacenados ya sea a largo plazo, para despachar, después de recibirse cuando llega de afuera o del departamento relevante. Estas áreas pueden estar dentro del patio/edificios de bodegas o estar ubicadas en otra parte del sitio, conocidas y accesibles por la bodega para propósitos de extraer inventario.

## 2.6. CONCEPTOS DE LA ESTRATEGIA INSTALADA EN MANTENIMIENTO

Nuestro mantenimiento ha pasado por varios procesos que tienen que ver la propia evolución o madurez de mantenimiento (Figura N°2.2). Un Equipo confiable y maduro tiene la capacidad de ser resiliente.

En cuanto a la estructura organizacional pasamos de ser una plana a otra piramidal, se vieron en esta última claras ventajas en donde se puede estructurar un orden y establecer roles y responsabilidades.

En lo que se refiere a nuestros procesos pasamos de tener un sistema estándar australiano basado en quince elementos abarcando todos los procesos y subprocesos del área a una transición basada en confiabilidad operacional apuntando al mantenimiento proactivo.



Figura N°2.2. ESTADOS EVOLUTIVOS DEL MANTENIMIENTO (Torres, 1995).

La confiabilidad se entiende como una probabilidad, sobre el tiempo de uso de un equipo o proceso en un periodo determinado. Se entiende también como el efecto de un error (falla), se verá reflejado en tiempo no disponible, es decir, a mayores interrupciones menos confiabilidad.

## **2.7. VENTAJAS Y OPORTUNIDADES DE LOS PROCESOS.**

### **2.7.1 VENTAJAS:**

En cuanto a las ventajas podemos mencionar lo siguiente:

#### **➤ Programación:**

- Se aplica un programa en base semanal, que contiene la disponibilidad de mano de obra, balance recursos y trabajos pendientes.
- Se realiza una reunión semanal de revisión, acuerdo y priorización de los eventos programados y no programados, entre todas las especialidades involucradas (equipo de trabajo) antes de publicar la programación definitiva, para permitir una completa preparación para el mantenimiento.
- Se selecciona los trabajos asignados a los programas semanales considerando las amplias prioridades de la planta, en coordinación con los programas de mantenimiento y producción.
- Se realiza monitoreo y medición formal del nivel de cumplimiento del trabajo total de mantenimiento preventivo y no programado, considerando ajustes de prioridades, niveles de recursos y revisiones de órdenes de trabajo, incluyendo recomendaciones de mejoramientos regulares.

- Se debe realizar el balance de recursos de los programas semanales de manutención, considerando mano de obra y recursos logísticos (esto es realizado actualmente en paradas de planta y equipos críticos).

### **2.7.2 OPORTUNIDADES:**

En cuanto a las oportunidades podemos mencionar lo siguiente:

#### **➤ Planificación:**

- Actualizar el plan matriz anual de mantenimiento que integre a todos los equipos críticos de la planta y que emita órdenes de trabajo, que se encuentren enlazadas con:
- Procedimientos de trabajo (PTS)<sup>23</sup> con instrucciones de seguridad y medioambiente, inspecciones previas, pautas de mantenimiento, instructivos de bloqueo, inspecciones de lubricación y Moncon<sup>24</sup>.
- Realizar una planificación de trabajo semanal de acuerdo al plan matriz de mantenimiento, incluyendo el 80% de las horas hombres disponibles para la realización de trabajos de mantenimiento planificado.

---

<sup>23</sup> Procedimientos de trabajo Seguro.

<sup>24</sup> Especialistas en monitoreo de condiciones de un activo determinado.

- Formalizar metas/estándares de trabajo planificado KPI's (indicadores de gestión):
  - Proporción 80-20.
  - % Trabajos de inspección realizados.
  - % Trabajo preventivo realizados.
  - % Trabajo correctivo y emergencias.
  - % Imprevistos y programados terminados
  - % Trabajos pendientes
  - % Trabajos reprogramados.
  
- Analizar, comparar (monitorear) con resultados obtenidos y documentar informaciones.
  
- Evaluar la función de planificación a través de monitoreos, considerar:
  - Duración y costo de OTs<sup>25</sup>. planificadas (programadas y no programadas), calidad de pautas en relación a: frecuencia, listado material y repuestos críticos asociados.
  - Realizar Mejoramientos, revisiones y usos de:
    - Ordenes de trabajo.
    - Pautas de mantenimiento,
    - APL/BOM<sup>26</sup>, (Listado de repuestos Críticos).

---

<sup>25</sup> Orden de trabajo que establece qué y de qué forma se hará un mantenimiento determinado.

<sup>26</sup> Listas de repuestos críticos ingresados en las hojas técnicas de los ítems mantenibles dentro de GSAP.

➤ **Término de Trabajo y Registros:**

- Crear un procedimiento de cierre de órdenes de trabajo, comunicado y controlado, que considere los elementos esenciales como: duración del trabajo y retrasos, observaciones de fallas, detalles técnicos al realizar el trabajo, partes reemplazadas o reparadas, sugerencias para un mejoramiento del método de trabajo o de partes necesarias, trabajo adicional observado.
- Información codificada relativa a: Retraso del Trabajo (tipo y duración), tipo de falla, causa de falla aparente, causa inicial de la falla, código completo/incompleto, fecha de completación, orden de trabajo similar o relacionada, debe ser completada por alguien responsable.
- Cerrar semanalmente como mínimo el 80% de las órdenes de trabajo y ajustar el programa de los próximos días incluyendo los trabajos pendientes.
- Para OTs. con fallas repetitivas o críticas (de alto impacto), instruir al personal para que registre y a la vez se genere en GSAP un historial de datos, que contenga: código de componente, síntoma de falla, tipo de falla, causa aparente, causa origen, fecha de detección, tiempo involucrado en la detención (MTTR)<sup>27</sup>.
- Monitorear la capacidad de estimación de las horas-hombre y duración de cada trabajo y actualizar los estándares inicialmente establecidos
- Rescatar las debilidades encontradas en el desarrollo del trabajo e implementar las mejoras para facilitar las tareas de mantenimiento.

---

<sup>27</sup> Tiempo medio para reparar una avería o falla.

## 2.8. HERRAMIENTAS TECNICAS Y GESTION DEL MANTENIMIENTO

Como ya fue enunciado las herramientas técnicas están focalizadas hoy en día en la confiabilidad operacional y las de gestión basada en la política y objetivos estratégicos de Spence. Es así como se establece que si tenemos liderazgo, disciplina y métricas de desempeño llegaremos a la excelencia. (Ver figura 2.3).



Figura N°2.3. CIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (Amendola, 1997).

## 2.8.1 GESTION DE CALIDAD Y ESTRATEGIAS EN MANTENIMIENTO

Los Conceptos de Calidad más importantes son:

- En términos comerciales, hablamos de calidad cuando un producto o servicio cumple sus ofrecimientos y satisface las necesidades de un cliente en todos sus requisitos y algo más.
- Calidad de un proceso que incluye:
  - Calidad de Materiales (materiales, aptitudes, planeación, previsión)
  - Calidad de actividad (procedimiento, actitud, habilidad)
  - Calidad de salida (productos y servicios de cero defectos).
- Calidad es desarrollar, diseñar y producir un producto o servicio que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el cliente.
- Calidad, por lo tanto, es más una orientación hacia el consumidor que hacia el que produce o sirve, es pensar desde el punto de vista del cliente, pero también considerando el tiempo y el esfuerzo del proveedor.

Podemos concluir afirmando que la mejora de calidad se logra haciendo las cosas bien desde la primera vez, ejemplo: invitar a una persona interesada a ser consultora, preparar concienzudamente una clase, etc.; pero sobre todo se consigue entendiendo con claridad los requisitos que demanda el cliente de nuestro producto o servicio. Si quisiéramos llevar a la práctica esta conclusión debemos centrar la atención en tres tareas principales:

- Establecer los requisitos que debemos cumplir.
- Contar con los medios necesarios para poder cumplir con los requisitos fijados.
- Estimular y ayudarnos mutuamente a dar cumplimiento a los requisitos fijados.

Esto se relaciona directamente con Mantenimiento aportando disponibilidad de los activos y confiabilidad en los Procesos de la Compañía.

Los medios necesarios estarán basados en una estrategia que logre satisfacer los puntos anteriores y el liderazgo con disciplina nos ayudaran en el mutuo cumplimiento de nuestros objetivos.

## **2.9. FLEXIBILIDAD Y RESILENCIA**

Con la puesta en marcha de su nuevo Modelo Operacional, BHP Billiton ha iniciado un camino de cambios globales, tendientes a simplificar y estandarizar sus estructuras y procesos.

Para el cumplimiento de esta meta, ha puesto a disposición de sus operaciones el proyecto 1SAP, cuyo principal objetivo es generar una plataforma única, que integre datos y métricas comunes para toda la organización. Con ello, aspiramos a optimizar nuestros procesos sobre la base de una mayor consistencia y transparencia en el manejo de la información y, por supuesto, en nuestra manera de trabajar.

Debemos comprender que 1SAP no es un sistema o aplicación de tecnología informática, sino la transformación total del negocio, de cómo lo entendemos y cómo lo operamos.

En tal perspectiva, la **disciplina operacional**, entendida como rigurosidad en el actuar, es clave. Este concepto es uno de los principios clave del proyecto 1SAP. Esto quiere decir que los procesos y sistemas se han diseñado y configurado para ser aplicados de manera disciplinada, de acuerdo a lo establecido. En palabras simples, si seguimos los procesos de manera sistemática, coherente y de la forma en que están diseñados, obtendremos resultados predecibles y consistentes.

El modelo de Liderazgo de BHP será clave para el logro de este concepto. Además se debe aplicar este liderazgo atendiendo los valores de la compañía, que son los siguientes:

- **Seguridad y Medio Ambiente:** Compromiso superior con la salud, seguridad, responsabilidad Medioambiental y desarrollo sustentable.
- **Integridad:** Hacer lo que decimos que decimos que vamos hacer.
- **Alto Desempeño:** Entusiasmo y satisfacción de lograr resultados superiores en los negocios y extender nuestras capacidades.
- **Relaciones de beneficio mutuo:** Tener relaciones centradas en la creación de valor para todas las partes.
- **Coraje para liderar el Cambio:** Aceptar la responsabilidad de inspirar y provocar un cambio positivo frente a la adversidad.
- **Respeto de los unos por los otros:** Valorar la diversidad, enriquecida al ser abiertos, al compartir, al otorgar confianza, al trabajar en equipo e involucrarse.

## CAPITULO III: DIAGNÓSTICO Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Los Procesos de Mantenimiento son complejos y difíciles de relacionar entre sí y con sus *stakeholders*. Por esto, es imprescindible mejorarlos en este punto de nuestra operación, ya que en mantenimiento se puede producir una curva de inflexión positiva o negativa que marca el destino de los resultados del negocio, debido a que estamos a mitad de camino del ciclo de vida útil de nuestros equipos críticos.

Por otra parte nuestro negocio está entendiendo que mantenimiento lo afecta fuertemente a la hora de revisar el impacto negativo que puede generar por no tener el mismo peso a la hora de tomar decisiones, que involucren nuestro negocio financieramente.

Nuestra organización lo ve como una oportunidad (Riesgo Positivo) en donde claramente es necesario intervenir y tomar un mayor control y protagonismo. Esto ayuda mucho a la hora de redefinir una gestión de mantenimiento con énfasis en la calidad debido a que es un momento oportuno para generar los cambios necesarios amparados por nuestra estrategia (RACI)<sup>28</sup>. Nuestra mirada simple, eficaz y estandarizada de cómo haremos las cosas (1SAP) y nuestro cambio organizacional principalmente apuntando a nuestra estructura para poder generar desde allí nuestra estrategia (GLD001).

---

<sup>28</sup> Modelo de responsabilidades implementado en Pampa Norte.

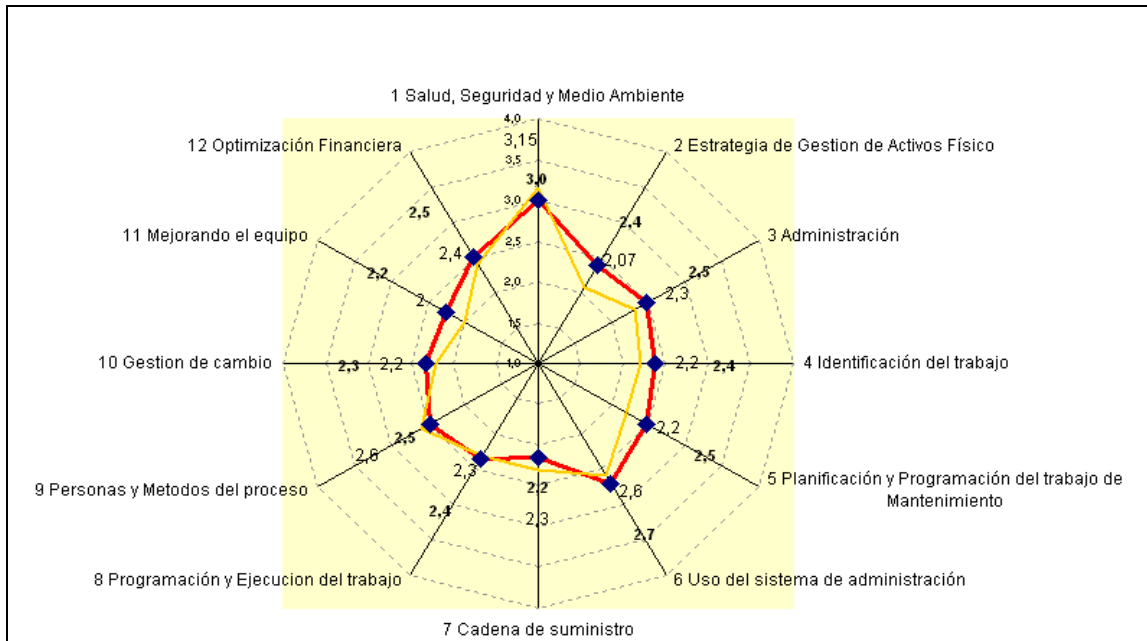
### **3.2. GESTIÓN DE LA CALIDAD DE MANTENIMIENTO**

La gestión de la calidad incluye los procesos y actividades de la organización ejecutante que determinan responsabilidades, objetivos y políticas de la calidad con la finalidad que satisfagan las necesidades por las cuales fue emprendido el Proyecto.

Aprovecharemos que nuestra organización tiene un nivel de madurez entre 2 y 3, de acuerdo a la figura 2.2 esto significa que estamos evolucionando de una organización Planificada a una generación Proactiva ya que se utilizan estándares y metodologías, pero además estos nuevos proyectos están declarados como soporte de la estrategia del negocio para homologar, usando la base que nos entrega el PMBOK y entendiendo que debemos adecuarlo a nuestra organización para poder focalizarnos en resolver la oportunidad de satisfacer la necesidad principal que se refiere a la Confiabilidad del Mantenimiento.

En estricto rigor podemos visualizar en la Figura N°3.1 que hace alusión al diagnóstico de mantenimiento en donde nos indica que nuestras mayores debilidades están en Planificación y el Término de Trabajos y Registros, por supuesto que para ello es necesario mirar el principal input hacia Planificación, es decir la Confiabilidad.

Siempre se indica que lo que no se puede medir, no se puede gestionar sobre él, o bien siendo más específico no se pueden tomar buenas decisiones por lo que nuevamente se hace un diagnóstico en mantenimiento tomando como herramienta una homologación a la gestión de la calidad indicada en el PMBOK, apuntando a la supervisión de mayor experiencia, aquella que ha aprendido a través de sus propios errores.



**Figura N°3.1. DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO PLANTA (Peters, 2010)**

### 3.3. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO

El principal desafío consiste en establecer una estrategia que permita asegurar, con un soporte adecuado la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para mantener la sustentabilidad del negocio.

La problemática a resolver tiene que ver con evaluar en base a qué estrategia, Mantenimiento Planta asegurará los programas de producción comprometidos, donde se hace necesario establecer con cuánta y con qué gente se pretende lograr, así como también, cómo se establecerá un modelo de trabajo de los procesos internos y que rodean a mantenimiento.

De acuerdo a la Figura N°3.1 este **benchmarking**<sup>29</sup> con otras empresas del rubro, muestra que las principales debilidades dentro de los procesos de mantenimiento están focalizadas en la Planificación y la Calidad de la Ejecución del Mantenimiento. Una vez identificado que existe un problema de dirección en la Gestión del Trabajo se aplica ahora metodología PMI.

### 3.3.1. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN MANTENIMIENTO PLANTA

#### ➤ Descripción del Problema

El Área de Procesos en Minera Spence representa un cincuenta y siete por ciento (57%) de incidencia sobre los costos totales de toda la faena por lo que se entiende que representa un área de importancia relevante a la hora de tomar decisiones que involucran al negocio.

Fuertemente ligado a Operaciones se encuentra el proceso de Mantenimiento en donde su principal valor es entregar la disponibilidad física requerida para poder cumplir con los **Budget** de Producción comprometidos. Éstos, pasan a formar uno de los procesos primordiales para la sustentabilidad del negocio, así como también la rentabilidad de este.

Resumiendo, las decisiones que se toman en mantenimiento afectan fuertemente en el EBIT, luego se traduce en la confiabilidad para la operación de la planta por tratarse de procesos críticos.

---

<sup>29</sup> Mejores prácticas entre varias Compañías.

Mantenimiento Planta está compuesto por 107 personas, 82 Técnicos de distintos niveles, 24 Supervisores y un Ejecutivo (ver organigrama en Figura 3.2). Tomando estas consideraciones se diagnostican las condiciones de trabajo actuales y se espera a partir de estos comenzar a visualizar las mejoras necesarias para dar cumplimiento a los distintos procesos que se viven a corto, mediano y largo plazo en los diferentes procesos interrelacionadas.

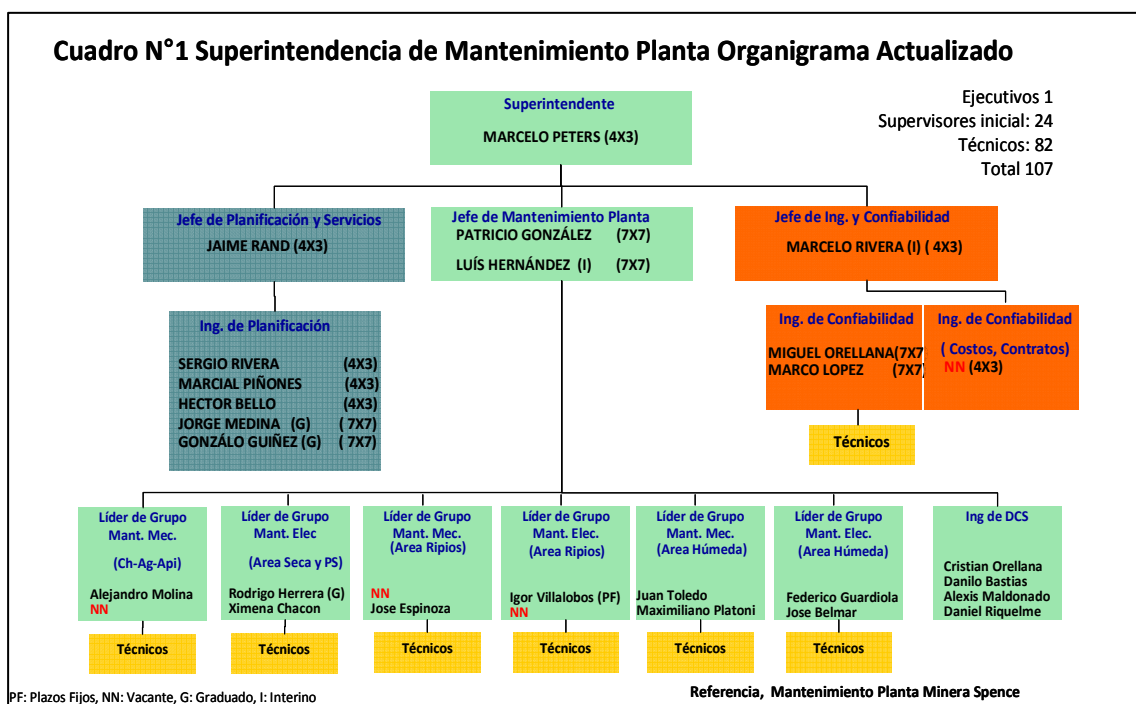


Figura N°3.2. ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO PLANTA (Peters, 2010).

Los principales procesos están constituidos por los de: Confiabilidad, Planificación y Ejecución con sus respectivos procesos internos y externos. Este Equipo de trabajo atiende las áreas de Chancado, Rípios y área Húmeda (Figura N°3.3.).



**Figura N°3.3. AREA DE CHANCADO (Informe Sustentabilidad Minera Spence, 2006).**

### **3.3.2. ANALISIS DE LOS OBJETIVOS DE LA COMPAÑÍA**

El objetivo del plan estratégico de Minera Spence es extender la base productiva y maximizar la producción, con el foco en el control de costos y procesos críticos.

En lo que respecta a Cero Daño se busca mantener libre de fatalidades, reducir los incidentes, eliminar la exposición ocupacional, y lograr un desempeño ambiental y comunitario de excelencia.

En síntesis, la política de Desarrollo Sustentable de BHP Billiton es el eje de su gestión en seguridad, salud, medio ambiente y comunidades, para contribuir con beneficios duraderos para aquellos con los que nos relacionamos.

### 3.3.3. ANALISIS DE LOS OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO PLANTA

#### ➤ Personas (Flexibilidad)

En cuanto al personal existente primero que nada se establece un **Budget** vs. **Forecast**<sup>30</sup> en base a esto podemos concluir lo siguiente: la supervisión tiene un **Forecast** de 24 personas, faltando por cubrir 3 vacantes vs. **Budget** de 27 personas aprobados por Recursos Humanos. Por otro lado será necesario evaluar de acuerdo a esto la posibilidad de incorporar más supervisión en las áreas de Planificación y Confiabilidad. Así como reponer las tres plazas faltantes en el área de Ejecución. Falta también revisar las descripciones de cargo, roles y responsabilidades ya que no están perfectamente acotadas, así como también hacer o fabricar su plan de desarrollo de carrera PDI<sup>31</sup>.

En cuanto a los técnicos se tiene un **Forecast** de 82 vs. **Budget** de 86 técnicos, faltando además de llenar 6 plazas para completar la dotación actual. Es necesario además hacer una descripción de cargos, revisar escalas salariales y también establecer un plan de desarrollo de carrera RDI<sup>32</sup>. El Objetivo que persigue esta alternativa es recuperar de esta forma la motivación de nuestro personal.

---

<sup>30</sup> Comprometido real dentro de presupuesto.

<sup>31</sup> Plan de desarrollo profesional para la Supervisión de Minera Spence.

<sup>32</sup> Plan de desarrollo de carrera para los técnicos de Minera Spence.

➤ **HSEC (Seguridad, Salud, Ambiente y Comunidad)**

Si bien es cierto BHP tiene uno de los estándares más altos a nivel mundial (Estándares Australianos), existe un choque cultural ya que las herramientas utilizadas no se acostumbran a usar en nuestro país por lo que se hace compleja la incorporación de la cultura cero daño.

Es necesario establecer un programa de desarrollo de competencias blandas y duras que ayuden a crear conciencia y tener una visión más aguda de la identificación de los riesgos en terreno y como eliminarlos o mitigarlos. Por otra parte la supervisión debe adquirir mayores competencias de liderazgo en este tema para poder influir en forma pedagógica sobre el personal que está a su cargo. El Objetivo es Liderar la Seguridad y no sólo Gestionarla.

➤ **Producción (Cumplimiento)**

Es necesario establecer cuadros de control y **kpi's** cualitativos y cuantitativos que nos lleven a los logros de los objetivos generales de la organización, así como los que competen a las especialidades en todas las áreas, estableciendo estrategias que permitan cumplir dichos objetivos en las áreas seca, ripios y húmeda.

Se hace necesario revisar las estrategias de mantenimiento y que estas sean específicas y se acomoden a las operaciones de cada área y a su vez entre ellas tengan un nexo en común. El Objetivo es obtener disciplina operacional, simple pero eficaz con foco en los pocos críticos.

## ➤ **Costos**

Es necesario llevar un sistema de control del costo y control del gasto en mantenimiento, también se deben conocer los principales puntos que concentran el mayor gasto para poder cumplir con 0,45 centavos de dólar<sup>33</sup> comprometidos como Gerencia de Procesos.

Se deben analizar principalmente los contratos permanentes estableciendo estrategias que los permita optimizar o ahorrar costos innecesarios o bien establecer nuevas alianzas.

También se deben revisar los contratos de servicios y al llamado para evaluar las posibilidades de mejoras o integración en otros contratos y así reducir en general la cantidad de contratos en Mantenimiento Planta.

## ➤ **Crecimiento y Calidad de Mantenimiento**

Esta área debe desarrollarse a través del proceso de Confiabilidad planteando una estrategia que cubra todos los procesos de mantenimiento y sus respectivos **stakeholder**, así también, debe analizar todos los puntos donde sea posible trabajar sobre el mantenimiento no programado, erradicar fallas ubicando las causas raíces y aumentar la calidad, productividad y vida útil de los equipos para llegar a su máximo rendimiento de acuerdo a diseño.

---

<sup>33</sup> Costo comprometido de la Gerencia mensual.

### 3.4. REGISTRO DE INTERESADOS

Consiste en identificar las áreas impactadas y en documentar la información relevante de acorde a sus intereses, participación e impacto.

El objetivo de esta etapa es determinar los grupos de interés dentro y fuera del área de ingeniería del mantenimiento que son impactadas con el acuerdo de servicio e identificar sus distintos niveles de relación.

➤ **Tipos de niveles:**

**Nivel de Poder:** es el nivel de influencia que tiene el grupo dentro de la organización.

**Nivel de Interés:** es el nivel de información que requiere el grupo dentro de la organización.

**Nivel de Dinamismo:** es el nivel de ejecución del grupo de las tareas dentro de la organización.

**Nivel de Legitimidad:** es el nivel de aprobación de políticas o documentación de la organización.

**Nivel de Urgencia:** es el nivel de expectativas, considerando el tiempo y la criticidad.

### ➤ RESULTADO ESPERADO

Matriz de grupos impactados versus los diferentes niveles de relaciones con el área de ingeniería de mantenimiento. Ver Figura 3.4.

Grupos Interesados	Nivel de Poder	Nivel de Interés	Nivel de Dinamismo	Nivel de Legitimidad	Nivel de Urgencia
Gerentes de Producción ( GDP )	A	C	C	A	A
Gerente de Mantenimiento ( GDM )	A	C	C	A	A
Gerente de Ingeniería ( GDI )	A	C	C	A	A
Superintendente Producción ( SP )	B	A	C	A	B
Superintendente Mantenimiento ( SM )	B	A	C	B	B
Superintendente Ingeniería ( SI )	B	A	B	B	B
Jefe de Planificación ( SP )	C	B	B	B	C
Jefe de Mantenimiento ( JM )	C	B	A	C	C
Jefe de Confiabilidad ( JC )	C	B	A	C	C
Jefe de Operación	C	B	A	C	C
Ingeniero de Confiabilidad	C	B	A	C	C
Líderes de área	C	B	A	C	C
Técnicos	C	B	A	C	C
Monitoreo de Condición	C	B	A	C	C
Operadores	C	B	A	C	C

A: Alto  
B: Medio  
C: Bajo

Figura N°3.4. MATRIZ DE INTERESADOS (Peters, 2010).

### ➤ VERIFICACIÓN

Desarrollo de estrategias puntuales para cada uno de los grupos impactados que mantendrán una relación sana entre las partes.

## 3.5. GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

Consiste en determinar las necesidades de información de los interesados en base al Acuerdo de Servicios para definir cómo abordar las comunicaciones. El proceso responde a las necesidades de información y comunicación de los

interesados.

El objetivo general de este proceso es planificar las comunicaciones para determinar las necesidades de información de los interesados, en relación a los acuerdos tomados en este documento, de esta manera definir cómo abordar las comunicaciones.

### ➤ RESULTADO ESPERADO

El Flujo de comunicación entre las personas y grupos impactados se presenta en la Figura 3.5.

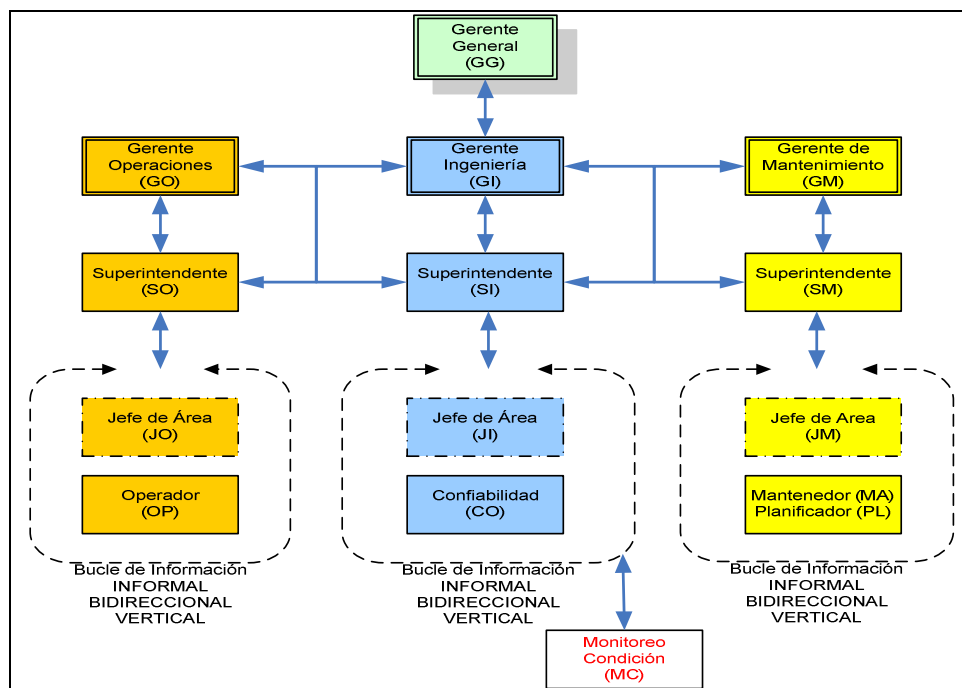


Figura N°3.5. GESTION DE COMUNICACIONES (Peters, 2010).

## ➤ INFORMACIÓN RELEVANTE

Se define una tabla (Figura 3.6) con los entregables desde y hacia el área de ingeniería del mantenimiento, entendiendo que hay responsables y medios de comunicación basados en los roles desempeñados y el organigrama de Spence.

Entregable	¿Qué...?	¿Quién...?	¿A quién...?	¿Cómo...?	¿Cuándo...?	¿Con copia a...?	¿Por qué...?
Informe de Confiabilidad	Reporte de indicadores de confiabilidad	Jefe de Confiabilidad	Jefe de Mantenición Jefe de Producción	email	Todos los lunes	Planificadores Lideres	Registrar tendencias y resultados de los impactos de nuestras gestiones
Priorización de criticidades	Reporte de equipos en condición crítica.	Jefe de Confiabilidad	Jefe de Mantenición Jefe de Producción	email	Todos los lunes	Planificadores Lideres	Para atacar la línea crítica y monitorear nuestra estrategia de mantenimiento
Informe de Costos	Reporte del costo real versus el budget	Jefe de Confiabilidad	Jefe de Mantenición Jefe de Producción	email	Todos los lunes	Planificadores Lideres	Cumplir con el Budget y visualizar desviaciones de costo importantes.
Informe de Monitoreo de Condición	Reporte de condición de los equipos dentro de la línea crítica	Monitoreo de Condición	Jefe de Confiabilidad	email	Todos los lunes	Confiabilidad	Determinar condiciones críticas y seguimiento de equipos mediante técnicas específicas.
Proyectos de Mejora	Estudio de mejoras para el aumento de la confiabilidad de equipos	Jefe de Confiabilidad	Jefe de Mantenición Jefe de Producción	email	Todos los lunes	Superintendentes Jefes de Área ing. confiabilidad	Establecer y documentar los proyectos de mejora en función de cuidar nuestros activos.
Planificación Semanal	Carta garntt con la planificación semanal de mantención	Planificador	Jefe de Mantenición Jefe de Producción	email	Todos los lunes	Planificadores Lideres de operación	Para validar la programación, verificando la incorporación los componentes críticos
Planificación Trimestral	Carta garntt con la planificación trimestral de mantención	Planificador	Jefe de Confiabilidad	e-mail y Reunión	Revisión todos los meses	Superintendentes Jefes de Área ing. confiabilidad	Apoyar en la estrategia del mantenimiento preventivo enfocando los recursos y priorizando.
Planificación Anual	Carta garntt con la planificación anual de mantención	Jefe de Planificación	Jefe de Confiabilidad	e-mail y Reunión	Revisión todos los meses	TODOS	Parte de la estrategia de mantenimiento se ve reflejado en la generación de la planificación anual
Informes de Fallas	Reporte con las fallas que significaron más de 3 horas de detención	Mantenedores	Jefe de Confiabilidad	email	Cada vez que exista una detención > 3 horas	Planificadores Lideres	Base para efectuar una análisis de causa raíz de las fallas.
Informe de cumplimiento de programa	Reporte que indica el % de cumplimiento del programa de mantención.	Planificador	Jefe de Confiabilidad	email	Todos los lunes	Planificadores Lideres	Parte de l monitoreo del backlog y de la confiabilidad operacional

Figura N°3.6. ENTREGABLES DEL ACUERDO DE SERVICIOS ENTRE ÁREAS (Peters, 2010).

➤ **ROLES Y RESPONSABILIDADES**

<b>Rol</b>	<b>Responsabilidad</b>
Especialistas de Confiabilidad	Establecer las estrategias de mantenimiento de los equipos y la confiabilidad de los procesos de mantenimiento de los activos físicos o en el Cómo Mejorar
Planificadores de Mantenimiento	Establecer qué se debe realizar, incluyendo un Listado de Tareas (Hojas de Ruta) de mantenimiento y planes en GSAP, lo que representa la estrategia del mantenimiento
Programadores del Mantenimiento o asistentes de Planificación	Establecer cuándo se debe programar el trabajo para el mantenimiento y las reparaciones de los activos físicos, incluyendo el trabajo resultante de las estrategias de mantenimiento de los equipos y cuando hacerlo.
Ejecutores del Mantenimiento	Hacer lo correcto en forma correcta, regidos en forma disciplinada por un plan de mantenimiento debidamente desarrollado por el área competente. El concepto de calidad debe ser integrado y controlado en todo momento por el ejecutor.
Operadores Planta o Mina	Operar a máxima capacidad en el tiempo disponible que tengan para usar el activo, sin sobrepasar límites de diseño. Respetando en todo momento las indicaciones o sugerencias hechas por los especialistas.

Figura N°3.7. ROLES Y RESPONSABILIDADES ( 1SAP Minera Spence, 2010).

- Matriz RACI. Ver Anexo 1 Matriz RACI.

### 3.6. EQUIPOS CRÍTICOS

Por otro lado, consiste en determinar y evaluar la criticidad de los equipos críticos de acuerdo a la pérdida de producción en caso de falla. De esta manera se establece una matriz de asignación de la criticidad.

En la figura 3.8 se indica el nivel de criticidad de los equipos en el proceso de mantenimiento.

El objetivo general es determinar la criticidad de los equipos o sistemas en la línea de producción y estimar su pérdida de producción en caso de presentar una falla.

Nivel de criticidad	Descripción
1	<i>Afecta entre 50% a 100% la línea de producción</i>
2	<i>Afecta entre 25% a 49% la línea de producción</i>
3	<i>Afecta a lo mas en 24% la línea de Producción</i>
4	<i>Sin asignación</i>

Figura N°3.8. CRITERIO DE CRITICIDADES PARA EVALUACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS (Moubray, 2000).

### ➤ RESULTADO ESPERADO

Matriz con la cantidad de materiales en cada una de las criticidades (ver Figura 3.9). A partir de este levantamiento es comunicar y asegurar la confiabilidad de estos equipos y sistemas.

Nivel	AREA
Criticidad 1	MINA
	PLANTA
Criticidad 2	MINA
	PLANTA
Criticidad 3	MINA
	PLANTA

Figura N°3.9. NIVEL DE CRITICIDADES DE LOS ACTIVOS FÍSICOS (Peters, 2010)

### ➤ VERIFICACIÓN

Tabla con los componentes críticos de la planta y mina con sus respectivos niveles de criticidad, cada nivel con una estrategia distinta de confiabilidad.

## 3.7. IDENTIFICAR RIESGOS

Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que se pueden descubrir nuevos riesgos o estos pueden evolucionar a medida a que se avance en el ciclo de vida de los activos en los procesos de la organización.

El objetivo de este elemento es establecer criterios para la gestión del riesgo con las técnicas de matriz de Riesgo y el análisis FODA extendido.

➤ **RESULTADO ESPERADO** , Análisis Cuantitativo

Ámbito	Clasificación	Descripción
Seguridad	1	Riesgo insignificante de lesiones al personal
	2	Riesgo menor de lesiones al personal
	3	Riesgo mediano de lesiones al personal
	4	Alto riesgo de lesiones - personas protegidas
	5	Alto riesgo de lesiones - mucha gente en el área
Requerimientos Legales	1	No existe riesgo legal
	2	Sólo riesgos menores
	3	Riesgos de la falla, pérdida de la buena imagen en la comunidad
	4	Riesgos de procesamiento por falla
	5	Falla, riesgo de pérdida de la licencia para operar
Producción	1	Sin pérdida de producción y sin aumento del riesgo
	2	Pérdidas menores de productos no preferenciales o subproductos
	3	Pérdida de seguridad en la producción de productos preferenciales
	4	Pérdida mediana de productos
	5	Pérdida importante de producto preferencial
Costo de Reemplazo	1	Costos mínimos de reemplazo si ocurre la falla
	2	Bajos costos de reemplazo si ocurre la falla
	3	Costos moderados de reemplazo si ocurre la falla

	4	Altos costos de reemplazo si ocurre la falla
	5	Ocurren costos mayores de trabajo

**Figura N°3.10. CLASIFICACIÓN DE CRITICIDADES DE LOS ACTIVOS (Amendola, 1997).**

La criticidad se calcula conociendo el contexto operacional de los equipos y reconociendo el impacto de una falla total de estos equipos desde la perspectiva de los riesgos de seguridad, ambientales y comerciales.

Los criterios listados en la sección anterior deben ser relacionados en una ecuación matemática (severidad, ver figura 3.11; exposición, ver figura 3.12 y probabilidad, ver figura 3.13), que genere puntuación para cada elemento evaluado.

La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permitirá nivelar y homologar criterios para establecer prioridades y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

<b>Factor de severidad ( S )</b>		
<b>Clasificación</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Factor severidad</b>
1	>US\$ 10M	100
2	US\$1M - US\$10M	30
3	US\$100.000 - US\$1M	10
4	US\$10.000 - US\$100.000	3
5	< US\$ 10.000	1

**Figura N°3.11. FACTOR DE SEVERIDADES DEL ACTIVO (Evaluación de Riesgos Minera Spence)**

<b>Factor de exposición ( E )</b>		
<b>Exposición</b>	<b>Descripción</b>	<b>Factor severidad</b>
Continua	Ocurre en todo momento	10
Frecuente	Una vez al mes mas o menos aparece	3
Ocasional	Una o dos veces al año	1

inusual	Una o dos veces cada 10 años	0.3
Lejana	Una vez cada 100 años	0.1

Figura N°3.12. FACTOR DE EXPOSICIONES DEL ACTIVO (Evaluación de Riesgos Minera Spence)

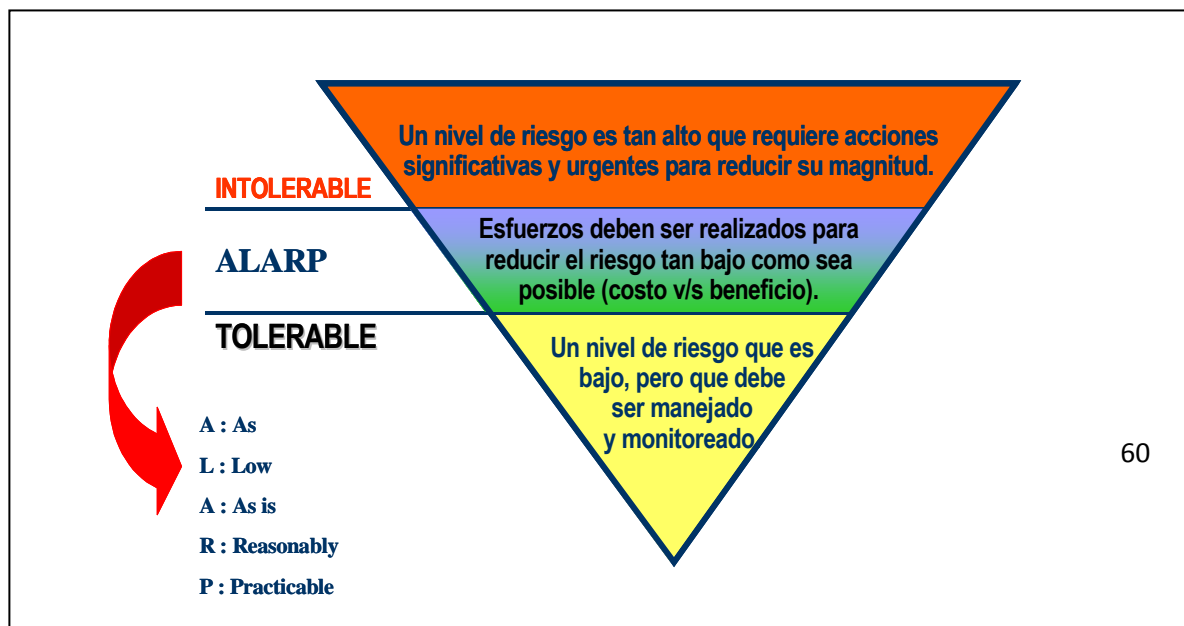
Factor de Probabilidad ( P )		
Probabilidad	Descripción	Factor severidad
Casi seguro	Altamente probable que falle y dificultad para manejar la falla	10
Probable	Probabilidad de que falle pero puede ser monitoreada	3
Posible	Riesgo de falla pero manejable	1
Improbable	Bajo riesgo de falla	0.3
Raro	Muy bajo riesgo de falla	0.1

Figura N°3.13. FACTOR DE PROBABILIDADES DEL ACTIVO (Evaluación de Riesgos Minera Spence)

- **Construcción de la matriz de riesgo**

Se construye la matriz de riesgo a partir de una ecuación que implica el factor de severidad (S), el factor de exposición (E) y el factor de probabilidad (P):

$$R = S \times E \times P$$



**Figura N°3.14. NIVELES DE RIESGO Y CATALOGACIONES DEL RIESGO.(Gestión HSE).**

Prioridad	Clasificación del riesgo		Acción sugerida	Tiempo sugerido	Autoridad para tolerancia
1	Mayor a 300	INTOLERABLE	Detención hasta que el riesgo residual esté reducido 300 o menos a menos que la exposición sea autorizada como se indica.	Inmediata	Presidente y Junta Directiva de BHPBILLITON
2	91 – 300	ALARP	Tomar acción para reducir riesgo residual a 90 o menos.	Corto plazo, normalmente dentro de 1 mes.	Presidente CSG
3	31 – 90	ALARP	Planificar tratamiento de acuerdo al plan de negocios. Normalmente dentro de 3 meses.	Mediano plazo. Normalmente dentro de 3 mes.	Informes directos al Gerente
4	11 – 30	ALARP	Planificar de acuerdo a las demás prioridades.	Cuando hay tiempo. Normalmente dentro de 1 año.	Informes directos a Superintendente
5	10 o inferior	TOLERABLE	Baja prioridad. Requerirá aún de atención	Control continuo como parte de un sistema de administración.	Informes directos a Jefe de área

**Figura N°3.15. CRITERIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO CUALITATIVO (Gestión de Riesgos Spence, 2005)**

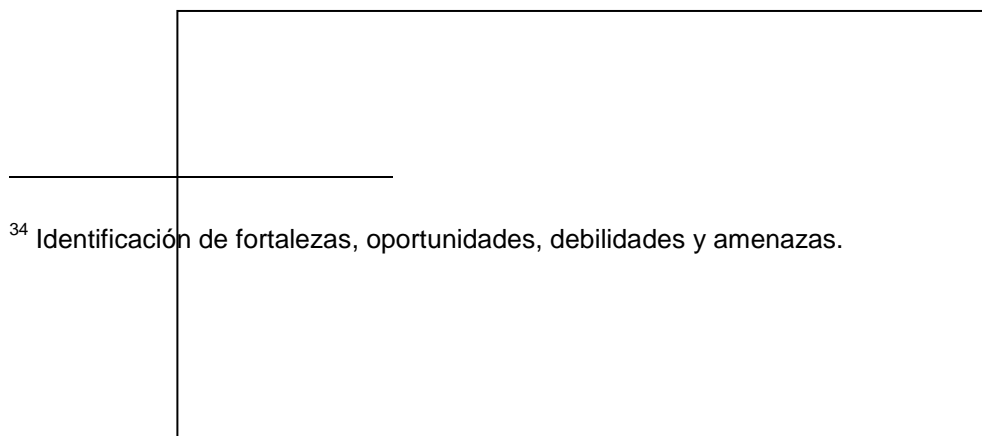
Las Figuras 3.14 y 3.15, nos ayudan a establecer un criterio de evaluación para poder clasificar los riesgos y establecer planes de seguimiento y control a nuestra línea ejecutiva.

### ➤ **METODOLOGÍA FODA EXTENDIDO**

La Método básica del análisis FODA<sup>34</sup> es identificar las Debilidades, Oportunidades, Peligros y Potencialidades, que son fundamentales para visualizar panoramas de cualquier ámbito, cobertura y situación, aplicable a cualquier tipo de organización.

Las fortalezas deben aumentarse, las debilidades deben aprovecharse, las debilidades disminuir y por último las amenazas se deben neutralizar.

En una análisis FODA extendido se incorpora el concepto de estrategias ya sea defensivas (amenazas y debilidades) Ofensivas (Fortalezas y oportunidades), estrategias de sobre-vivencia (debilidades y amenazas) y estrategia de orientación (debilidades y oportunidades). Ver Figura 3.16.



<sup>34</sup> Identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

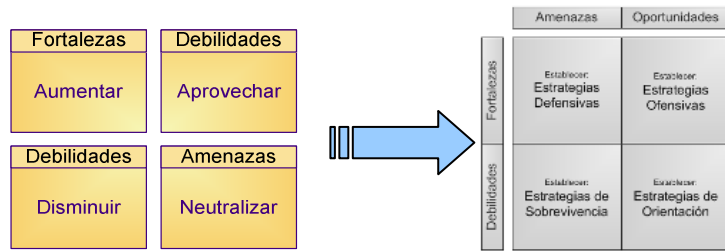


Figura N°3.16. CONSTRUCCIÓN DE UN FODA EXTENDIDO (Rodríguez, 1995).

Se enuncian 5 estrategias por cada cuadrante:

- Estratégias Ofensivas: E1/ E5
- Estratégias de Orientación: E6 /E10
- Estratégias Defensivas: E11/ E15
- Estrategía de Sobre-vivencia: E16/ E20

Lo anterior determina una matriz de análisis (FODA extendido) que deja plasmada las estrategias para cada uno de los cuadrantes, como se indica a continuación en la Figura 3.17:

MATRIZ DE ANÁLISIS FODA											
DAFO	DEBILIDADES					FORTALEZAS					
		D1	D2	D3	D4	D5	F1	F2	F3	F4	F5
AMENAZAS	A1	E16					E11				
	A2		E17					E12			
	A3			E18					E13		
	A4				E19					E14	
	A5	SOBREVIVENCIA				E20	DEFENSIVAS				E15
OPORTUNIDADES	O1	E6					E1				
	O2		E7					E2			
	O3			E8					E3		
	O4				E9					E4	
	O5	ORIENTACIÓN				E10	OFENSIVAS				E5

Figura N°3.17. MATRIZ FODA EXTENDIDO (Peters, 2009)

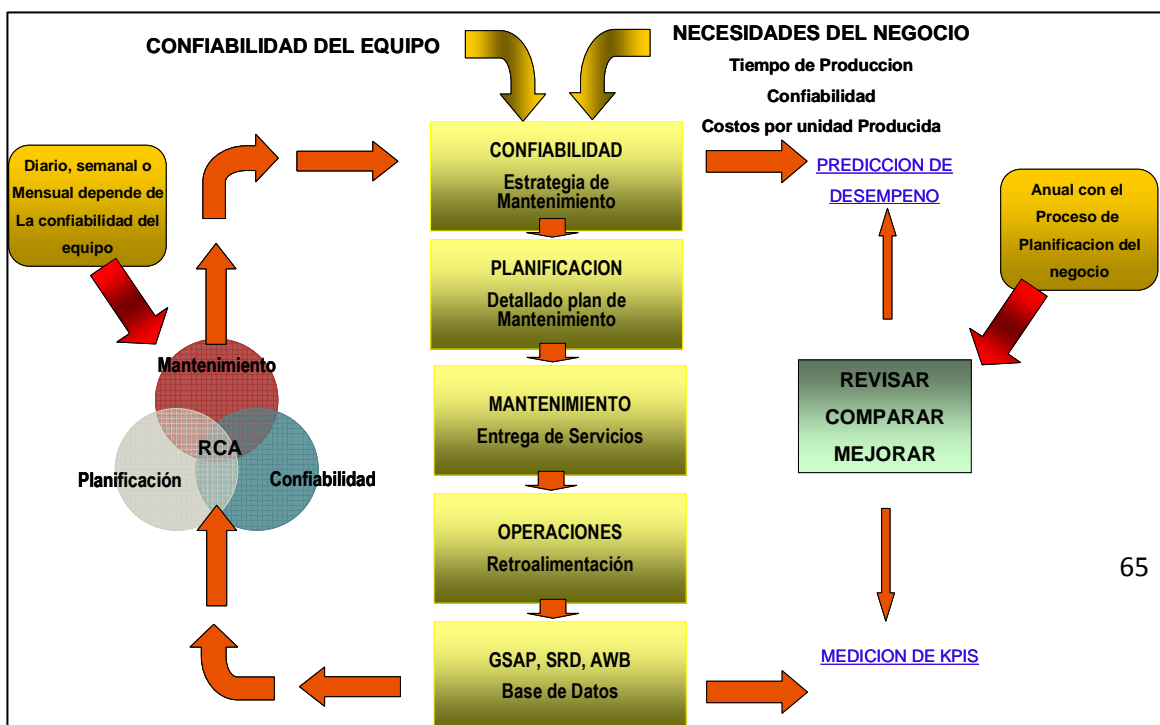
### 3.8. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Esta estrategia está basada como ya lo hemos dicho en confiabilidad operacional, con un flujo de trabajo definido donde todas las entradas o más bien las principales entradas las está filtrando el área de confiabilidad ya que posee las herramientas técnicas, liderazgo y métricas para tomar las mejores decisiones, conducirlos vía avisos u órdenes de trabajo hacia planificación que a su vez estima recursos y logística en un plan acotado para luego ser distribuido a ejecución del mantenimiento quien es el encargado de retornar el requerimiento a operaciones y este entregarnos el feedback correspondiente.

Este modelo propuesto se presenta a continuación en la Figura 3.18.

El Modelo establece que Confiabilidad es el eje principal en la toma de decisiones, tiene dos entradas relevantes como lo son el desempeño de los equipos (Confiabilidad) y las necesidades del Negocio (Mejoramiento) con estas entradas se busca guiar y filtrar hacia Planificación las principales actividades para que a su vez estas sean Planificadas y Programadas en plazos establecidos en un principio, por frecuencias de mantenimiento para luego ser ajustados por condición por el equipo de monitoreo de condiciones. Esto dará paso a que ejecución entregue el servicio con calidad hacia operaciones y luego este genere el feedback requerido nuevamente hacia mantenimiento a través del Área de Confiabilidad (Ingeniería de Mantenimiento).

A través del Monitoreo se entrega un estatus de salud semanal de la Planta en todas sus dimensiones y con técnicas duras como también estadísticas. En cuanto a la eliminación de defectos se realizan reuniones técnicas con diferentes especialistas donde para ciertos tiempos establecidos se realizan RCA o bien informes en 24 hrs. Una vez transcurrido un evento.



Cuadro N°3.18. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PROPUESTA Y FLUJO DE TRABAJO (Peters, 2009).

### 3.8.1. ESTRATEGIA DEL PROCESO DE CONFIABILIDAD

**Misión:** Asegurar la disponibilidad de los equipos productivos de la planta, a través del manejo del capital humano e intelectual, focalizado en los aspectos HSEC, logrando la implementación de adecuadas estrategias de mantenimiento, mejoras de diseño, optimización costos y esperando cimentar los pilares de la confiabilidad operacional en la Gerencia General de la Planta.

**Visión:** Queremos ser un mantenimiento de clase mundial el cual tenga un distintivo superior que radique en las personas de un equipo comprometido con la seguridad, responsabilidad e integridad que permita generar confianza y asegure los resultados.



Figura N°3.19. ROLES QUE SOPORTAN LA ESTRATEGIA DE CONFIABILIDAD (Peters, 2009).

### 3.8.2. ESTRATEGIA DEL PROCESO DE PLANIFICACION

**Misión:** Como equipo, debemos asegurarnos de desarrollar programas efectivos y certeros, que nos permitan lograr credibilidad de nuestro clientes externo e internos, adecuados de la necesidad de la planta, cumpliendo con los compromisos de disponibilidad y producción, controlando el costo y alineado con la política de 1SAP. Teniendo como base a las personas.

**Visión:** Queremos ser un referente de la planificación en Base Metal, obteniendo resultado claros, confiables y certeros.

### 3.8.3. ESTRATEGIA DEL PROCESO DE EJECUCION

**Misión:** Asegurar una disponibilidad adecuada de los equipos, a través de la correcta gestión del personal, cumpliendo con los lineamientos de seguridad establecidos, enmarcándonos en un presupuesto y desafío productivo que satisfaga a nuestros stakeholder, atendiendo al crecimiento de nuestro equipo de trabajo en una relación de beneficio mutuo.

**Visión:** Deseamos ser un área cuyo desempeño se encuentre sustentado en estrategias modernas de mantenimiento, trabajando en forma integrada con las áreas de confiabilidad y planificación, y profundamente alineados y comprometidos con los valores de la empresa.

### 3.8.4. ENUNCIADO DEL ACUERDO DE SERVICIOS

El Área de Ingeniería de Mantenimiento de Minera Spence se desarrollará en un proceso de mejora continua, denominado recientemente **Confiabilidad**

**Operacional**, que integra, en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico y metodologías basadas en confiabilidad (análisis de modos y efectos de falla, análisis causa raíz, modelos de confiabilidad, evaluación costo riesgo beneficio y análisis del costo de ciclo de vida).

Con el propósito de identificar los eventos de fallas, simular el comportamiento histórico de fallas y cuantificar la confiabilidad de los activos, para poder pronosticar la ocurrencia de las fallas y disminuir la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones relacionadas con los aspectos que afectan la continuidad operacional de los activos.

#### ➤ **CONFIABILIDAD OPERACIONAL**

Es importante, puntualizar que en un Sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro frentes operativos: Confiabilidad Humana, Confiabilidad de los Procesos, Confiabilidad de los Equipos y Mantenibilidad de Equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo (Gestión de la Calidad).

Un diagrama de los elementos que conforman la Confiabilidad Operacional se detalla en la siguiente figura 3.20:

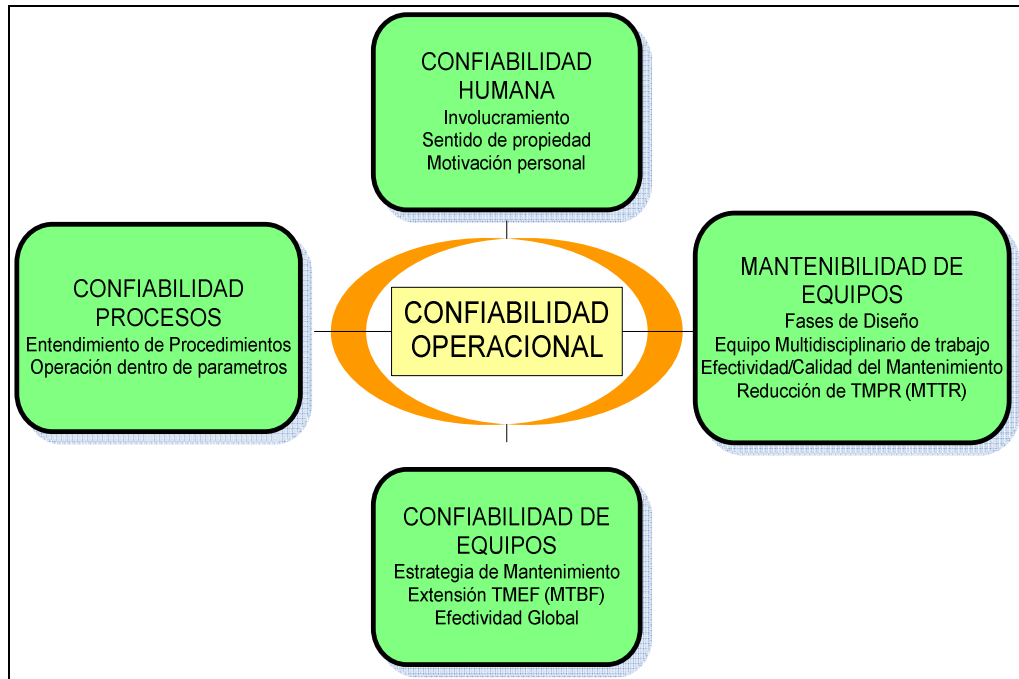


Figura N°3.20. CONFIABILIDAD OPERACIONAL (Gestión de Activos (Amendola, 1997)).

- **Confiabilidad Humana**

Se requiere de un alto Compromiso de la Jefatura para liderar los procesos de capacitación, motivación, sentido de propiedad e incentivo de los equipos de trabajo, generación de nuevas actitudes, seguridad, desarrollo y reconocimiento, para lograr un alto involucramiento de los talentos humanos.

- **Confiabilidad de Procesos**

Implica la operación de equipos entre parámetros, o por debajo de la capacidad de diseño, es decir sin generar sobrecarga a los equipos, y el correcto entendimiento de los procesos y procedimientos.

- **Confiabilidad de Equipos**

Determinada por las estrategias de mantenimiento y la efectividad del mantenimiento. Se puede medir a través del indicador TMEF: Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF).

- **Mantenibilidad de Equipos**

Es decir la probabilidad de que un equipo pueda ser restaurado a su estado operacional en un período de tiempo determinado.

Depende de la fase de diseño de los equipos (Confiabilidad inherente de diseño), de la confiabilidad de los equipos de trabajo. Se puede medir a través del indicador TMPR: Tiempo Medio Para Reparar MTTR.

### **3.9. PAQUETES DE TRABAJO (EDT)**

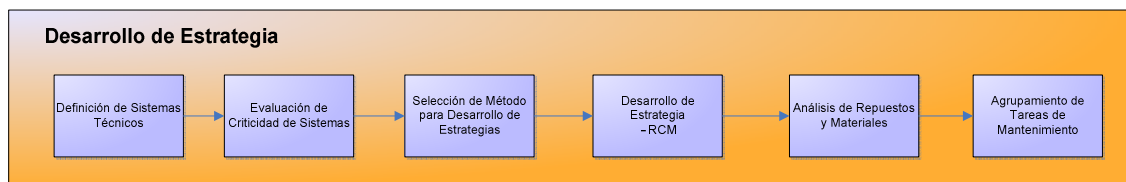
La EDT es un despliegue gráfico de los procesos de Ingeniería de Mantenimiento. La estructura del área de Mantenimiento consta de tres grandes subprocesos:

- Desarrollo de Estrategia.
- Proceso de administración del trabajo.
- Mejoramiento de Confiabilidad.

#### **3.9.1 DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA**

La gestión de la confiabilidad requiere del establecimiento de Estrategias de Mantenimiento de activos físicos, contra los cuales se mide el desempeño real para asegurar que los activos que están siendo mantenidos están alcanzando sus metas de desempeño esperadas:

- Elaborando planes y programas de mantenimiento (reparación, lubricación, cambio de componentes mayores y menores) e inspección de equipos en instalaciones industriales.
- Solucionando problemas recurrentes en los activos fijos que afectan los costos y la efectividad de las operaciones.
- Determinando tareas que permitan minimizar riesgos en los procesos, equipos e instalaciones, y medio ambiente.
- Estableciendo procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.
- Determinando el alcance y frecuencia óptima de paradas de plantas.



**Figura N°3.21. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA (GMN, 2004).**

### 3.9.2. MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD

Para realizar un mejoramiento de la confiabilidad de los procesos de mantenimiento, es indispensable que cada activo tenga una estrategia de mantenimiento desarrollada. En la medida que esta estrategia sea desplegada y utilizada se podrá realizar un proceso de mejoramiento continuo. Para iniciar este proceso se debe enfocar en:

- Información disponible para la toma de decisiones en los futuros mejoramientos.
- Revisión de la efectividad de las estrategias de mantenimiento considerando el contexto operacional.
- Desempeño del activo, de acuerdo a su capacidad de diseño requerida por el proceso.
- Calidad de los procesos de mantenimiento y calidad con que las personas van a ejecutar las tareas de mantenimiento de los equipos.

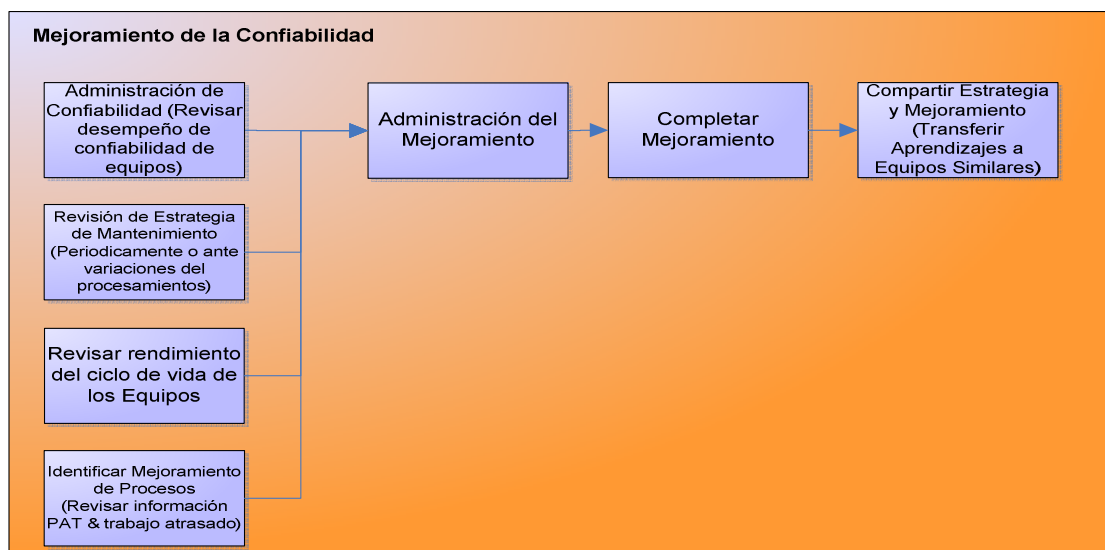


Figura N°3.22. MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD (GMN, 2004).

Ver Anexo I, Desarrollo de la Estrategia y Mejoramiento de la Confiabilidad.

## 3.10. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

### 3.10.1. ALCANCE DEL SERVICIO

El Alcance de este documento es definir un modelo de negocio para el proceso de Ingeniería de Confiabilidad, detallando su flujo de procesos y consideraciones de diseño en el sistema SAP para cada uno de los subprocesos que debieran ser soportados a través de la herramienta de gestión Global SAP (GSAP).

Sus principales objetivos ambicionan ser una guía de referencia que permita mejorar la confiabilidad, la seguridad y el rendimiento operacional de los activos físicos, además de la relación costo/riesgo-efectividad del mantenimiento, para que sus procesos puedan ser identificados, documentados y auditables. Todo esto en el marco de los tres procesos fundamentales de mantenimiento definidos por la Empresa como lo es el nuevo modelo del negocio.

GLD001, 1SAP, Modelo RACI Aplicado a Pampa Norte BHPBilliton. Tomando como modelo 1SAP esta guía se hace cargo de la Gestión de Trabajo; **Desarrollo de Estrategia y Mejoramiento de la Confiabilidad.**

Este documento pretender detallar los subprocesos y transacciones GSAP relativos a la **Administración de la Confiabilidad** de los activos físicos, incluyendo el **Desarrollo de la Estrategia** y su mejoramiento continuo.

Esta guía agrupa las mejores prácticas de confiabilidad de mantenimiento. Múltiples técnicas y metodologías disponibles para manejar Confiabilidad. Entre ellas: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II), Inspección Basa en Riesgo (RBI), Análisis de Criticidad (CA), Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA), Análisis de Causa Raíz (RCA), Mantenimiento Productivo Total (TPM),

Mantenimiento Basado en la Condición (CBM). Optimización del Mantenimiento Preventivo (PMO), Costo del Ciclo de Vida (LCC)<sup>35</sup>.

En este sentido, este documento no explora en detalle alguna metodología y/o técnica de confiabilidad en particular, ya que ninguna domina todos sus aspectos.

### ➤ **OBJETIVOS GENERALES**

Este Proceso que consiste en desarrollar una descripción de los entregables y sus respectivas exclusiones. La preparación del enunciado detallado del Alcance de un “Acuerdo de Servicios”, se elabora a partir de los entregables principales, los supuestos y las restricciones.

### ➤ **RESULTADO ESPERADO**

El Enunciado del alcance describe de manera detallada los entregables y también proporciona un entendimiento común del Alcance entre partes las interesadas.

#### **Visión:**

“Garantizar que nuestros activos cumplan los más altos estándares de seguridad y confiabilidad operacional desde su concepción hasta su obsolescencia”

---

<sup>35</sup> Se dice que a pesar de existir una serie de técnicas en Confiabilidad, para que esta sea bien aplicada se debe hacer una combinación de ellas y no explorar una sola ya que ninguna domina todos los aspectos del Mantenimiento u Operaciones.

**Misión:**

“Gestionar los activos con máxima efectividad para que la Organización logre resultados destacados en seguridad, volúmenes de producción y costos de manera sustentables”

**Valores:**

El trabajo en equipo, la integridad y la confianza en nuestro trabajo, el cual es seguro y profesional.

**Verificación**

La verificación está dada por una encuesta cada 6 meses de la satisfacción del Cliente.

**3.10.2. PAQUETES DE TRABAJO**

Este proceso consiste en subdividir los entregables del Acuerdo de Servicio en componentes más pequeños y fáciles de manejar. La estructura de desglose del trabajo es una descomposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo que debe ejecutarse en el acuerdo.

La EDT organiza y define el Alcance Total del Acuerdo de Servicio.

➤ **Entradas del Proceso**

Las fuentes de información para “CREAR LA EDT” son:

- Enunciado del Alcance del Acuerdo de Servicios
- Documentación de Requisitos
- Activos de los Procesos de la Organización

➤ **Proveedores de las Entradas al Proceso**

- Especialistas en Confiabilidad
- Jefes de Ingeniería de Mantenimiento.
- Especialistas 1SAP

➤ **Salidas del Proceso**

- EDT/ Diccionario de la EDT
- Línea base del Alcance
- Actualizaciones de los Documentos

➤ **Clientes del Proceso**

- Jefes de Planificación
- Jefes de Ingeniería de Mantenimiento
- Jefes de Ejecución
- Jefes de Operaciones
- Supervisión de las Áreas.

➤ **Requerimientos/ Expectativas del Cliente**

La EDT, es una descomposición jerárquica, basada en los entregables requeridos a medida que esta desciende el nivel de detalle se intensifica, esta finaliza al establecer cuentas de control y estas cuentas a su vez consolidan jerárquicamente los costos, cronograma, recursos.

- Paquetes de trabajo
- Identificador de Código de Cuentas
- Descripción del Trabajo
- Área responsable

- Gestión de la Estrategia del mantenimiento
- Gestión de las mejoras de Confiabilidad
- **Pruebas**
  - Cumplimiento del Plan Anual
  - Cumplimiento del Presupuesto
- **Auditorias**
  - Una vez al año, se debe hacer un diagnóstico de los procesos
  - Actualización del documento (cada dos años)
- **Acontables**
  - Superintendente de Ingeniería de Mantenimiento
  - Superintendentes de Mantenimiento
  - Administradores de Empresas Contratistas.

### **3.11. PRIORIZAR OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO**

La priorización de oportunidades de mejoramiento es hacer un ranking de las oportunidades de mejora que se levantan al realizar un análisis de falla a un sistema, equipo o proceso.

#### **➤ OBJETIVOS GENERALES**

Buscar las oportunidades de mejoramiento que logren un beneficio al negocio, de preferencia sean las cuales al implementarlas sean más rápidas y fácil, de gran impacto al negocio. Un simple enfoque para priorizar oportunidades de mejoramiento es el basado en tres criterios claves:

- **Impacto: ¿Impacto en el negocio de resolver el problema?**

A = ALTO (ahorros de costo mayor a US\$ 100.000 o un aumento de capacidad superior a 1.000 Ton por año).

B = MEDIO (menor a US\$ 100.000 o un aumento de capacidad inferior a 1.000 Ton por año).

C = BAJO (insignificante).

- **Esfuerzo: ¿Nivel de esfuerzo en solucionar el problema?**

B = Bajo esfuerzo, bajo costo, solo se necesitan recursos.

M = Medio

A = Alto nivel de esfuerzo, alto costo potencial, alta interrupción del proceso

- **Confianza: ¿Tenemos confianza de que hay una solución sostenible?**

A= Altamente confiados, habilidades simples de ingeniería.

M= Medio

B= Bajo, no confiados, demasiado desconocimiento.

➤ **RESULTADO ESPERADO**

Una tabla de puntuación para determinar la prioridad de la oportunidad de mejora frente a otras levantadas por el área de Ingeniería de mantenimiento. Ver Figura 3.23.

➤ **VERIFICACIÓN**

- Lecciones aprendidas
- Mejoramientos efectuados

Puntaje de Priorización			
PRIORIDAD	IMPACTO	ESFUERZO	CONFIANZA
1 ( mas alta )	A	B	A
2	A	B/M	A
3	M	B/M	A/M
4	M	M	M
5	M/B	M/A	M/B
6 ( mas baja )	B	A	B

**Cuadro N°3.23. PRIORIZACIONES DEL MEJORAMIENTO.**

➤ **LECCIONES APRENDIDAS**

Consiste en gestionar las estrategias y/o acciones exitosas que han sido avaladas por los indicadores de desempeño y se han sustentado en el tiempo, estas se deben extender a otros activos similares, por lo que se hace necesario mantener un historial de estas.

El objetivo es mantener historial de lecciones aprendidas, con su respectivo procedimiento y su calificación, para replicarlas en otros activos similares

Los resultados que se esperan de este elemento son:

- Deberán identificarse activos similares en los cuales pueda implementarse la estrategia o mejora
- Base datos con las estrategias y técnicas empleadas en el desarrollo de acciones destacadas.

Lección Aprendida, Estrategia "....." spence

Periodo de implementación:  a  Fecha de emisión:

Nombre líder de la estrategia:  Nombre Gerente:

Título de la estrategia:  Departamento:

ID Numero:

E-mail:

---

**Objetivos Estrategia**

Porcentaje logrado

---

Competency	Evaluación Líder					Evaluación Gerente				
	1	2	3	4	5 n/a	1	2	3	4	5 n/a
Resuelve problema	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Solución integral	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Se logra efectividad en los activos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Orientada al resultado	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Alineada a ISAP y GLD	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Flexible	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cumple con estandar HSE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Alcances y recursos cumplidos	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Comunicación a todos los interesados	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Genera conflicto de intereses	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Asegura sustentabilidad	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Impacto positivamente los KPI	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

**Comentarios:**

**Procedimiento y mejoras**

---

**Rating Scale**

5.0	Excepcional performance mas alla de lo requerido
4.5	Excede de forma importante lo requerido
4.0	excede lo requerido
3.5	Excede la mayoría de los puntos requeridos
3.0	Excede algunos de los puntos requeridos
2.5	Cumple todos puntos requeridos
2.0	Cumple casi todos los puntos requeridos
1.5	Cumple algunos de los puntos requeridos
1.0	Muy por debajo de lo esperado

**Notas globales**

**Gerente**  
 Nota global:   
 Comentarios:

**Líder de la Estrategia**  
 Nota global:   
 Comentarios:

**Firmas y Nombres**

Líder de la estrategia	Fecha
Gerente de Ingeniería	Fecha
Superintender de Ingeniería del Mantenimiento	Fecha
Jefe de Ingeniería de Mantenimiento	Fecha

Figura N°3.24. BASE DE DATOS DE PROCEDIMIENTOS Y MEJORAS (Muga, 2010)

➤ VERIFICACIÓN

- Gestión del Cambio
- Análisis de los Riegos

### **3.12. CONTROL DE COSTOS**

El control de costos es el proceso que consiste en monitorear el estatus de los costos para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios en la línea base del costo. Cualquier incremento con respecto al presupuesto autorizado sólo puede aprobarse mediante el control integrado de los cambios.

#### **➤ OBJETIVOS GENERALES**

- Proyecciones del Presupuesto
- Medición del desempeño del trabajo
- Actualizaciones de los activos
- Solicitudes de cambio
- Plan de gestión de Costos
- Actualización al plan de dirección
- Actualizaciones a los Documentos

#### **➤ VERIFICACIÓN**

- Gestión del Valor Ganado
- Análisis de Variación.

### **3.13. MEDICIONES DE MANTENIMIENTO**

Este proceso consiste en monitorear, analizar y regular el avance a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el área de confiabilidad. Consiste en recopilar, medir y distribuir la información relativa al desempeño y evaluar las mediciones y tendencias que van a permitir efectuar mejoras al proceso.

➤ **OBJETIVOS GENERALES**

Definir métricas del negocio y el proceso de mantenimiento, ya que para mejorar es necesario medirse y establecer metas en un periodo de tiempo.

➤ **RESULTADO ESPERADO**

Monitoreo y designación de KPI, que apuntan a una meta al finalizar el final del año fiscal. Los indicadores del negocio están mencionados a continuación:

KPI del Negocio
MTBF
MTTR
BACKLOG
Disponibilidad Física
Utilización Global
Madurez del Mantenimiento

Figura N°3.25. INDICADORES DEL NEGOCIO (Indicadores de Negocio en Spence, 2010)

Los indicadores del proceso están mencionados a continuación:

<b>KPI de 1SAP</b>
WMKPI-02: Horizonte de Planificación.
WMKPI-03: Porcentaje de Trabajo Programado
WMKPI-04 - Porcentaje de cumplimiento del trabajo planificado
WMKPI-05 - % de cumplimiento del trabajo preventivo planificado
WMKPI-06: Horas Hombre Planificadas versus Reales
WMKPI-07: Porcentaje de trabajo no reportado
WMKPI-10: Porcentaje de trabajo de Mantenimiento Preventivo
WMKPI-11: Porcentaje de rotación de órdenes de trabajo
WMKPI-13: Número de Ordenes de Trabajo pendientes

**Figura N°3.26. INDICADORES DE DESEMPEÑO PARA PROCESOS DE MANTENIMIENTO (1SAP, 2010)**

### **3.14. EVALUACIONES**

#### **3.14.1. Consideraciones Globales/Locales**

La selección de cualquier proceso de análisis RCM o software, dependerá de las competencias locales de las personas que se espera utilicen el proceso del

negocio. Se debe tomar en consideración estas competencias y, en cierta medida preferir las locales que incluirán la posibilidad de la capacidad de soporte del proveedor. Por sobre todo, los procesos o los paquetes de software deben entregar los resultados requeridos por el proceso del negocio.

### **3.14.2. Consideraciones Organizacionales**

No todas las faenas podrían tener las competencias para un análisis RCM<sup>36</sup>. Por tanto no todas las faenas tendrán la estructura organizacional preparada para respaldar este proceso.

Es sumamente crítico, para lograr un desarrollo exitoso de la estrategia de mantenimiento de los equipos, que las personas que participen en el desarrollo de la estrategia sean aquellas que posean el mayor conocimiento y experiencia en las mejores prácticas de mantenimiento de los equipos.

### **3.14.3. Cambios en la Organización**

Un proceso de administración de la confiabilidad depende de la cultura en la confiabilidad que está siendo establecida en la conducta del mantenimiento y de su administración. Esto requerirá de programas de aprendizaje para permitir que la fuerza laboral de mantenedores y la administración en general entienda la confiabilidad como una inversión para la sustentabilidad futura de la planta.

---

<sup>36</sup> Técnica aplicada en Confiabilidad para establecer las fallas funcionales de los ítemes mantenibles críticos.

#### **3.14.4. Consideraciones para la Interfaz**

No existe una herramienta estándar definida para el desarrollo de la estrategia de mantenimiento, por lo tanto si se fuese a habilitar una interfaz, se debería considerar varios paquetes distintos – y la creación de muchas interfaces para estos paquetes. No habrá interfaz entre el desarrollo de la estrategia de mantenimiento y GSAP.

#### **3.14.5. Frecuencia del Procesamiento**

Las frecuencias de procesamiento con GSAP generalmente diferirán de las de otros procesos del negocio y los distintos sitios. Las frecuencias de procesamiento de los reportes en-línea varían de diarios a semanales o mensuales según sea el caso.

#### **3.14.6. Controles del Negocio**

Los controles del negocio para este proceso se someterán a los otros procesos del negocio.

#### **3.14.7. Consideraciones para la Autorización (Consideraciones para el Acceso a SAP)**

Los controles del negocio para este proceso se someterán a los otros procesos del negocio. En las faenas donde existan los roles de “especialistas en confiabilidad”, éstos deberán ser establecidos dentro de los de perfiles de seguridad nuevos o dentro de los ya existentes.

### 3.14.8. Consideraciones para la Integración

Los puntos claves de integración para este centro de procesos dentro del formato y el contenido de los datos maestros para soportar la administración de la confiabilidad.

### 3.14.9. Brechas Funcionales de SAP

La funcionalidad SAP PM (generalmente) soportará los requerimientos transaccionales y los requerimientos básicos de reportes para la administración de la confiabilidad.

**SAP no tiene la capacidad para desarrollar estrategias de mantenimiento de los equipos.** La solución estándar SAP RCM – RCMO no satisface los requerimientos del proceso del negocio, de la misma forma que no satisface la intención de SAE JA1011 y SAE 1012<sup>37</sup>.

#### ➤ Supuestos

- No existe un paquete estándar dentro de BHP Billiton para el desarrollo de estrategias de mantenimiento de los equipos.
- BHP Billiton puede desarrollar en el tiempo la capacidad y la cultura para soportar la administración de la confiabilidad.

---

<sup>37</sup> Norma **SAE JA 1011**, orientado al incremento de la confiabilidad y de la disponibilidad de las instalaciones industriales.

- El desarrollo de la estrategia es en gran medida un proceso de una sola vez y niega el requerimiento de interfaces hacia GSAP desde las herramientas de desarrollo.
- Los requerimientos de análisis de repuestos y materiales será soportado por la organización abastecedora.

#### **3.14.10. Convenciones para la Numeración / la Nomenclatura**

Ninguna identificada.

#### **3.14.11. Consideraciones para la Configuración del Sistema**

Ninguna identificada.

#### **3.14.12. Consideraciones para la Conversión de Archivos**

Ninguna identificada.

#### **3.14.13. Consideraciones de Informes**

La funcionalidad para desplegar y exportar listados propios de GSAP será de utilidad para asistir el desarrollo del proceso. Sin embargo, la información a menudo deberá ser tratada fuera de GSAP.

#### **3.14.14. Frecuencia de Procesamiento**

La frecuencia de procesamiento de las transacciones depende de la necesidad específica identificada para el mejoramiento de la confiabilidad.

#### **3.14.15. Controles del Negocio**

Por medio de los **perfiles de madurez del mantenimiento** posibilitará revisar la incidencia de las acciones que son generadas como parte del mejoramiento.

#### **3.14.16. Consideraciones de Autorización (Consideraciones de Acceso a GSAP)**

Ninguna identificada.

#### **3.14.17. Transacciones del Negocio Incluidas**

Las siguientes transacciones del negocio relacionan las actividades de la administración del mejoramiento de la confiabilidad y GSAP

<b>Transacción</b>	<b>Descripción</b>
IW29	Encontrar y Visualizar Aviso(s)
IW39	Encontrar y Visualizar Orden(es)
MCI7	Análisis de falla para ubicaciones
MCI8	Análisis de Costos
MCJB	MTTR / MTBR para lo Equipos
MCJC	MTTR / MTBR para Ubicaciones Técnicas
IW28	Encontrar y Modificar Aviso(s)
IH01	Crear Aviso(s) desde la Estructura
IW22	Crear Aviso(s) Subsecuente de Mantenimiento
CV02N	Modifica documento(s) - MAF
IA06	Modificar Hoja(s) de Ruta de Instrucciones
IP02	Modificar Planes de Mantenimiento
IK17	Visualizar Documentos de Medición
IH01	Crear aviso(s) desde la estructura
IW22	Crear Aviso(s) Subsecuente de Mantenimiento

**Figura N°3.27. PRINCIPALES TRANSACCIONES EN GSAP (Peters, 2010).**

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES GENERALES

### 4.1 CONTEXTO

- Como BHP Billiton aspiramos ser la mejor compañía de recursos naturales en el mundo.
- Con el fin de cumplir nuestra aspiración necesitamos actuar de manera coherente a nuestros valores compartidos, con una clara estrategia y de acuerdo a un modelo operativo definido.
- En conjunto estos elementos constituyen nuestra manera de hacer las cosas – El BHP Billiton Way<sup>38</sup>.

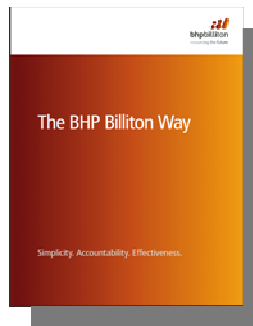


Figura N°4.1. ESTANDAR BHP BILLITON

El objetivo de la corporación BHP Billiton es crear valor a largo plazo para nuestros stakeholders a través del descubrimiento, desarrollo y conversión de recursos naturales, y entregando soluciones innovadoras y enfocadas en el mercado a nuestros clientes.

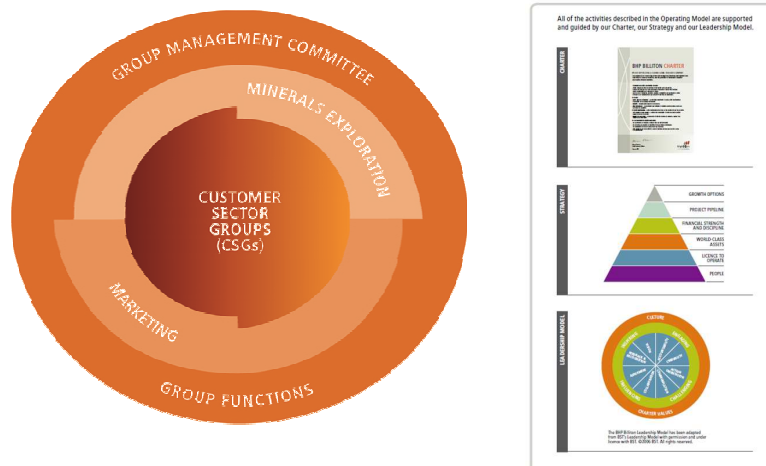
---

<sup>38</sup> La forma en que bhpbilliton desea trabajar simple y estandarizada.

Nosotros ayudamos a la corporación a cumplir su objetivo a través de 4 grupos distintos:

- Descubrimos recursos a través de la Exploración.
- Desarrollamos y convertimos estos recursos en nuestros CSGs.
- Desarrollamos soluciones innovadoras y enfocadas en el mercado en Marketing.
- Creamos valor para nuestros stakeholders más allá de la capacidad de estos grupos a través de las actividades de los Grupos de Función.

La manera en que estos 4 grupos interactúan es conocido como nuestro modelo operativo.



**Figura N°4.2. MODELO OPERATIVO DE BHPBILLITON.**

Todas las actividades descritas en el Modelo Operacional están soportadas y guiadas por nuestros Charter, nuestra Estrategia y nuestro Modelo de Liderazgo.

## 4.2 MODELO OPERATIVO

- Nuestro Modelo Operativo (GLD.001) detalla los principios de diseño organizacional, define los roles, responsabilidades y locaciones de los CSGs, Exploraciones, Marketing y Grupos de Función.
- Esto ayuda a cada uno de nosotros a entender nuestra responsabilidad y como nosotros podemos efectivamente contribuir a nuestra organización.
- Implementando nuestro Modelo Operativo, estableceremos simplicidad, estandarización y, más importante aún, una manera escalable de trabajar en un ambiente global.

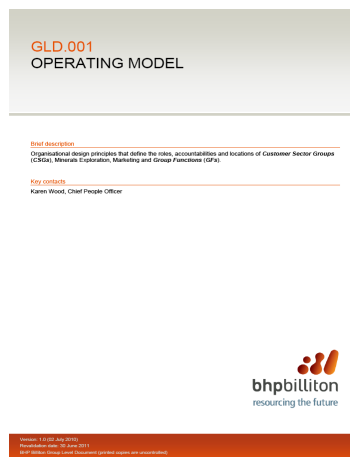


Figura N°4.3. GLD001 DE BHPBILLITON

### 4.2.1 NUEVA FORMA DE HACER LAS COSAS 1SAP

Nuestra compañía se ha desarrollado y ha crecido en el tiempo – producto de la expansión de los negocios ya existentes, y de la fusión o adquisición de otras compañías y assets.

Naturalmente, esto ha tenido como resultado una colección de negocios separados y diferentes formas de hacer las mismas cosas, lo que al final hace a nuestra organización más compleja y menos eficiente.

De lo anterior las implicancias son:

- Tenemos **dificultades** al momento de comparar el desempeño a través de nuestros negocios, por motivo de esta variación.
- **No podemos** identificar cuáles y dónde se encuentran nuestras mejores prácticas, y poder replicarlas en otros lugares de nuestra organización.
- La focalización de nuestros empleados está difusa, lo que hace que **pierdan tiempo** en actividades de poco valor.
- **Falta de claridad** en quién es responsable de qué, mal gastando tiempo en re trabajos.
- Esto crea una gran **barrera para alcanzar nuestros objetivos** que no nos permite rápida y fácilmente transferir información y mejores prácticas a través de nuestros negocios.
- Necesitamos **un sistema** que pueda remover esta barrera y gatille la eficiencia operacional en un **modelo descentralizado**.

A la luz de lo anterior, ¿qué podemos hacer?:

**Primero:** Estandarizar la forma en que hacemos las cosas. Focalización en los procesos más críticos e importantes para el negocio.

**Segundo:** Dar absoluta claridad de quién es responsable de qué los procesos individuales definen la descripción del trabajo. Luego este trabajo se puede estandarizar.

**Tercero:** Mejorar el desempeño. Como ya sabemos quién hace qué, podemos medir qué tan bien lo está haciendo, es lo que llamamos “**Transparencia del Desempeño**”.

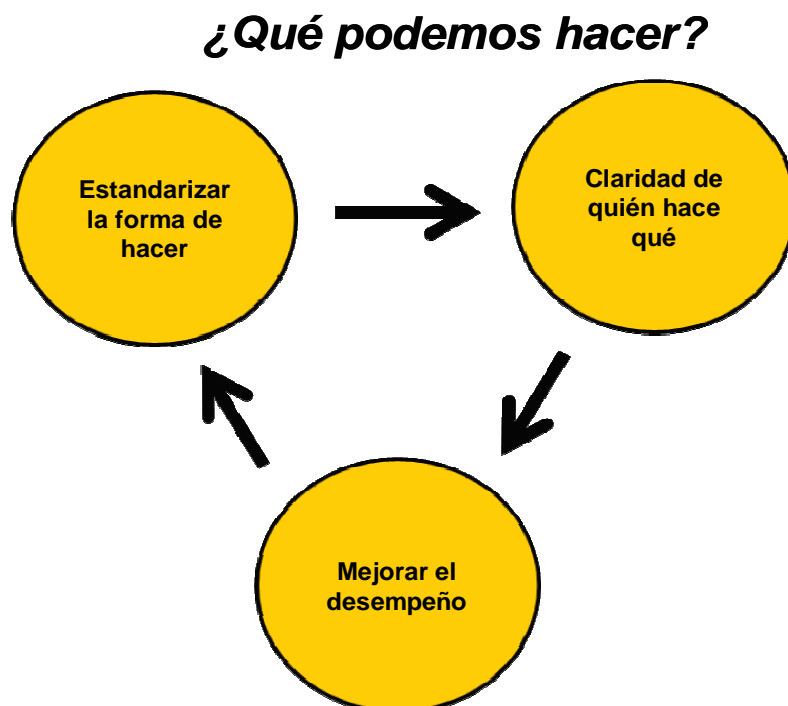


Figura N°4.4 TRANSPARENCIA EN EL DESEMPEÑO (1SAP, 2010).

Alta capacidad para asimilar el cambio y la adaptación. “Operamos como una **colección de negocios separados** con diferentes procesos y sistemas. Impedidos de forma rápida y sencilla aprovechar las mejores prácticas y la información a través de todas las áreas de nuestro negocio”.

Los fundamentos de 1SAP son dos: Simplificar y Estandarizar

- La **Simplificación** elimina las personalizaciones que realizan de sus procesos un asset o CSG específico. 1SAP desarrollará e incorporará procesos y métricas comunes que serán aplicadas en todos nuestros assets a nivel mundial.
- La **Estandarización** de nuestros procesos y métricas mejorará la visibilidad de nuestras prácticas líderes, permitiendo así que aprendamos con facilidad unos de otros.

**Datos comunes** significativos asegurarán que la información a través de toda la organización sea confiable y consistente para permitir una toma de decisiones informada y oportuna:

- **Procesos Comunes** gatillarán una mejora de desempeño significativa y otorgarán grandes beneficios para nuestros sistemas de información, los cuales actualmente son complejos y segmentados. La consolidación de nuestros sistemas SAP en un sistema SAP único establecerá y promoverá una eficiencia en costos, confiabilidad y rapidez, suministrando información precisa y oportuna para respaldar a cada uno de nuestros negocios en el funcionamiento de operaciones de clase

mundial.

- **Un único sistema** SAP integrado nos ofrecerá acceso a datos y procesos comunes.

#### **4.2.2 Situación Actual**

No podemos identificar y copiar fácilmente las prácticas líderes, si no nombramos la misma cosa de la misma manera.

➤ **La Oportunidad:** 1SAP crea la oportunidad por medio de:

- Introducir una manera común de referirse a ítems comunes, como equipos “críticos”.
- Hacer más fácil la identificación y duplicidad de las mejores prácticas y lecciones aprendidas entre áreas.
- Generar una visión consolidada de los gastos, maximizando el poder de compra.

➤ **Beneficios**

- Mejoramiento de la Confiabilidad
- Reducción de costos de Mantenimiento y Operaciones.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES ESPECÍFICAS MODELO DE GESTIÓN BASADO EN PMBOK

### 5.1 RESUMEN

El Modelo define simplicidad y estandarización, para luego a través de la estructura organizacional establecer los procesos y datos comunes (Sistemas de Gestión), con distintos niveles de ponderación entre las áreas funcionales. Hacer pocas cosas y mejor con actividades discrecionales.

La base del éxito radicará en la disciplina operacional, capacidad de incorporar rápidamente esta nueva forma de hacer las cosas y liderazgo que cada uno de nosotros logre en las áreas funcionales.

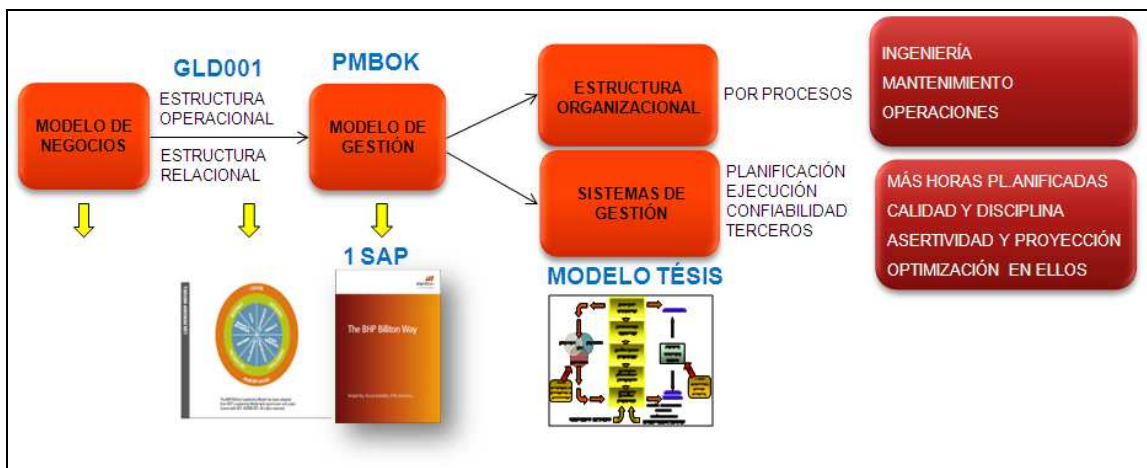


Figura N°5.1 MODELO GENERAL DE GESTIÓN BASADO EN PMBOK (M.PETERS, 2011).

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA EN MANTENIMIENTO PLANTA

### 5.2.1. Situación Actual: Mantenimiento

Mantenimiento Planta en nuestra Mina pareciera ser un mal necesario el cual además no es predecible por lo tanto no es confiable, aparece con desajustes en su planificación y con defectos de calidad en la ejecución del mismo.

Nuestra Compañía ha madurado y con esto entiende que en mantenimiento esta la oportunidad. No sólo de reparar defectos o fallas si no que ser un aporte con el peso específico que debe tener en una empresa moderna.

La madurez actual de Mantenimiento nos muestra que estamos operando sobre un 50% de mantenimiento reactivo el cual es entre 25%-40% más costoso que el mantenimiento programado.

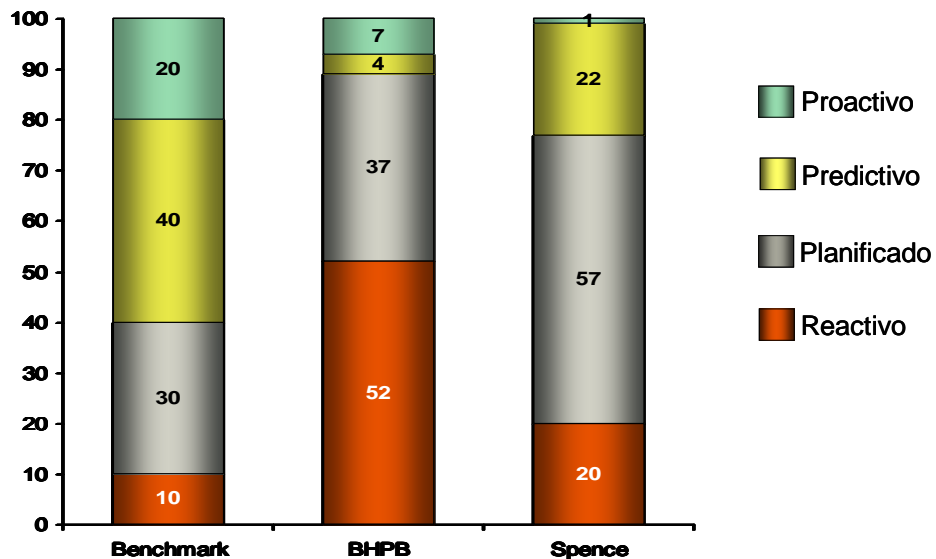


Figura N°5.2. PERFIL DE MADUREZ EN MANTENIMIENTO SPENCE (Peters, 2010).

### 5.3. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar y proponer una metodología de mejoramiento de los procesos de mantenimiento planta de Minera Spence basado en PMBOK, de manera de obtener un impacto positivo (agregar valor) en todo el desarrollo del Negocio.

### 5.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Calidad:** Rediseñar una nueva estrategia de *Mantenimiento* basada en confiabilidad operacional, que permita asegurar los procesos internos y externos.

**Flexibilidad en los Procesos:** Reaccionar rápidamente a los cambios en el entorno. (capacidad de modificar nuestro proceso o planes para obtener mejores resultados).

**Seguridad:** hacer bien las cosas, significa hacerlas con efectividad (eficacia + eficiencia) y este concepto lleva implícito el concepto de autocuidado.

**Calidad del Recurso Humano:** Disciplina Operacional y capacidad de resiliencia.

### 5.5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD INTEGRADA CON EL MODELO OPERATIVO DE BHPBILLITON.

Se muestra el principal desafío de Mantenimiento que consiste en establecer una estrategia que permita asegurar, con un soporte adecuado la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para mantener la sustentabilidad del negocio. La problemática a resolver tiene que ver con evaluar en base a qué estrategia, Mantenimiento Planta asegurará los programas de producción comprometidos, donde se hace necesario establecer con cuánta y con qué gente se pretende lograr, así como también, cómo se establecerá un modelo de trabajo de los procesos internos y que rodean a mantenimiento.

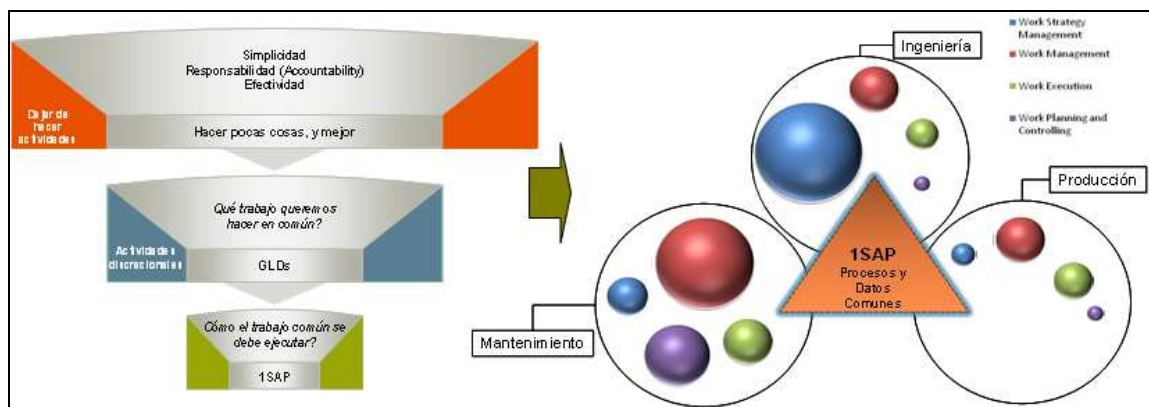


Figura N°5.3. METODOLOGÍA INTEGRADA A MODELO OPERATIVO DE BHPBILLITON (Peters, 2010).

## 5.6. CONCLUSIONES

La estructura organizacional, nos muestra quien hace que, siguiendo con este diagrama de embudo la metodología nos entrega como vamos a hacer las cosas al ejecutar el trabajo común, para finalmente establecer el seguimiento y control con Calidad. Es decir de que manera vamos a hacer las cosas.



Figura N°5.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL (Peters, 2010).

## 5.7. GESTIÓN DE CALIDAD VALOR AGREGADO

Respecto de la Calidad se establece finalmente una metodología que permita gestionar cualquier necesidad (Proyecto), con la metodología PMI y su valor agregado es que en todo momento está chequeando la calidad en cada uno de los Procesos de Mantenimiento y entre Áreas funcionales.

Esta metodología además se integra con esta nueva mirada de BHPBILLITON, como lo es 1SAP y el GLD001, entendiéndolo que este nuevo modelo operativo nos dice que hacer, pero no explica el cómo hacer. Por lo que unimos la metodología de gestión de Calidad con nuestro estándar que además establece un nuevo diseño organizacional a través del GLD001. Esta nos dice que las Gerencias se separan y es así como queda la Gerencia de la Producción, de Mantenimiento e Ingeniería. En donde cada uno tiene un rol y sus respectivos Procesos internos y externos claramente acotados.

Producción está para Producir

Mantenimiento, mantiene

Ingeniería, se hace cargo de las Estrategias y todo el conocimiento técnico.

### ➤ **PRESENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA MANTENIMIENTO**

Lo primero que se establece es que este nuevo modelo operativo representa una gran oportunidad para hacer las cosas simples y con disciplina operacional. Con esto se enfatiza que es necesario crear Acuerdos de Servicios entre las Áreas para lograr con ello un trabajo en equipo interaccionando con nuestros Procesos.

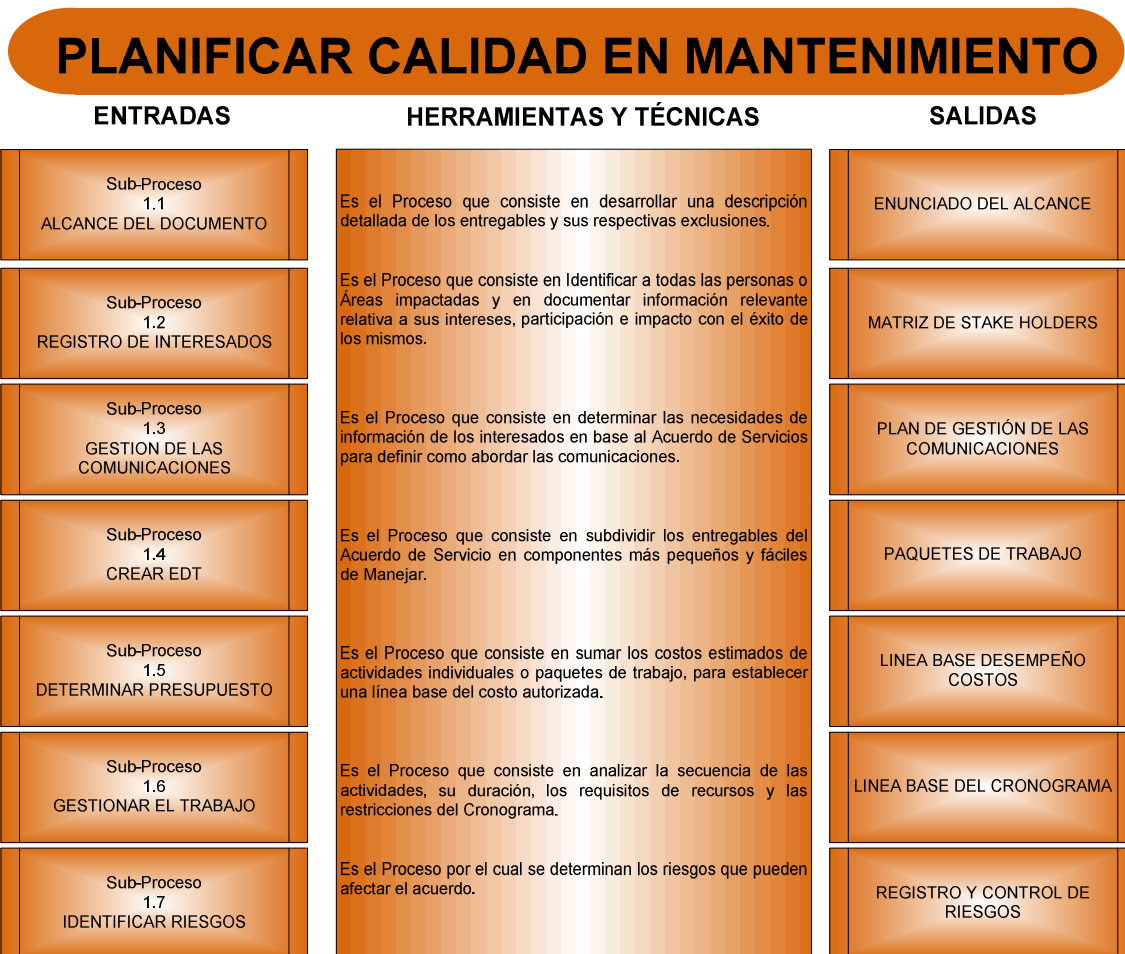
En este punto es donde este modelo hace sentido ya que nos viene a entregar una metodología que nos asegura el resultado de alto desempeño que busca la Compañía. Para ello ya que existe esta necesidad debemos dar un tratamiento y sentido de contrato interno, pero la palabra precisa a utilizar es un Acuerdo.

Para poder gestionar estos Acuerdos en base a una metodología de gestión de la Calidad se crea un Manual de Acuerdos muy simple que establece a través de la metodología un flujo lógico de relacionarnos en forma ordenada y metódica.

### ➤ **PLANIFICAR CALIDAD EN MANTENIMIENTO**

En este flujo de trabajo se establecen los Entregables, los Interesados, la gestión de Comunicaciones, los paquetes de trabajo, la gestión de Presupuesto, Gestión del Trabajo, los Riesgos. Todo esto Representa la Planificación el cual

tiene como entregable el Plan de Dirección y este a su vez contiene todas las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios. El Plan de Dirección define la manera en que se ejecuta monitorea y controla. (ver anexo 1).



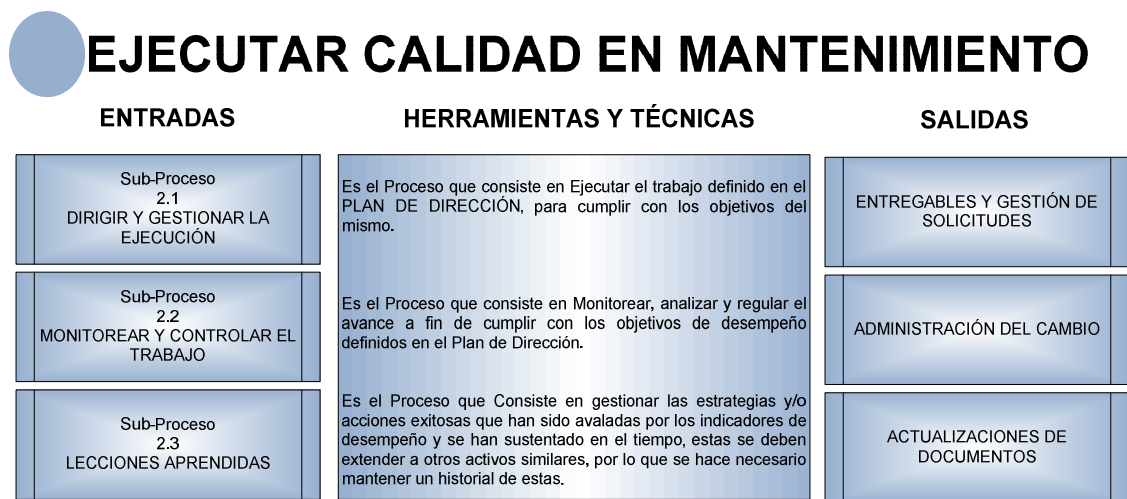
## DESARROLLO DEL PLAN DE DIRECCIÓN

Figura 5.5. RESUMEN DEL PROCESO DE PLANIFICAR CON CALIDAD (Peters, 2010 basado en PMBOK).

### ➤ EJECUTAR CALIDAD EN MANTENIMIENTO

Luego y siguiendo con este flujo lógico, se entrega la forma en que se debe ejecutar con calidad, de esta manera se desprenden los sub-procesos de dirigir y gestionar la ejecución, monitorear y controlar el trabajo y las lecciones aprendidas.

Esto arroja como entregable el Control Integral de los Cambios que está definido como el proceso que revisa las solicitudes de cambio y aprobación de los mismos. Además gestiona los cambios a los entregables, a los activos de los procesos de la Organización, a los documentos y Plan de dirección. (ver anexo 1).



## CONTROL INTEGRAL DE CAMBIOS

Figura N°5.6. RESUMEN DEL PROCESO DE EJECUTAR CON CALIDAD (Peters 2010, basado en PMBOK).

### ➤ CONTROLAR CALIDAD EN MANTENIMIENTO

Por último para Controlar la Calidad en Mantenimiento se tienen los siguientes sub-procesos: Control integral de cambios, Control del Alcance (Acuerdo), Control del Tiempo (Cronograma) y Costos.

Esta parte del Proceso consiste en formalizar la aceptación de los entregables mediante protocolos y así obtener la aprobación entre las partes interesadas. (ver anexo 1).



Figura N°5.7. RESUMEN DEL PROCESO DE CONTROLAR CON CALIDAD (Peters 2010, basado en PMBOK).

### 5.8. RESULTADOS

**Cumplimiento:** Se Generan estrategias cruzadas de Operaciones y Mantenimiento para las tres Áreas más importantes como lo son; Área Seca, Rípios y húmeda.

**Flexibilidad:** Se está creando una cultura basada en La capacidad de resiliencia en mantenimiento ya que es fundamental a la hora de visualizar el negocio, “Producir cátodos en forma segura, es el Negocio”.

**Costos:** Se chequean y controlan los procesos presupuestarios de mantenimiento con un criterio base de Proyecciones, tasas de desgaste, repuestos, contratos, reparables son algunos de los valores que se adicionan en este proceso.

**Determinar beneficios asociados a su implementación:** Como ya se ha mencionado algunos beneficios tienen que ver con la calidad de los procesos (Gestión) y la calidad de los trabajos (Mantenibilidad). Mediante el cumplimiento se obtendrá Seguridad, Confiabilidad Humana y Operacional.

## 5.9. LINEA DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN

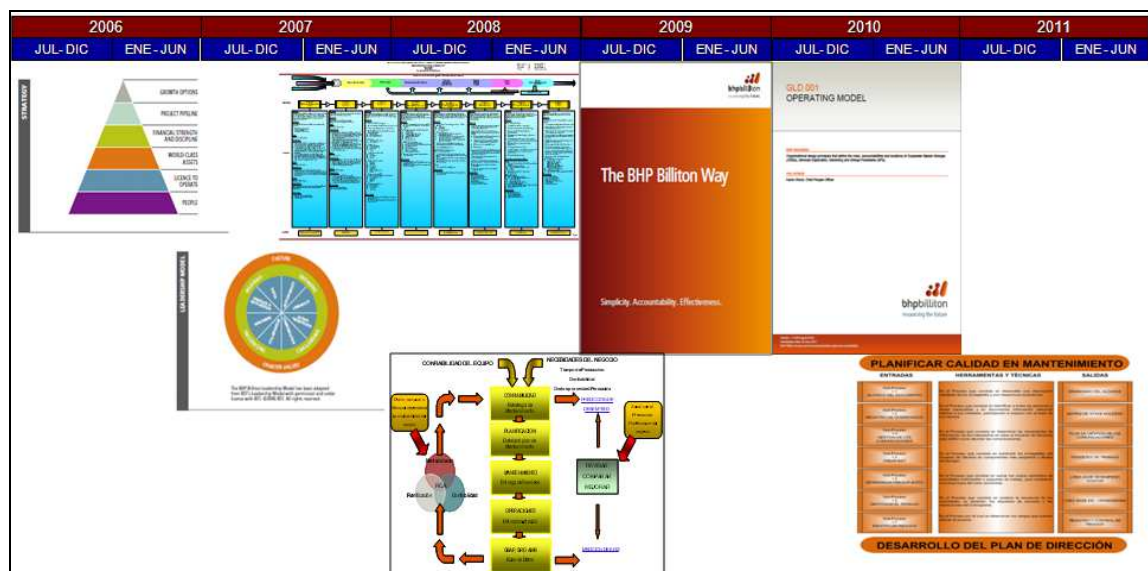


Figura N°5.8. LINEA DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN (Peters 2010, basado en PMBOK).

## 5.10. RECOMENDACIONES

**La Simplificación** elimina las personalizaciones desarrollando e incorporando procesos y métricas comunes.

**La Estandarización** de nuestros procesos y métricas mejorará la visibilidad de nuestras prácticas líderes, permitiendo así que aprendamos con facilidad unos de otros.

**Datos comunes** significativos asegurarán que la información a través de toda la organización sea confiable y consistente para permitir una toma de decisiones informada y oportuna:

**Procesos Comunes** gatillarán una mejora de desempeño significativa y otorgarán grandes beneficios para nuestros sistemas de información, los cuales actualmente son complejos y segmentados. En un sistema único establecerá y promoverá una eficiencia en costos, confiabilidad y rapidez, suministrando información precisa y oportuna.

**Un único sistema** Un sistema integrado nos ofrecerá acceso a datos y procesos comunes.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN BRADLEY. “Controladores Programables” Publicación 1785-6.2.11.
- AMENDOLA LUIS Ph.D, 1997. Artículos de Confiabilidad y Gestión de Activos.
- AMENDOLA LUÍS Ph.D, 2007. Organización y Gestión del Mantenimiento.
- ANSELM GRÜN Y FRIEDRICH ASSLÄNDER, 2009. Liderazgo un Enfoque Espiritual.
- BHPBILLITON, 2005. Modelo de Liderazgo, Estilos transformacionales.
- BHPBILLITON, 2010. Modelo Operacional, GLD001, 1SAP.
- CLAYTON. M. CHRISTENSEN, 2010. ¿Cómo evaluará su Vida? Harvard Business Review.
- COSTABAL FRANCISCO, 2007. Informe de Sustentabilidad Minera Spence.
- DOUGLAS CONSIDINE, 1987. Process Instruments and Controls Handbook.
- GEORGE CARLÍN, 1993. Pensamientos.
- GUÍA DEL PMBOK IV EDICION, 2008. Fundamentos para la dirección de Proyectos.
- JOHN MOUBRAY. 2004, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- MARCIAL LOSADA, 2005. Meta Learning, Equipos de Alto Desempeño.
- MRQ CONSULTORES, 1997. Diagrama de decisión RCMII.
- PROJECT MANAGEMENT & MAINTENANCE, PMM INSTITUTE

FOR LEARNING.

- RODRIGUEZ JOSE, Gestión del Mantenimiento.
- TALLER YELLOW BELT, 2006. Excelencia Operacional.
- TORRES DANIEL LEANDRO, Mantenimiento Industrial.

# **ANEXO I**

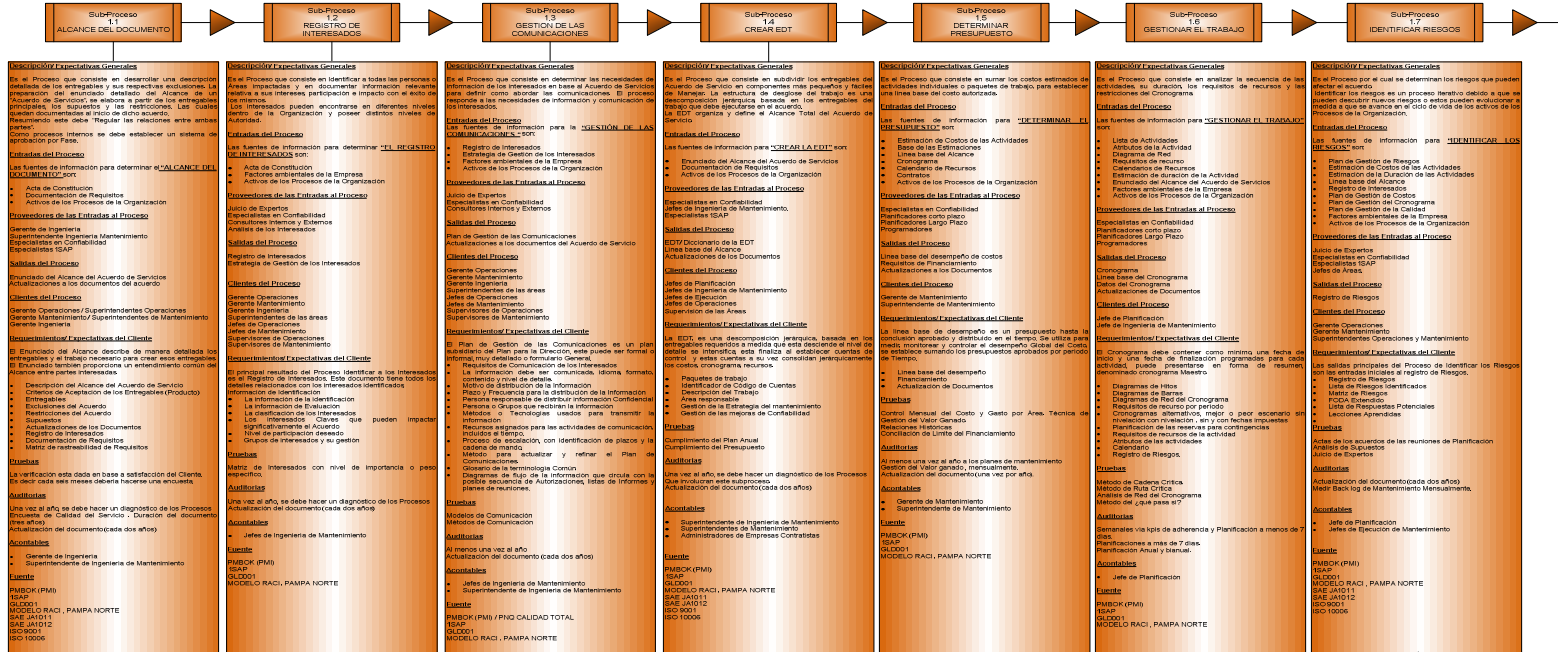
**Metodología de:**

**Gestión de la Calidad en Mantenimiento Planta Minera Spence**



# FLUJO DE TRABAJO PLANIFICAR CALIDAD EN MANTENIMIENTO

ENTRADAS



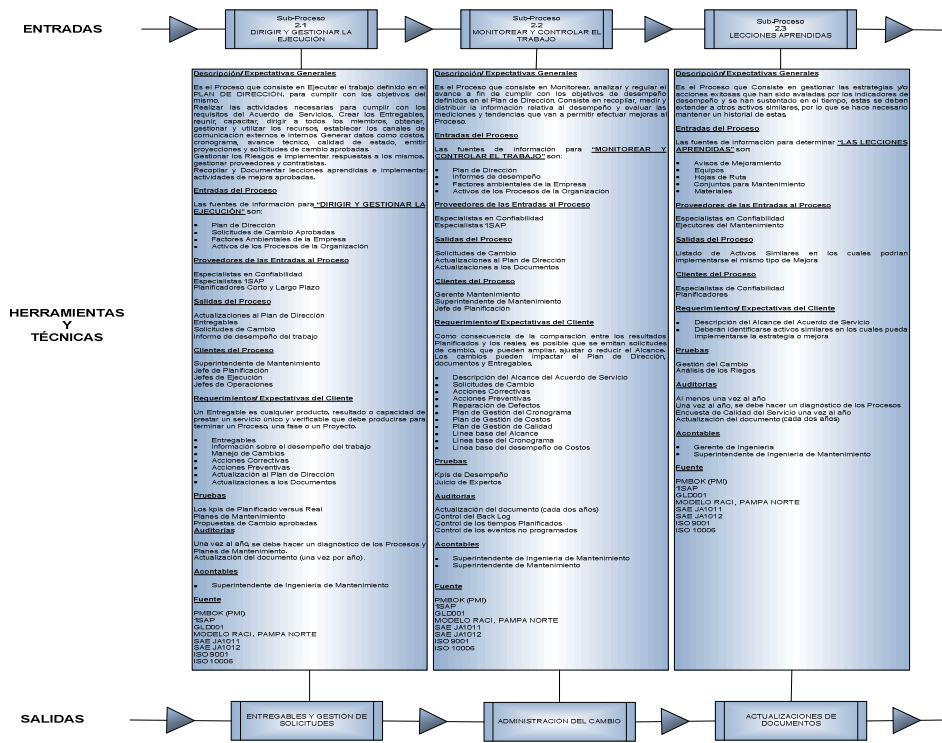
SALIDAS



## ENTREGABLES DESARROLLO DEL PLAN DE DIRECCIÓN

**CONSISTE EN DOCUMENTAR LAS ACCIONES NECESARIAS PARA DEFINIR, PREPARAR, INTEGRAR Y COORDINAR TODOS LOS PLANES SUBSIDIARIOS. EL PLAN DE DIRECCIÓN DEFINE LA MANERA EN QUE SE EJECUTA, MONITOREA Y SE CONTROLA.**  
 Entradas → Salidas de los Procesos de Planificación → Salidas → Plan para la Dirección

# FLUJO DE TRABAJO EJECUTAR CALIDAD EN MANTENIMIENTO

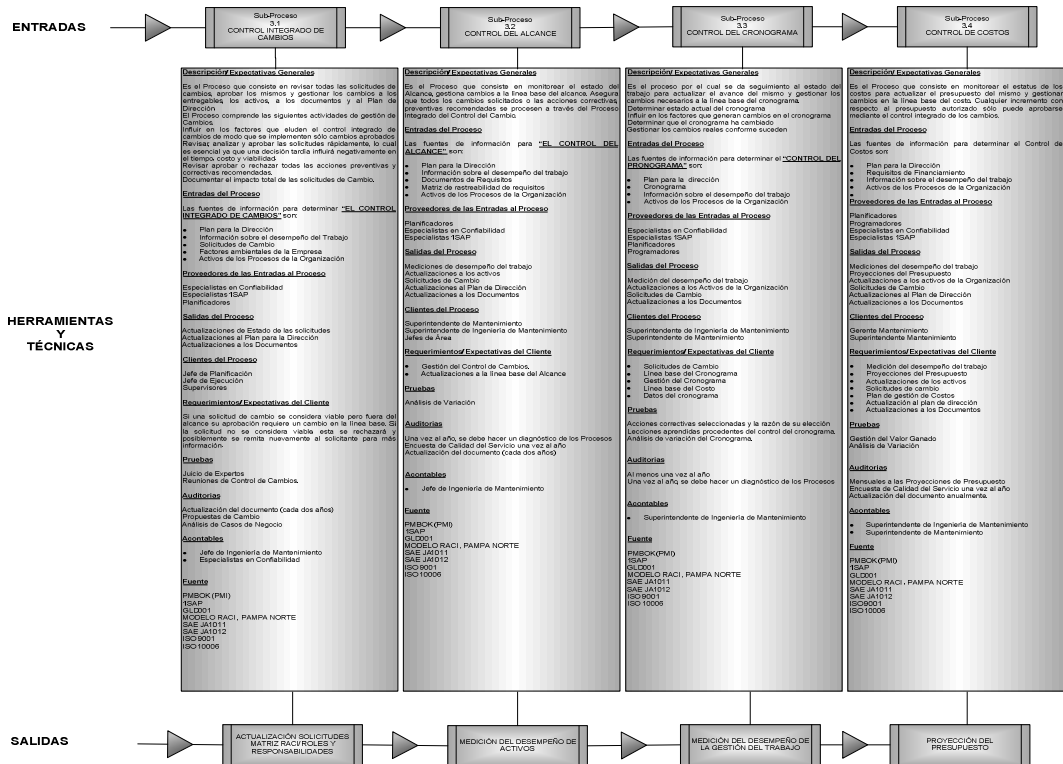


## ENTREGABLES CONTROL INTEGRAL DE CAMBIOS

**CONSISTE EN REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE LOS CAMBIOS. ES EL PROCESO QUE REvisa LAS SOLICITUDES DE CAMBIO, APROBACIÓN DE LOS MISMOS, GESTIONA LOS CAMBIOS A LOS ENTREGABLES, A LOS ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN, A LOS DOCUMENTOS Y PLAN DE DIRECCIÓN**

Entradas → Plan de Dirección → Salidas → Actualizaciones de Estado de las Solicitudes

**FLUJO DE TRABAJO** → **CONTROLAR CALIDAD EN MANTENIMIENTO** → **MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO**



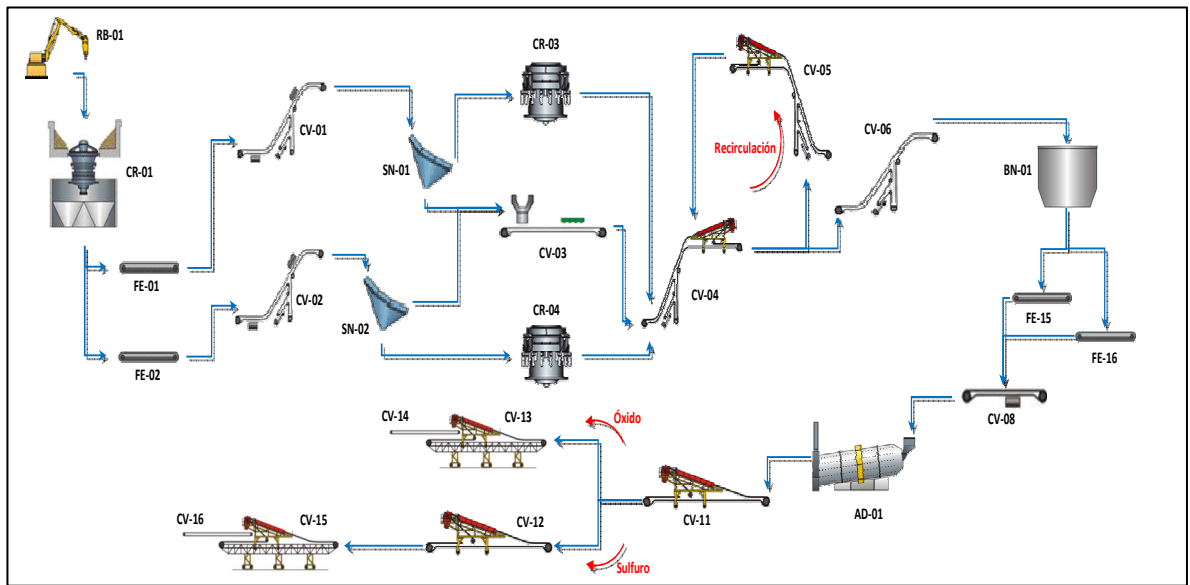
**ENTREGABLES** → **VERIFICAR EL ALCANCE** → **"ACUERDO DE SERVICIO ENTRE ÁREAS"**

**PROCESO QUE CONSISTE EN FORMALIZAR LA ACEPTACIÓN DE LOS ENTREGABLES QUE SE HAN COMPLETADO. INCLUYE REVISAR LOS ENTREGABLES CON LAS PARTES INTERESADAS PARA ASEGURARSE QUE HAN SIDO COMPLETADAS SATISFACTORIAMENTE Y OBTENER SU APROBACIÓN.**

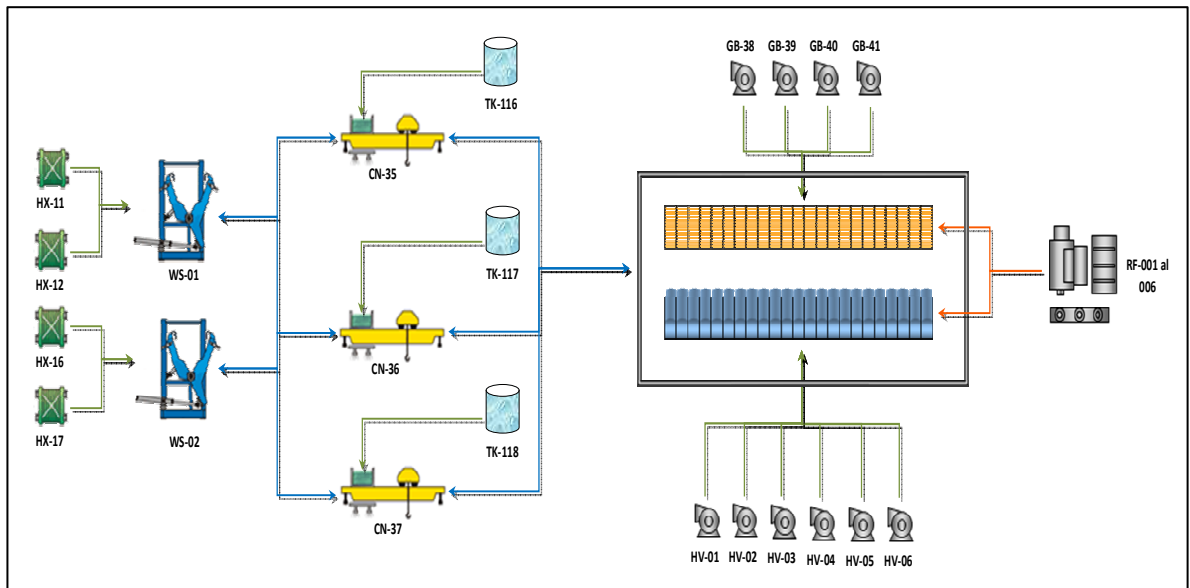
Entradas → **Matriz de Rastreabilidad** → Salidas → **Entregables Aceptados**

MATRIZ RACI		Account	Respons	Involved	Comunic	Nada						
TABLA DE FUNCIONES Y RELACIONES MANTENIMIENTO CONFIABILIDAD		Mantenimiento Mina				Ingeniería de Mantenimiento			Mantenimiento Planta			
Accountable For	Activity or Functon	Superintendente	Jefe Planificación	Jefe Mantenimiento CAT	Jefe Mantenimiento Pallas-Perfos-Sold	Superintendente	Confiabledad Mina-Planta	Monitoreo de Condiciones	Superintendente	Jefe Planificación	Jefe Mantenimiento	
Reportabilidad de Mantenimiento	- Generar Reportes de Kpis de Resultado Final de Mantenimiento (disponibilidad, MTBF, MTTR, MTBS, etc)											
Reportabilidad de Mantenimiento	- Generar Reportes de Kpis 1SAP											
Reportabilidad de Mantenimiento	- Generar reporte de vida útil de Componentes/Sistemas											
Reportabilidad de Mantenimiento	- Administrar Bases de datos de mantenimiento (Horómetros, detenciones, etc)											
Planificación	- Generar LOA de Mantenimiento considerando Estrategia acordada con Ingeniería											
Planificación	- Generar Quinquenio de Mantenimiento considerando Estrategia acordada con Ingeniería											
Planificación	- Generar Plan Trimestral de Mantenimiento considerando Estrategia/recomendaciones de Ingeniería acordadas											
Planificación	- Generar Plan Mensual de Mantenimiento considerando recomendaciones de Ingeniería acordadas											
Planificación	- Generar Plan Semanal de Mantenimiento considerando recomendaciones de Ingeniería acordadas											
Administración del Trabajo	- Reportar adecuadamente en OT el detalle del trabajo realizado tanto programado como imprevisto											
Administración del Trabajo	- Reportar adecuadamente en OT los síntomas/causas/acciones en equipos al intervenir por imprevisto											
Administración del Trabajo	- Avisos de monitoreo											
Administración del Trabajo	- Avisos de inspecciones											
Reuniones	- Reunión de Proyecto Overhaul de Equipos											
Reuniones	- Reunión de Presentación de Programa Bimensual											
Reuniones	- Reunión de levantamiento de requerimientos para Programa Mensual											
Reuniones	- Reunión de Presentación de Programa Mensual											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Análisis de incumplimiento y acciones tendientes a mejoramiento de KPI 1SAP											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Seguimiento de cumplimiento de acciones de mejoramiento Continuo											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Seguimiento de KPI de resultado final											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Alimentación de datos de detenciones de equipos con información enriquecida para eliminar defectos											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Establecer relación de ReDo entre detenciones sucesivas de equipos											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Conducción de análisis de causa raíz por evento											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Detección de Fallas de Producto											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Convocar reunión técnica para detenciones de equipo con difícil diagnóstico											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Tratamiento de ideas aportadas en proceso de mejoramiento continuo											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Elaboración de Informe Preliminar de Falla											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Análisis de Consumo de Repuestos y Reparaciones											
Proceso de Eliminación de Defectos	- Elaboración de Informe Final de Análisis de Fallas con las medidas correctivas debidamente avisadas en sistema (1SAP)											
Proceso de Garantías	- Suministro de información soportante de garantía a reparables											
Proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Equipos	- Definir estrategia de mantenimiento para Equipos											
Proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Equipos	- Desarrollo de análisis estratégicos/tácticos de mantenimiento											
Proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Equipos	- Asistencia en proceso de presupuestación (Forecast, Anual, Quinquenio)											
Proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Equipos	- Apoyar en la Generación de Master Data para 1SAP											
Proceso de Desarrollo y Mantenimiento de Equipos	- Definición de Stocks (PD, V1, Reparables) para los distintas Unidades Mantenibles											
Monitoreo de Condiciones	- Solicitar acciones de mantenimiento basado en resultados de análisis de datos obtenidos por monitoreo											
Monitoreo de Condiciones	- Consolidar la condición de un equipo/componente conjugando los resultados de todas las técnicas de monitoreo apropiadas											
Monitoreo de Condiciones	- Seguimiento/Generación de Alertas de Abusos Operacionales (Alarmas de Sistemas por Operación sobre límite de diseño)											
FLAC	- Seguimiento a cumplimiento de estándares de mantenimiento (control de la contaminación y housekeeping)											
Otros	- Participación en proyectos six-sigma asociados a mantenimiento											
Otros	- Participación en definición e implementación de proyectos de R&D o Mejoramiento Continuo. (GlobalSupply/Alanzas/Cluster)											

## EQUIPOS CRITICOS AREA SECA



## EQUIPOS CRITICOS AREA HÚMEDA





## **ANALISIS DE LOS PAQUETES DE TRABAJO (WBS)**

### **DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA**

La administración de la confiabilidad requiere del establecimiento de Estrategias de Mantenimiento de activos físicos, contra los cuales se mide el desempeño real para asegurar que los activos que están siendo mantenidos están alcanzando sus metas de desempeño esperadas:

- Elaborando planes y programas de mantenimiento (reparación, lubricación, cambio de componentes mayores y menores) e inspección de equipos en instalaciones industriales.
- Solucionando problemas recurrentes en los activos fijos que afectan los costos y la efectividad de las operaciones.
- Determinando tareas que permitan minimizar riesgos en los procesos, equipos e instalaciones, y medio ambiente.
- Estableciendo procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.
- Determinando el alcance y frecuencia óptima de paradas de plantas.

Las estrategias pueden ser desarrolladas usando análisis de mantenimiento centrado en la confiabilidad o, dependiendo de las circunstancias, las recomendaciones del fabricante. Cualquiera sea el método empleado, es indispensable tener un claro conocimiento de la planta y de la ingeniería del mantenimiento.

Para proporcionar una perspectiva adecuada de donde poner el esfuerzo adecuado al establecer las estrategias, se debe realizar una evaluación de la criticidad de la planta. Esto también es útil para la programación del trabajo y para la programación de los procesos de trabajo ya que **impulsa el establecimiento de prioridades de trabajo.**

Las estrategias, una vez establecidas, son representadas y administradas dentro de GSAP a través de un Plan de Mantenimiento.

El desarrollo de las estrategias de mantenimiento es la piedra angular de la administración del mantenimiento de los activos físicos, y no es un ejercicio trivial sin importar cual método se haya seleccionado.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, deberá ser guiado por la gerencia hasta su completa implementación mediante la representación de las estrategias en GSAP. Para mantener una mejor oportunidad de un programa RCM exitoso, se debe utilizar el software de análisis de RCM por sobre los métodos manuales.

Cualquier proceso de análisis RCM o programa de software seleccionado debe satisfacer la intención de SAE JA1011 – Criterio de Evaluación de los Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y SAE JA1012 – Guía para el Estándar del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

### **Brechas Funcionales de SAP**

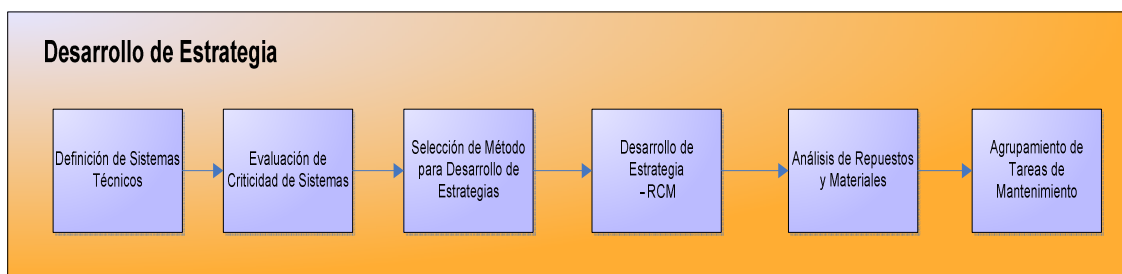
La funcionalidad SAP PM (generalmente) soportará los requerimientos transaccionales y los requerimientos básicos de reportes para la administración de la confiabilidad.

**SAP no tiene la capacidad para desarrollar estrategias de mantenimiento de los equipos.** La solución estándar SAP RCM – RCMO no satisface los requerimientos del proceso del negocio, de la misma forma que no satisface la intención de SAE JA1011 y SAE 1012.

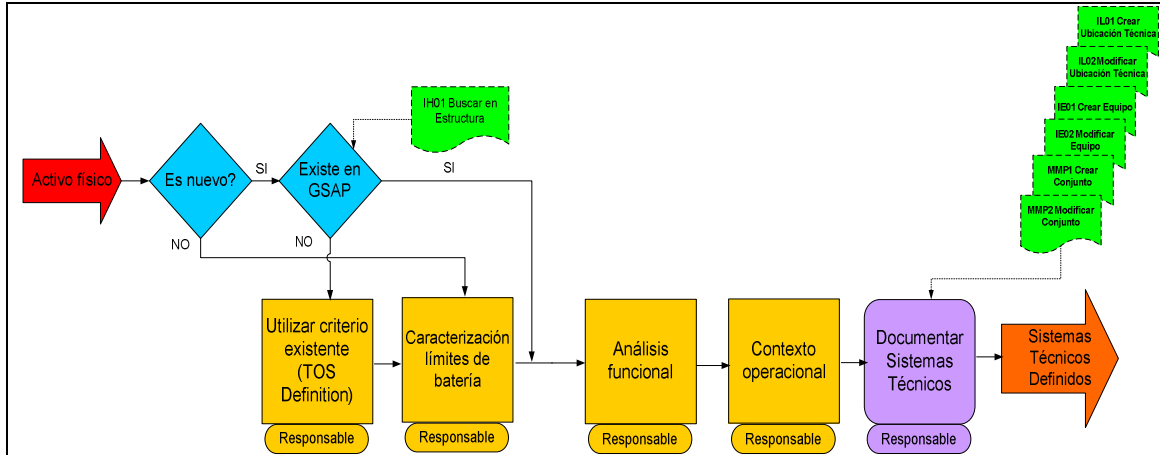
## Supuestos

- No existe un paquete estándar dentro de BHP Billiton para el desarrollo de estrategias de mantenimiento de los equipos.
- BHP Billiton puede desarrollar en el tiempo la capacidad y la cultura para soportar la administración de la confiabilidad.
- El desarrollo de la estrategia es en gran medida un proceso de una sola vez y niega el requerimiento de interfaces hacia GSAP desde las herramientas de desarrollo.
- Los requerimientos de análisis de repuestos y materiales será soportado por la organización abastecedora.

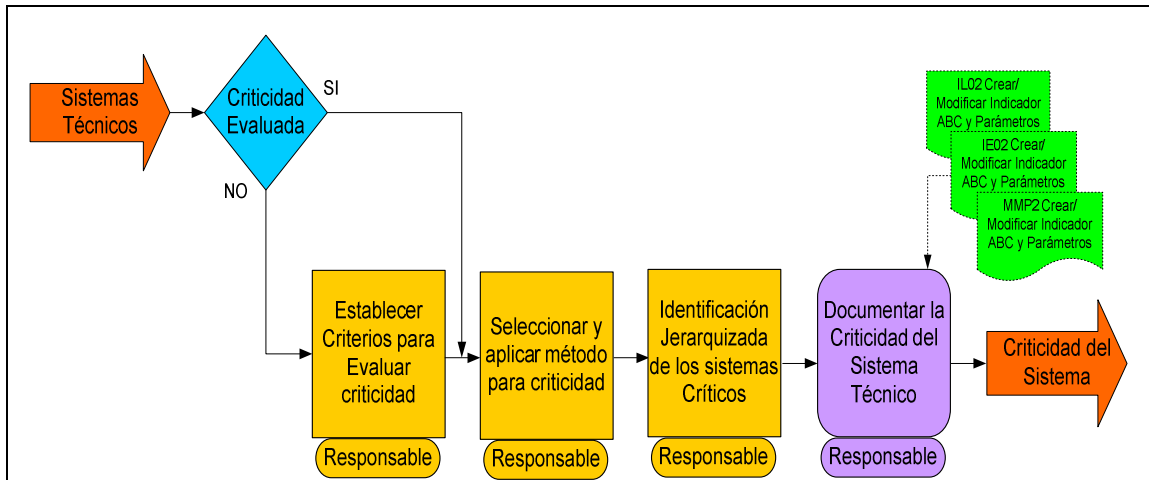
## SUBPROCESOS DEL DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA



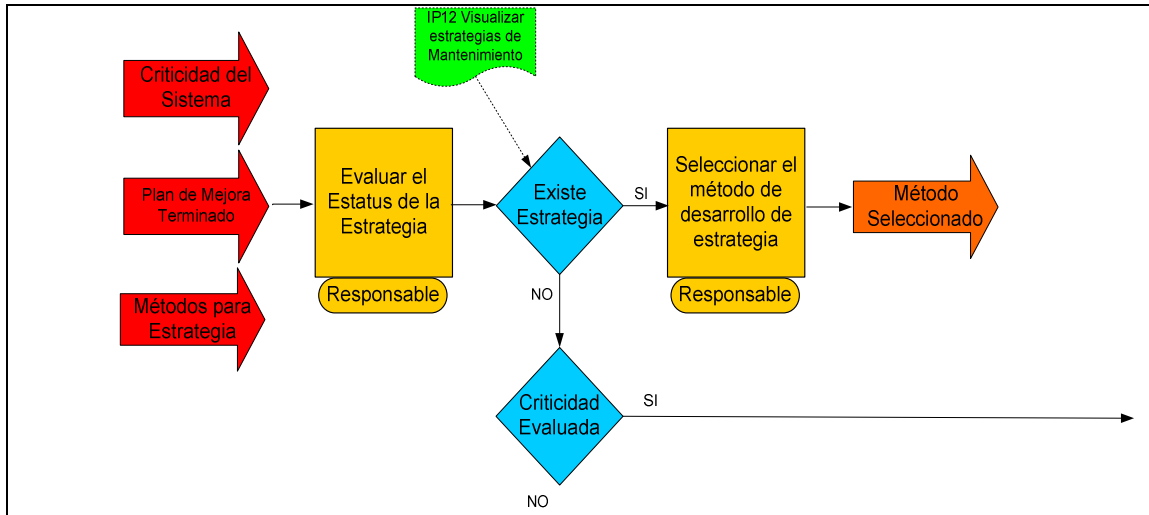
- Definición Sistema Técnico



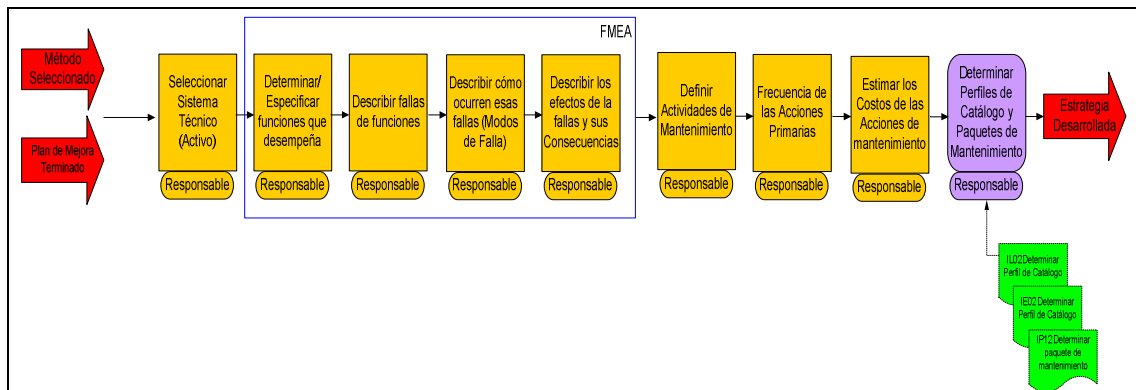
- Evaluación Criticidad del Sistema



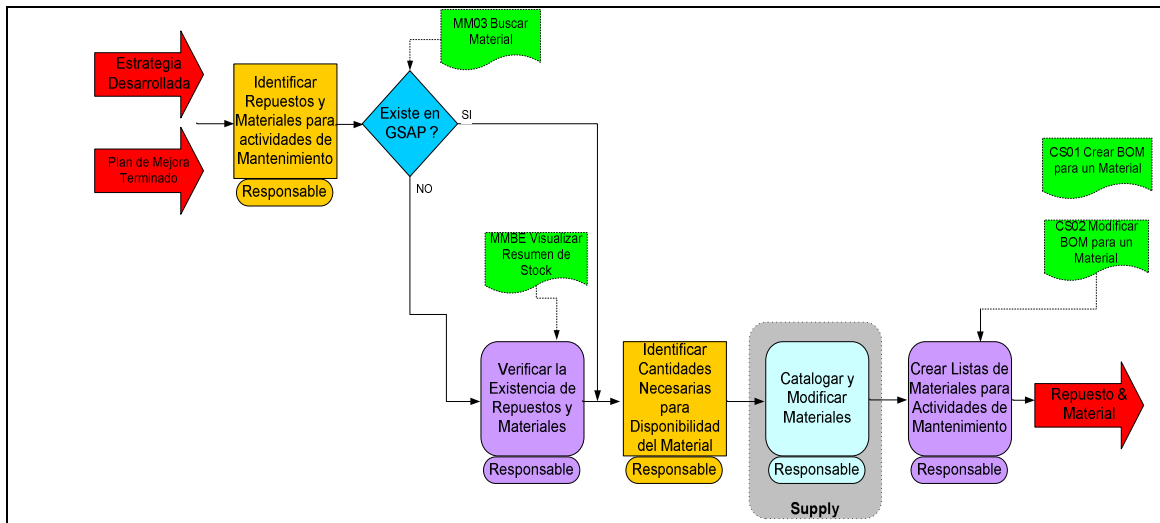
- **Selección del Método de Desarrollo de la Estrategia**



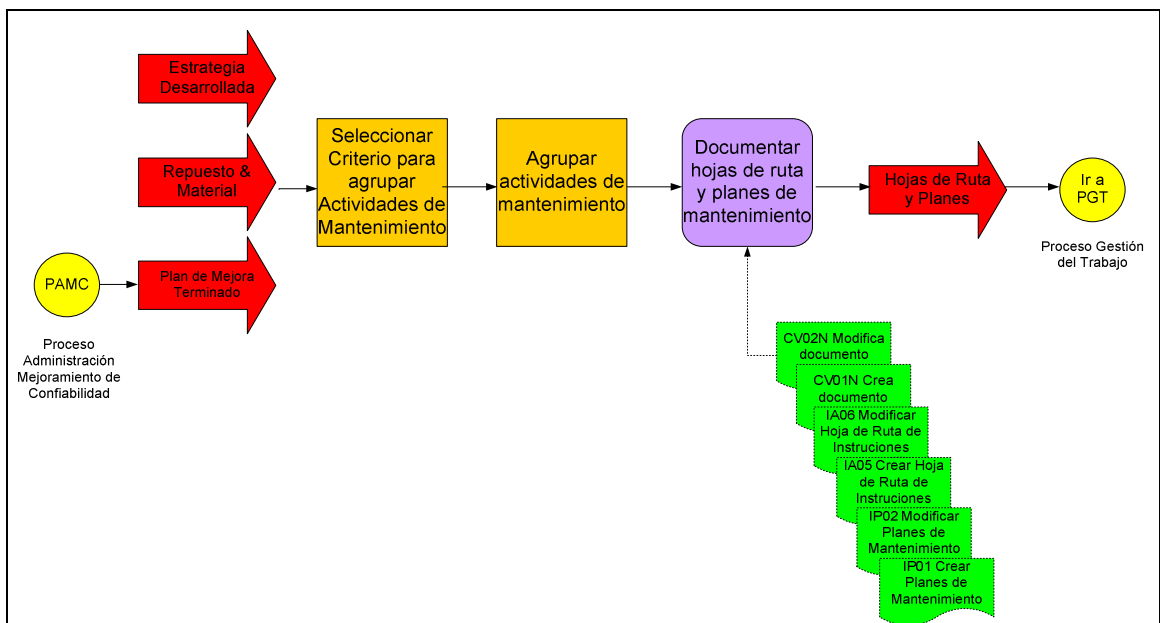
- **Desarrollo de la Estrategia de Mantenimiento**



- **Análisis de Repuestos y Materiales (R&M)**



- **Agrupamiento de las Actividades de Mantenimiento**



## **MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD**

Para realizar un mejoramiento de la confiabilidad de los procesos de mantenimiento, es indispensable que cada Activo tenga una estrategia de mantenimiento desarrollada. En la medida que esta estrategia sea desplegada y utilizada se podrá realizar un proceso de mejoramiento continuo. Para iniciar este proceso se debe enfocar en:

- Información disponible para la toma de decisiones en los futuros mejoramientos.
- Revisión de la efectividad de las estrategias de mantenimiento considerando el contexto operacional.
- Desempeño del activo, de acuerdo a su capacidad de diseño requerida por el proceso.
- Calidad de los procesos de mantenimiento y calidad con que las personas van a ejecutar las tareas de mantenimiento de los equipos.

Los procesos relacionados con la administración del mejoramiento de la confiabilidad que identifican, manejan y resuelven las oportunidades de mejora del activo permitirán producir en forma competitiva los servicios y en el tiempo adecuado. Es importante, que sean enfocados a minimizar las pérdidas por la vía de mejorar la capacidad productiva.

Todos los análisis orientados al Proceso de la Administración del Mejoramiento de la Confiabilidad serán requeridos a través de GSAP mediante la creación de un aviso tipo M3 y documentados mediante una Orden de Mantenimiento tipo PM06 con clase de actividad NDR (MAT). Este tipo de orden será utilizado para

realizar los análisis del área de confiabilidad y considerar en ella las horas en que el personal de mantenimiento ha participado de los estudios.

Las acciones de mejoramiento derivadas de los análisis se encauzarán y documentarán en GSAP a través de la creación de avisos subsecuentes que serán tratados en órdenes de mantenimiento tipo PM04, para el caso en que la mejora sea objeto de un proyecto de capital; PM05 para el caso en que las acciones de mejoramiento demanden costos mas allá de la mano de obra interna y PM06, para estudios y otros análisis que no demanden más que mano de obra interna. Las clases de actividad para estas órdenes serán restringidas a NDR, NT, NI o M (MAT).

### **Requerimientos**

Contar con métodos que ayuden a mejorar continuamente los procesos que definen la estrategia de mantenimiento.

El uso de los avisos de mejoramiento es una buena herramienta que tiene la finalidad de llevar el registro del historial de la mejora, para planificar, manejar y programar las tareas requeridas para investigar y procesar un mejoramiento hasta su término.

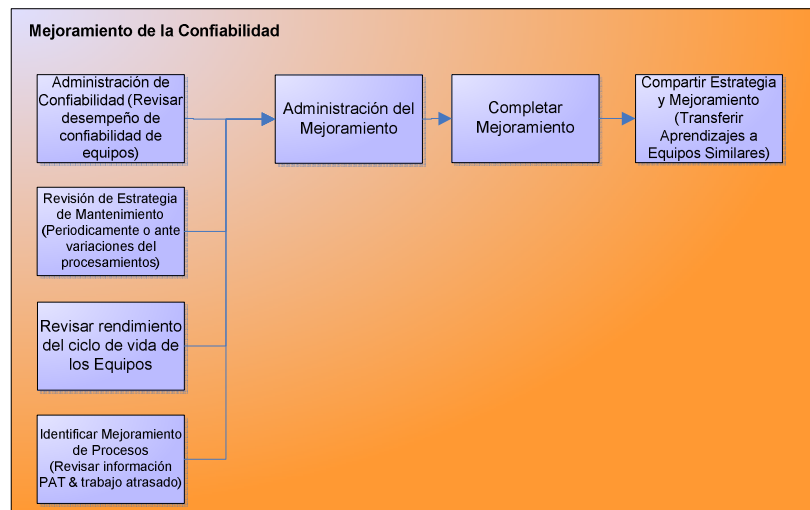
Estos avisos permiten la planificación, la programación y la asignación de responsabilidades y de las tareas que son creadas con el objeto de expresar los pasos lógicos necesarios para manejar una oportunidad de mejoramiento hasta su cierre. También, actúan sobre el objeto al cual se le debe anexar la documentación del mejoramiento.

La intención del subproceso de la Administración del Mejoramiento de la Confiabilidad es que éste sea completado usando los recursos disponibles en las operaciones diarias de la función de mantenimiento.

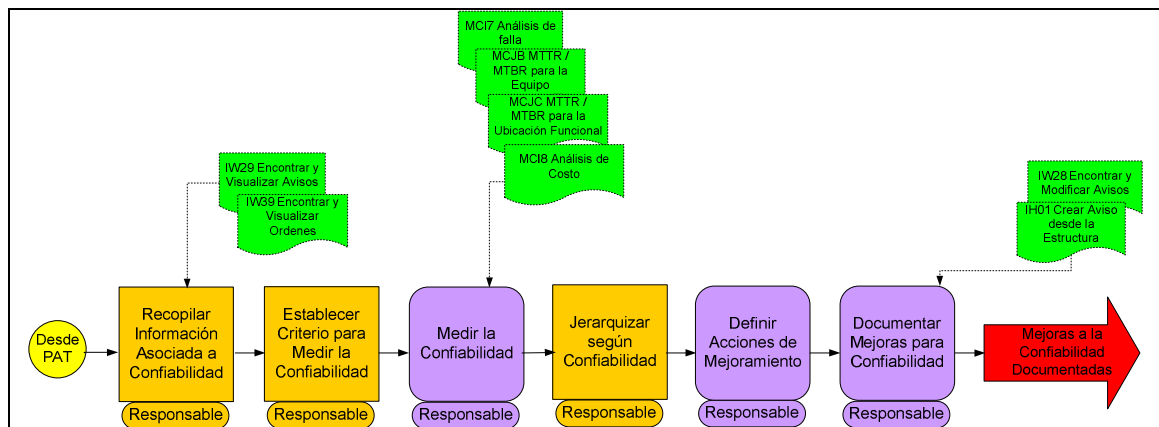
## Controles del Negocio

Por medio de los **perfiles de madurez del mantenimiento** posibilitará revisar la incidencia de las acciones que son generadas como parte del mejoramiento.

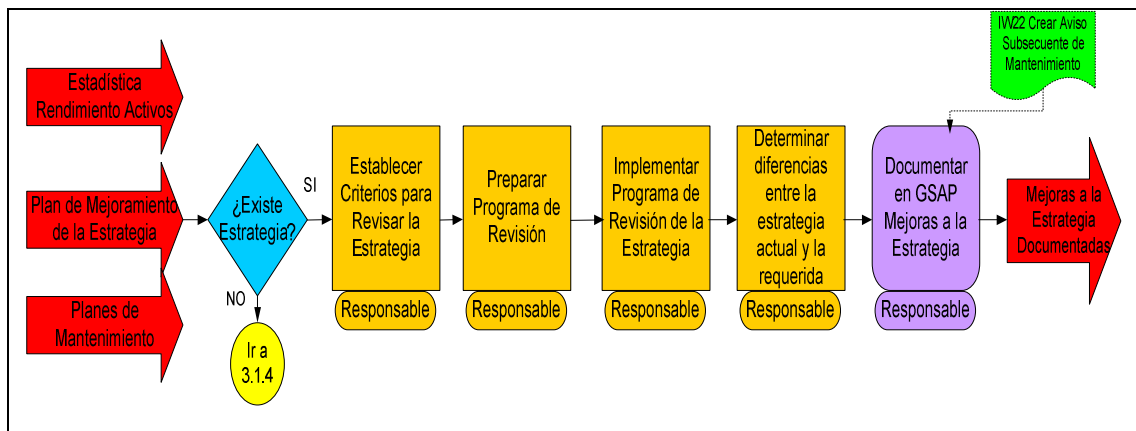
## SUBPROCESOS DEL MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD



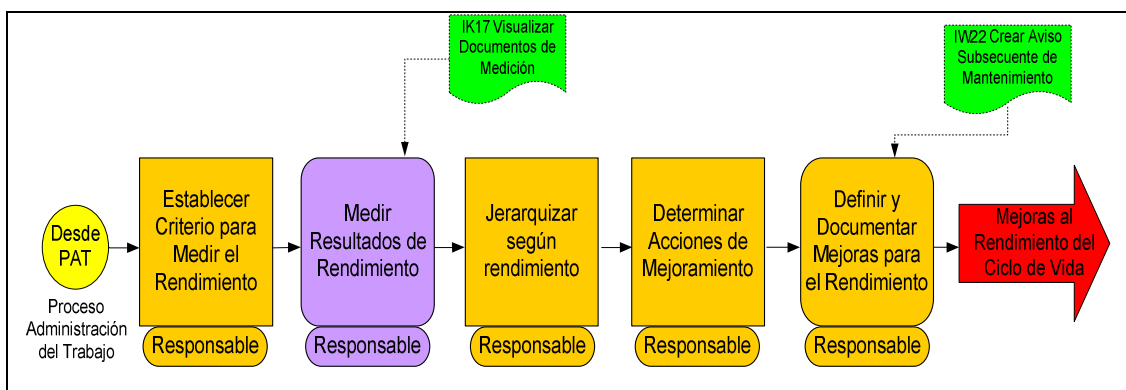
- **Administrar la Confiabilidad (Revisión del Rendimiento de la Confiabilidad)**



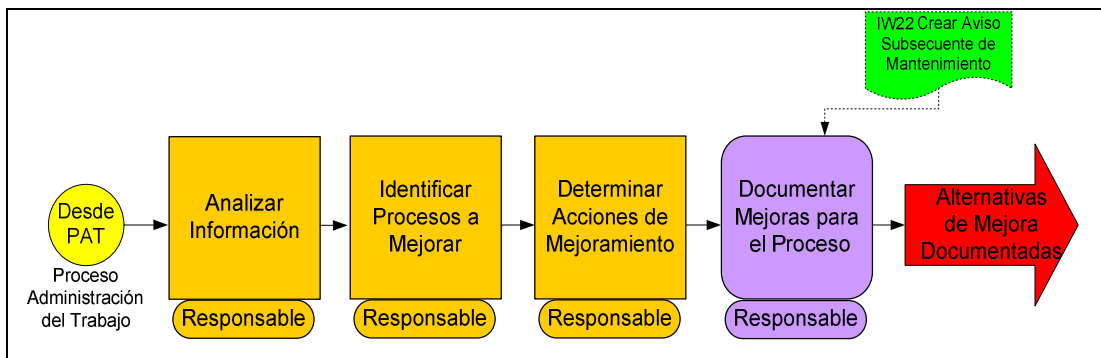
- **Revisión de la Estrategia de Mantenimiento Programada (Periódica o Parte del Rendimiento Total)**



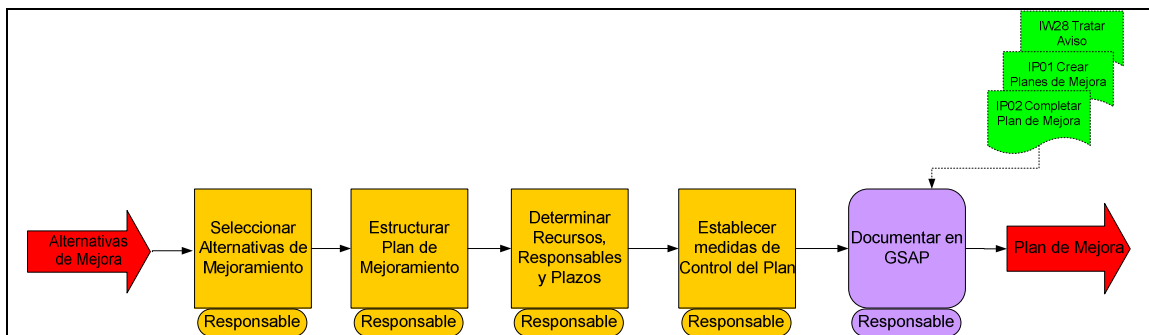
- **Revisar Rendimiento Ciclo Vida de los Activos**



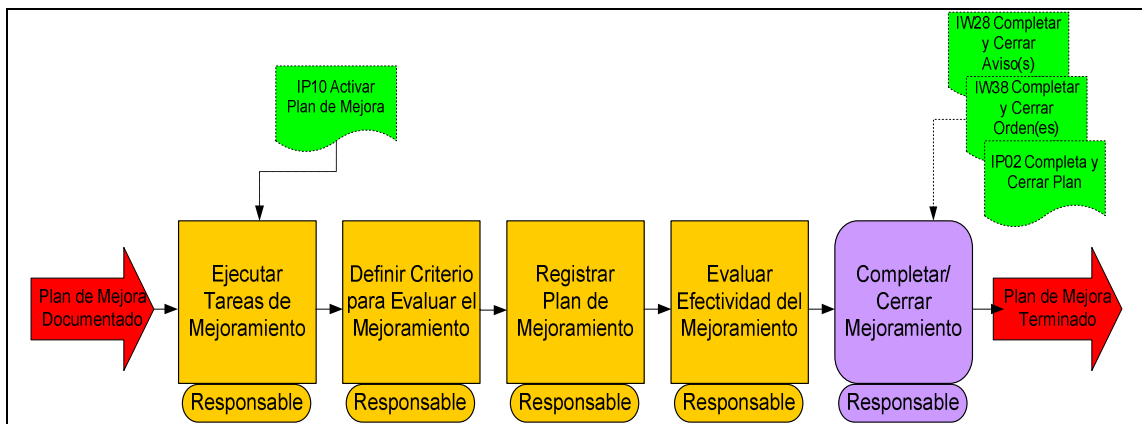
- Identificar el Mejoramiento de los Procesos de Administración de Trabajo)



- Administrar el Mejoramiento



- **Completar el Mejoramiento**



- **Compartir Conocimiento de las Estrategias (Transferir lo aprendido).**
-

