



ESCUELA DE NEGOCIOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERIO SANTA MARÍA
Escuela de Negocios Departamento de Ingeniería Comercial
MBA, Magíster en Gestión Empresarial

**“PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE
ACTIVOS DESDE UNA PERSPECTIVA DE GESTIÓN
INTEGRADA DE LA CADENA DE SUMINISTROS, MINERA
CENTINELA”**

Tesis de grado presentada por

Claudio Benítez Valenzuela

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina Dr Luis Acosta

Noviembre de 2018

TITULO DE TESINA: “PLANIFICACIÓN Y GESTION DE MANTENIMIENTO DE ACTIVOS DESDE UNA PERSPECTIVA DE GESTION INTEGRADA DE LA CADENA DE SUMINISTROS, MINERA CENTINELA”

AUTOR: Claudio Iván Benítez Valenzuela

TRABAJO DE TESINA, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES: _____

COMISIÓN DE TESINA: Luis Acosta E.
Zocimo Campos J.
José Miguel González P.

Santiago, Noviembre 2018

Todo el contenido, análisis,
conclusiones y opiniones
vertidas en este estudio son de
mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: CLAUDIO IVAN
BENITEZ VALENZUELA.

Fecha: 07 DE DICIEMBRE 2018.

Índice

Resumen Ejecutivo.....	5
1.0- Capítulo I Introducción.....	6
1.1 Definición y Justificación del Tema	6
1.2 Objetivo General	7
1.3 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Alcance	8
1.5 Metodología de trabajo	8
2.0- Capítulo II Estado del Arte	10
2.1 Situación Actual	10
2.2 Marco Teórico	18
3.0- Capítulo III Propuesta.....	23
3.1 Modelo de Gestión de Activos y Abastecimiento	23
3.2 Actividades propuestas.....	26
3.3 Proyección de los resultados	28
4.0- Capítulo IV Análisis y Discusión de Resultados	30
4.1 Iniciativas Ejecutadas	30
5.0 Capítulo V Conclusiones.....	37
Bibliografía	38
Anexos.....	39

Resumen Ejecutivo

La administración de los inventarios en la industria minera presenta múltiples desafíos, mantener niveles saludables de stock, junto con asegurar niveles de servicio óptimos que permitan brindar continuidad operacional a los procesos claves, a objeto de satisfacer una demanda con cierto grado de variabilidad no es para nada sencillo.

Para lograrlo es necesario mirar de manera integrada a la cadena de suministro y a la gestión de activos, las distintas estrategias de mantenimiento de los procesos productivos deben ir de la mano con la estrategia del aprovisionamiento de materiales, mientras más conocida sea la demanda de bienes y servicios, y más conocido sea el mercado de proveedores, mayor serán los beneficios para las partes involucradas.

A través de un robusto análisis de criticidades de procesos, equipos, componentes y repuestos por parte de las áreas de Confiabilidad, se puede contar con planes de mantenimiento más eficientes y mientras se disponga de más tiempo para conocer estos planes, Abastecimiento podrá agregar demanda, proyectar y gestionar de mejor manera las compras.

La función de compras en la actualidad es la responsable de buscar las mejores relaciones comerciales con los proveedores, a través de técnicas como el Category Management se puede identificar y clasificar a los proveedores por categorías; en función al posicionamiento que estos tienen en el mercado, quienes son sus principales competidores, cuanto representa mi Compañía en las ventas de un determinado proveedor, que tan crítico es este para mis procesos productivos, etc.

El resultado de este análisis permitirá a Compras trazar el mapa estratégico para la adquisición de bienes y servicios, para obtener así el mayor beneficio y asegurar una cadena de suministros robusta y confiable, manteniendo niveles de inventario óptimo y alineado con las necesidades de las áreas operativas.

1.0- Capítulo I Introducción

El fin del súper ciclo del cobre a comienzos del 2016 motivó en la industria una serie de medidas tendientes a disminuir los cash costs C1, desde cambios en las estructuras organizacionales, pasando por re negociación de los principales contratos de bienes y servicios, hasta la implementación de cambios tecnológicos en los procesos productivos, misma temática en la que se enmarca el presente trabajo.

Abastecimiento y Contratos tiene en la actualidad un rol activo en el control y disminución de los costos siendo un constante buscador de sinergias y palancas a nivel de todas las compañías de Antofagasta Minerals, en donde operan 4 Compañías Mineras, Los Pelambres Cuarta Región, Zaldívar, Antucoya y Centinela en la Segunda Región.

El presente trabajo busca una reducción de los inventarios equivalente a un 10% (cerca de 15 millones de dólares, equivalente al 0,45% de la inversión total del proyecto) centrado en la problemática de mantención y confiabilidad de plantas desde una perspectiva de Gestión Integrada de la cadena de Suministros.

Las estrategias de mantenimiento definidas por el área de Confiabilidad muchas veces no son comunicadas ni mucho menos alineadas a la gestión de compras, el trabajo en conjunto entre Mantenimiento Plantas y Abastecimiento es clave para la generación de contratos de suministros acordes a las nuevas necesidades de la industria, mejores precios en bienes y servicios, que considere el desarrollo de nuevos proveedores con roles más activos en los resultados operacionales, generando incentivos atractivos para poder integrarlos en la cadena de valor.

1.1 Definición y Justificación del Tema

Minera Centinela ha implementado una política de reducción de costos, en este sentido, las áreas operacionales y de apoyo deben trabajar para definir estrategias que permitan optimizar sus procesos.

Abastecimiento junto con Gestión de Activos se han centrado en la reducción de los inventarios y en la confiabilidad de sus procesos, para ello se debe diseñar una serie de planes tendientes al aseguramiento de materiales a un mínimo costo.

La reducción de inventario solicitada será de un 10%, lo que implicará bajar de 140 MM USD a 125 MM USD (15 MM USD de reducción, 0,45% del monto total del proyecto).

El desafío planteado debe dar como resultado, planes de mantenimiento que aseguren confiabilidad de los procesos productivos y obtener la reducción de inventario comprometida.

1.2 Objetivo General

Desarrollar un modelo de gestión de inventarios alineado con la estrategia de gestión de activos de la Compañía para optimizar los niveles de inventario y maximizar el nivel de servicio OTIF (On time in full).

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar las actuales estrategias de mantenimiento de equipos, analizar los procesos productivos y sus criticidades.
Mapeo de los principales proveedores que constituyen el 80% de las compras anuales de la Compañía.
Definir estrategias de aprovisionamiento de materiales en conjunto con el área de Confiabilidad del Mantenimiento, integrando a proveedores en el diseño del modelo, se busca mantener niveles óptimos de inventarios, agregando demanda de materiales de todas las compañías de Antofagasta Minerals, menor nivel de inventarios y disminuir costos.
- Analizar los equipos, insumos, componentes y repuestos sin rotación, vencidos o dañados con la finalidad de que pasen por el proceso de obsolescencia y diseñar el proceso de Logística Reversa para obtener los mejores valores de venta por categorías.

1.4 Alcance

La presente Tesis se circunscribe a las 3 Bodegas de Minera Centinela, Bodega Central, que soporta el proceso productivo de Mina y Planta Concentradora, Bodega Norte, que da soporte al proceso de obtención de cátodos de cobre y Bodega Muelle, que soporta la operación de impulsión de agua de mar para el proceso de obtención del concentrado de cobre y el embarque marítimo del Concentrado como producto final, este trabajo considera además las áreas de gestión de activos de la compañía.

1.5 Metodología de trabajo

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó un plan de actividades contribuyentes para el logro del objetivo central, optimizar el nivel de inventario y mejorar el nivel de servicio, a cada actividad.

Las iniciativas que se han planificado contienen plazos de cumplimiento, responsables y estatus de la actividad que están a su vez en línea con los objetivos específicos de esta tesina.

Las actividades se detallan en las tablas 1 y 2:

NOMBRE INICIATIVA	DETALLES DE INICIATIVA	FECHA IMPLEMENT	RESP	STATUS
ATP Check	- Se realizará un taller en conjunto entre mantenimiento y abastecimiento con la finalidad de comenzar trabajo conjunto y enfocar reuniones de priorización y programación del modelo Operativo, se realizará en faena. - Se estudia barrera dura en la revisión de ATP Check para liberación de OT.	Mayo-2018	A Cortés M. Saldaño	
Simplificar directriz de inventarios (ABC Inventarios)	- Considerando la cantidad de PD que debe planificar mantenimiento, abastecimiento pasará a tipo planificación VB (con parámetros) materiales actualmente PD y que representan el 80% de SKU pero el 20% del costo. - Impacto en Centinela: 10.157 códigos C y 1.853 códigos B pasarán a ser parametrizados para facilitar planificación de mantenimiento.	Mayo / Junio 2018	Ing de Materiales	
Estandarización parametrización	- Levantamiento en las 4 operaciones de modelos de pronóstico y determinación de tamaño optimo de inventarios (lead time, consumo, lote económico, inventario seguridad). - Se revisará propuesta de Slim stock, y se evaluará un optimizador.	Julio-2018	Ing de Materiales	
Limpieza Pautas de Mantención	Levantamiento del exceso de consumos en Centinela con la finalidad de determinar si la pauta está generando problemas de exceso de solicitudes.	Junio-2018	M Saldaño, S Acevedo, A Cortés	
Alocación Costos	Alocador de costos de acuerdo al presupuesto que tiene el área para las paradas de planta o mantenciones mayores.	Junio-2018	O Pino, P Díaz, A Cortés	
Steer Co inventarios Centinela	Creación SteerCo para la revisión de inventarios en Centinela, que se reunirá todas las semanas a revisar los avances del plan de reducción de inventarios. Ing de Materiales está evaluando la opción de incorporar un recurso externo. Se revisarán las iniciativas con las que están llevando en conjunto con BCG, para alinear equipos de trabajo.	Abril - 2018	Abast Corporativo y operaciones	

NOMBRE INICIATIVA	DETALLES DE INICIATIVA	FECHA IMPLEMENT	RESPONSABLES	STATUS
Obsolescencia	- Se genera un procedimiento para enajenar US\$7,1M actualmente provisionados con obsolescencia. - Estos materiales ya se encuentran validados por área usuaria y se trata de obsolescencia tecnológica. - Se solicitará apoyo a Subgerencia de abastecimiento Centinela y bodega para generar las rebajas de las reservas que se generarán al centro de costo de "obsoletos para la venta"	Mayo-2018	J Peña Ing Materiales Bodegas Operaciones Contabilidad	
Cobro materiales PD de paradas de planta	- Evaluar y ejecutar cobro (por medio de inventario no valorado) a los materiales PD's que son solicitados a una parada mayor de planta. - Se evaluará también la opción de la comparación del presupuesto para la parada de planta versus las solicitudes que se realizan al stock.	Mayo-2018	F Celis P Díaz A Cortés D Arrigorriaga	
Acuerdo con proveedores para consignación móvil	- Se está evaluando qué tan atomizado se encuentra el mercado, para que en las paradas de planta mayores se pueda generar alguna negociación con proveedores, para que se pueda subir los materiales del plan y backlog, y que para el caso del backlog sea facturado luego de utilización en faena. - Se evaluará en primera instancia paradas de planta mayores y también mantenciones mayores de equipos mina.	Mayo-2018	Ing Materiales Logística	

Tablas 1 y 2 Actividades a desarrollar

Las técnicas a utiliza para ejecutar las actividades son:

- Definición de parámetros de reposición mediante uso del modelo Harris/Wilson.
- Definición de criticidades de repuestos, componentes y equipos a través de análisis de fallos y confiabilidad de los procesos productivos clave.
- Category Management para la definición de modelos de compra que maximicen el nivel de servicio y minimicen los inventarios.

2.0- Capítulo II Estado del Arte

2.1 Situación Actual

Los niveles de inventario en Minera Centinela han ido incrementándose de manera sostenida, esto impacta en los costos de la compañía, puesto que el principal incremento está reflejado en materiales no críticos y de baja rotación, las áreas de planificación del mantenimiento de las distintas plantas no cuentan con planes centrados en la confiabilidad y criticidad de los activos, a continuación, se ilustran los principales hallazgos.

- Estrategia de mantenimiento acotada a planificación de corto plazo, la demanda de materiales está dada por una proyección histórica de consumos y no a planes desarrollados desde la Confiabilidad del Mantenimiento.
- Niveles elevados de inventario, se desconoce el valor de inventario óptimo calculado X para un nivel de producción Y (Benchmark Industria).
- Si bien se han revisado los contratos de suministros de los principales insumos y servicios, con la finalidad de unificar estos contratos agregando la demanda de las cuatro operaciones del grupo, para obtener mejores precios, se visualizan oportunidades para avanzar con otras categorías y obtener mayores beneficios económicos.

Minera Centinela tiene en la actualidad un Inventario valorizado en 140 MMUSD, ver figura 1, repartido en 3 bodegas que dan soporte a 4 operaciones; Planta Concentradora, Planta Hidro y Muelle.

La evolución del inventario de Dic-2016 a la fecha ha experimentado un incremento considerable debido a varios efectos, donde principalmente destacan:

- Incorporación de nuevos proyectos, OXE, Chancador 2° y 3° y proyecto pirita, lo que conllevó a adquirir nuevos materiales, repuestos, componentes etc.
- Estimación errada de repuestos, los que fueron adquiridos y no han experimentado rotación.
- Estimación de parámetros de reposición errada.
- La criticidad de algunos materiales no está definida por cuanto existe inventario no clasificado (acorde a Directriz de Inventarios).

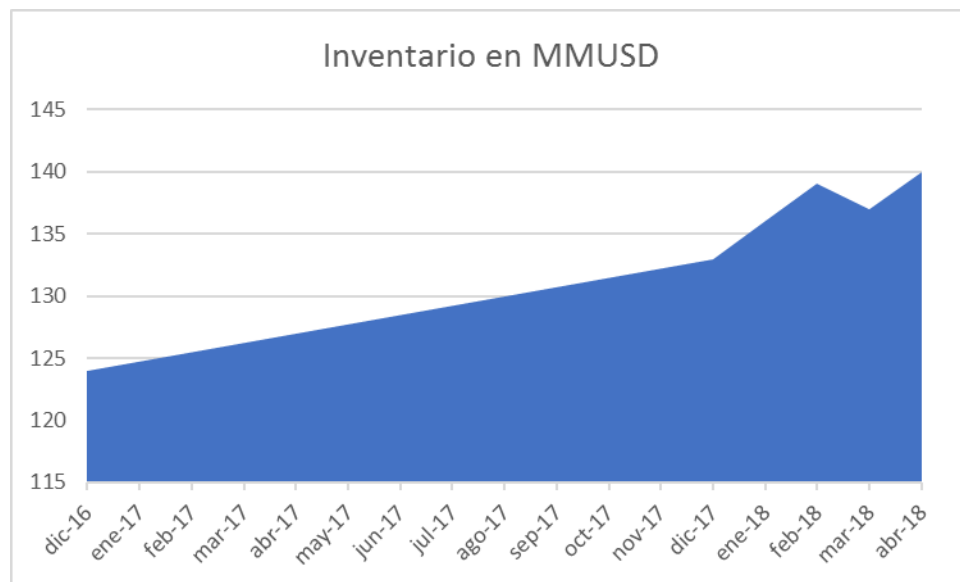


Figura 1. Evolución del Inventario

Estructura Inventarios Minera Centinela

Política de Inventarios

Segmentación y Planificación de Inventarios				
I Alta Rotación Crítico	II Baja y Sin Rotación Crítico	III Alta Rotación Normal	IV Baja Rotación Normal	V Sin Rotación Normal
Materiales que se consumen y que su ausencia genera problemas de producción y/o seguridad de las personas o medio ambiente. Planificación de Stock Automática con datos históricos y ajustada manualmente	Materiales que se consumen poco o nada y que su ausencia genera problemas de producción y/o seguridad de las personas o medio ambiente Planificación de Stock Manual basada en acuerdo con Clientes Internos.	Materiales que se consumen y que su ausencia no genera inconvenientes relevantes. Planificación de Stock Automática con datos históricos y sin ajustes manuales.	Materiales que se consumen poco y que su ausencia no genera inconvenientes relevantes. Planificación sin Stock, compras contra pedido y entrega directa de pedidos..	Materiales que no se consumen y que su ausencia no genera inconvenientes relevantes. Planificación sin Planificación, Bloqueados y Candidatos a ser Obsoletos. Liquidación de Inventarios.

Figura 2. Política de Inventarios

La política de Inventarios ilustrada en la figura 2, establece 5 grandes segmentos de materiales en función de su criticidad y de su rotación.

Se deduce que un “Nivel de Inventario Saludable” debería estar entorno a los segmentos S1 a S3, puesto que allí se concentran la alta rotación y/o la criticidad, por cuanto los segmentos S4 y S5 representa un nivel de inventario con potencial alto de obsolescencia.

El proceso de obsolescencia se activa para todo material que no siendo crítico experimenta más de dos años sin rotación, aplica también para materiales vencidos y para materiales con daño físico, para este conjunto de materiales existe un procedimiento contable que consiste en la generación periódica, cada 6 meses, de una provisión de obsolescencia, en donde se declara la pérdida por inactividad, con esto se puede dar inicio al proceso de validación de venta de obsoletos, dicha validación la realizan los Gerentes de las áreas usuarias. Con esto se puede dar inicio al proceso de Logística Reversa.

Análisis por Segmento

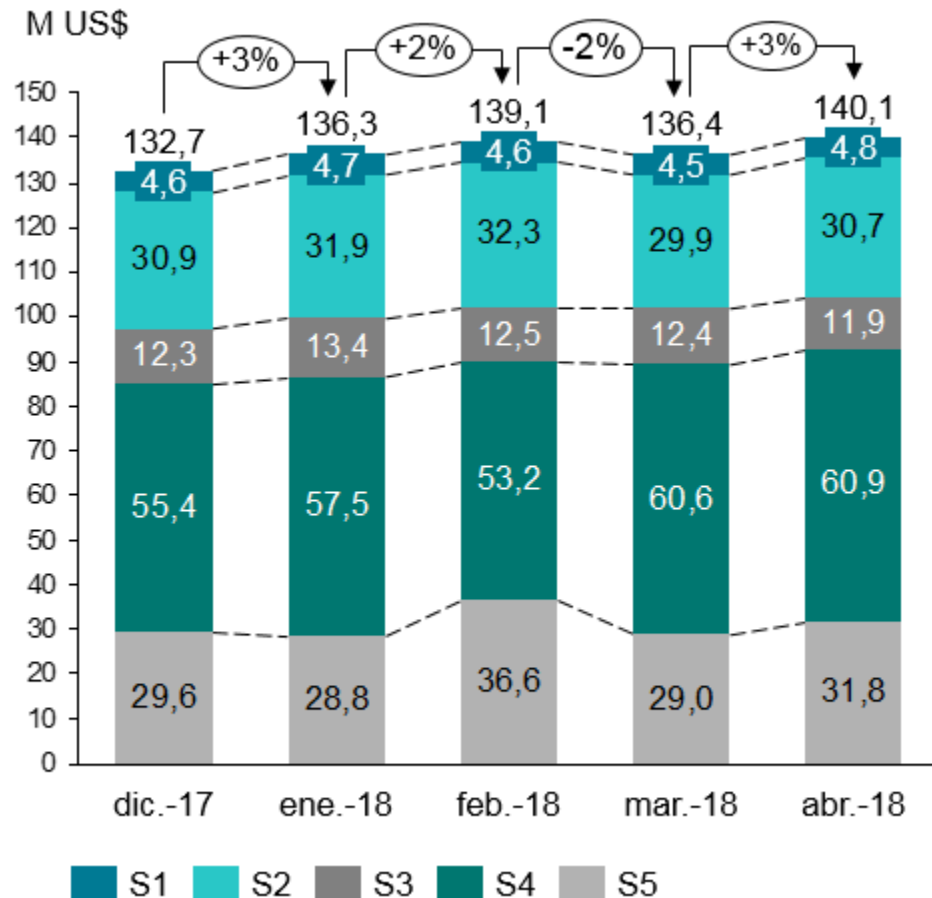


Figura 3. Inventario por segmento

De la figura 3, se desprende que los materiales de los segmentos con alto potencial de obsolescencia son los que han experimentado el mayor incremento, las razones pueden ser múltiples; son materiales críticos y no han sido declarados en el segmento correcto, se espera una rotación de estos materiales y no existen planes de mantenimiento que comprometan su consumo, o bien se desconoce la existencia de estos materiales.

Análisis del nivel de Servicio SLA

Quiebres de Stock – Materiales Críticos /No Críticos

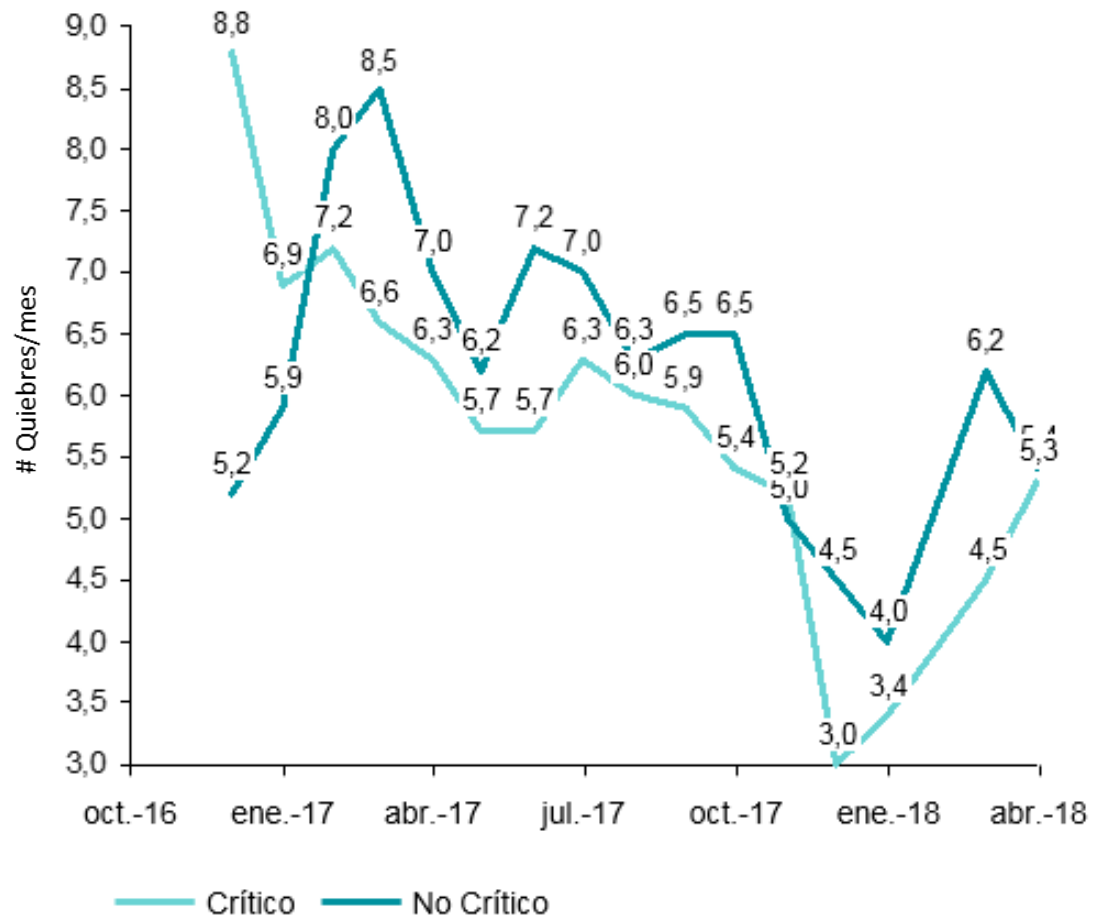


Figura 4. Quiebres de Stock

La figura 4 ilustra los quiebres de stock de materiales críticos, estos han aumentado debido a ajustes en los parámetros de reposición que exigen mejores tiempos en su reposición, esto expone negativamente a la operación puesto que en caso de ser requeridos la producción se vería afectada.

Nivel de servicio – Total Materiales

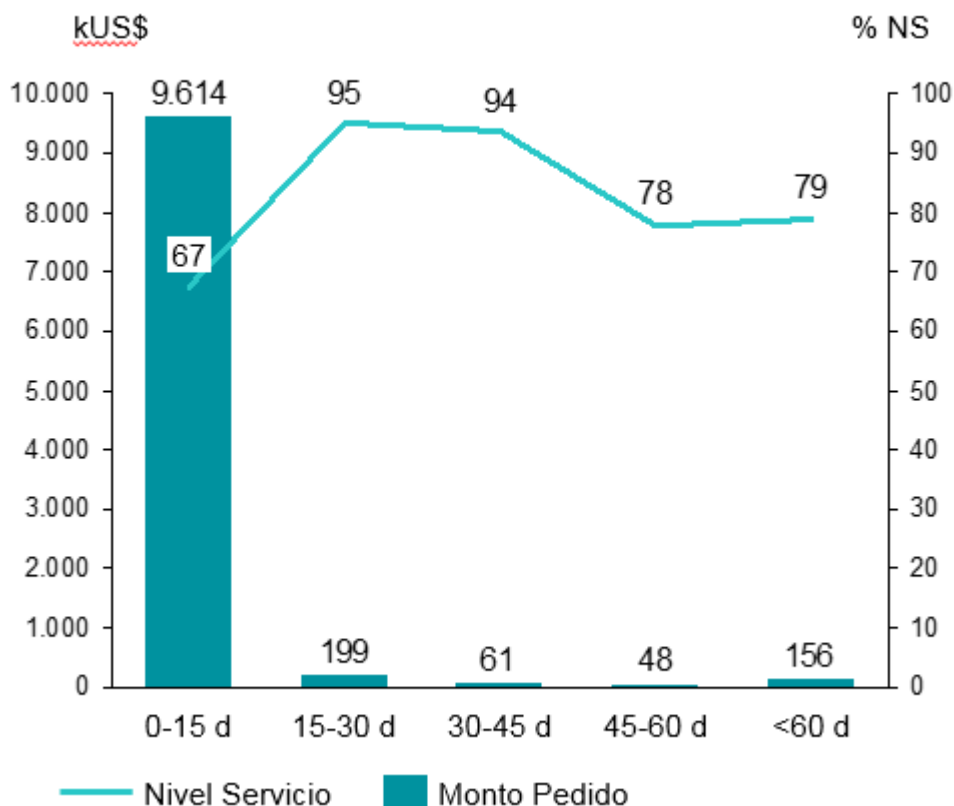


Figura 5. Nivel de Servicio

De la figura 5 se puede deducir que el nivel de servicio no es bueno, puesto que muchos materiales son demandados con poca anticipación, es clave contar con planes de mantenimiento robustos y oportunos para contar con un nivel de inventario adecuado.

El 78% de las reservas son solicitadas con un plazo menor a 15 días, pero que representan el 95,4% del costo total solicitado como reservas.

Análisis de adhesión a Planes de Mantenimiento

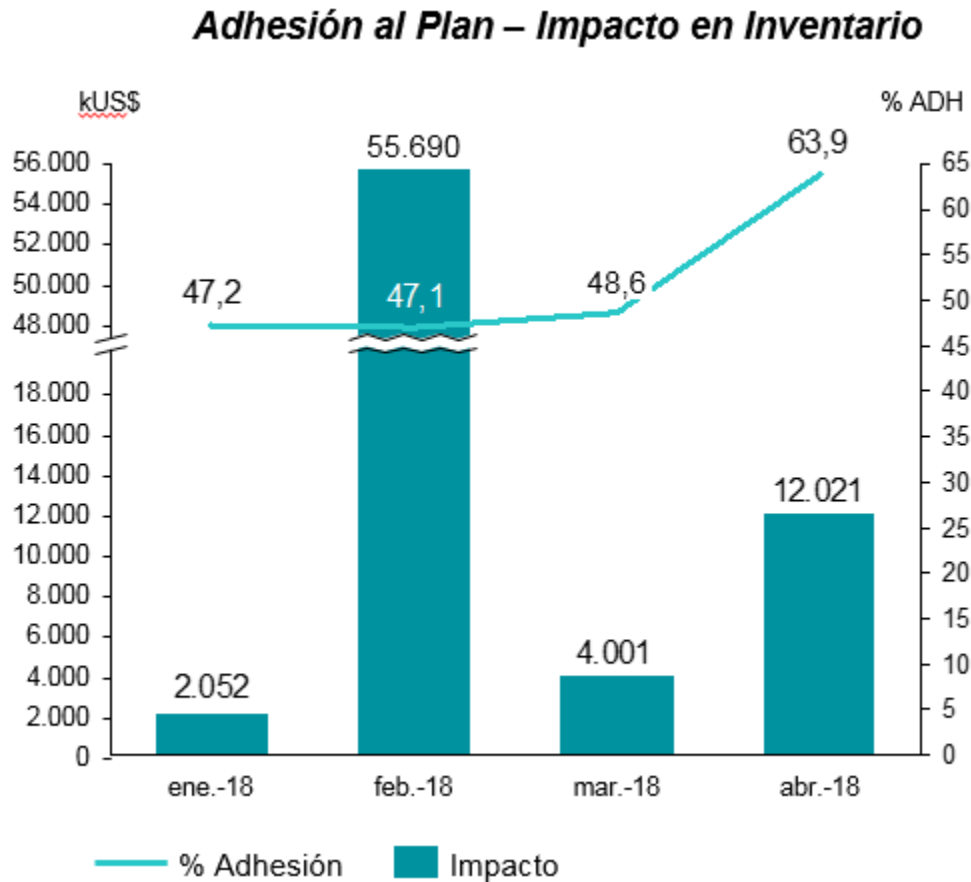


Figura 6. Adhesión a los planes de mantenimiento

La figura 6 muestra la adhesión a los planes de mantenimiento, que es la ejecución de las actividades programadas, considerando el uso de repuestos solicitados en una reserva en la ERP, tampoco arroja buenos resultados, puesto que a abril de 2018 13,2 MMUSD corresponden a reservas que gatillaron compras y no fueron consumidas, la adhesión ha aumentado pero no a los niveles esperados.

Cobertura de Inventario

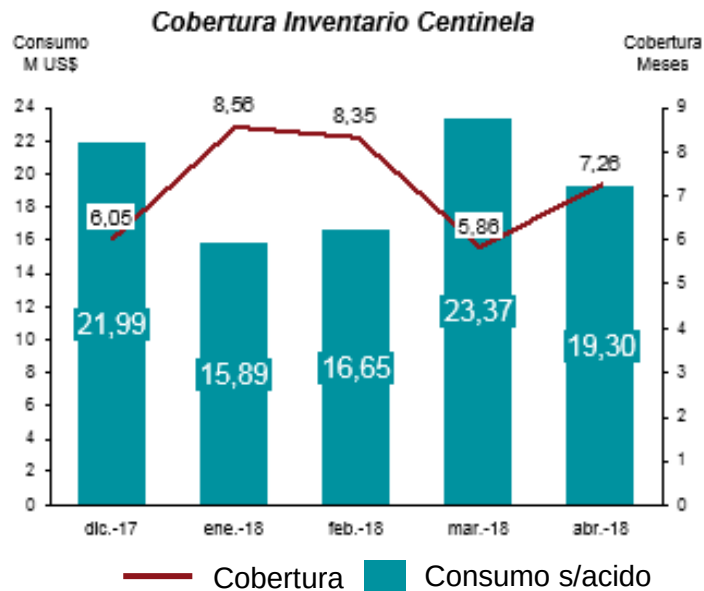


Figura 7. Cobertura del Inventario

Comentarios

- Cobertura se obtiene sacando del cálculo el consumo y stock de ácido sulfúrico.
- En abril hubo una baja en consumo de US\$4M aun cuando el inventario aumentó en US\$3M.

La Figura 7, muestra la cobertura de los inventarios en varios periodos está sobre los 6 meses, esto quiere decir que se posee una rotación de inventario superior a dos años, este indicador muestra que parte importante de los materiales rotan muy poco o bien no rotan, esto puede deberse a la falta de planes de mantenimiento que contengan estos materiales o simplemente a que se han comprado bienes que no son necesarios para la operación.

2.2 Marco Teórico

El presente trabajo considera el levantamiento de información de los activos, modos de fallo, MTBF (tiempo promedio entre fallas) y MMTR (tiempo promedio en reparar), con esta información se podrá establecer una serie de proyecciones de demanda de repuestos para asegurar la confiabilidad requerida (Estrategia de Mantenimiento), esta proyección sumada a la demanda histórica de materiales permitirá gestionar la adquisición de insumos y repuestos requeridos para satisfacer el plan de mantenimiento a un costo mínimo (Estrategia de Adquisición).

Se deberá además definir y determinar la criticidad y rotación para todos los materiales, lo que permitirá a su vez definir niveles de servicio concordantes con este atributo, ejemplo:

Tipo de Material	Nivel de Servicio
Crítico de baja rotación	99,9%
Crítico de alta rotación	99,9%
No Crítico de baja rotación	Sin nivel de servicio
No Crítico de alta rotación	90%

Tabla 3. Definición de Niveles de Servicio

Cálculo de Parámetros de Reposición

Para la definición de los niveles de inventario óptimo se utilizará el modelo de reposición de materiales EOQ o modelo de Harris/Wilson, este modelo permite calcular el volumen de cada compra de insumos y repuestos al mínimo costo.

Su formulación es la siguiente:

D= Demanda anual de un material

ROQ= Volumen de la compra (Incógnita) (Reorder Quantity)

CF= Costos fijos de la función de compras

CV= costos variables de adquisición (Almacén + Costo de oportunidad)

SS= Stock de seguridad

CT= Costo Total

$$CT = CF \times D/ROQ + CV (SS + 1/2ROQ) \rightarrow ROQ = \sqrt{(2 \times CF \times D / CV)}$$

ROP= Reorder Point = Demanda durante el tiempo de espera + SS, cuando tanto la demanda como el lead time son variables =>

$$\text{Demanda Variable} - \text{Lead Time Variable} \Rightarrow ROP = \bar{d}\bar{L} + Z_{\alpha} \sqrt{\sigma_d^2 \bar{L} + \bar{d}^2 \sigma_L^2}$$

A través de un análisis de fallos de los equipos claves será posible determinar los periodos de intervención a través de planes y programas de mantenimiento, algunos conceptos fundamentales son:

Confiabilidad de un elemento es la probabilidad de que dicho elemento funcione sin fallas durante un tiempo "t".

Para cuantificarla es necesario que:

- Sea fijado en forma inequívoca el criterio que determina si el elemento funciona o no.
- Sean establecidas exactamente las condiciones ambientales y de utilización.

Análisis de Confiabilidad de Procesos

- Probabilidad de falla instantánea: $f(ti) \times \Delta ti$
- Probabilidad de fallas acumulada: $F(ti)$
- Confiabilidad: $R(ti)$

Funciones de Confiabilidad

Donde:

$$f(ti) \times \Delta ti = \frac{ni}{No}$$

$$F(ti) = \sum_0^i f(ti) \times \Delta ti = \frac{\sum_0^i ni}{No} = 1 - \frac{Ni}{No}$$

$$R(ti) = \frac{Ni}{No} = 1 - F(ti)$$

Notación

- No : Número de elementos buenos al instante to (instante inicial)
- Ni : Número de elementos buenos al instante ti
- ni : Número de elementos que fallaron entre t_i y $t_{(i+1)}$, equivalente a ΔNi .
- Δti : Intervalo de tiempo observado igual a $t_{(i+1)} - t_i$.

El análisis de confiabilidad permitirá determinar los fallos más recurrentes, con esto será posible determinar los periodos de intervención del mantenimiento preventivo, la evaluación económica asociada a los costos por detener un proceso por imprevisto o bien por la ejecución de un plan de mantenimiento definirían la criticidad del mismo.

Categorización de materiales

La frecuencia de cambio de componentes y repuestos, una vez que se tenga el mapeo de las criticidades y los niveles de servicio para todos los materiales dará paso al análisis de materiales por categorías, (matriz Kraljic), figura 8, la

que permitirá diseñar la estrategia de adquisición que maximice la relación entre disponibilidad de materiales y precio, convenios de precio, contratos de consignación, reposición just in time, mantener inventarios de seguridad, etc.



Figura 8. Matriz Kraljic

Finalmente se deben fijar KPI'S para evaluar el cumplimiento de ambas estrategias, mantenimiento y abastecimiento, controlados a través de un tablero de mando tipo dashboard.

Ejemplo de Dashboard

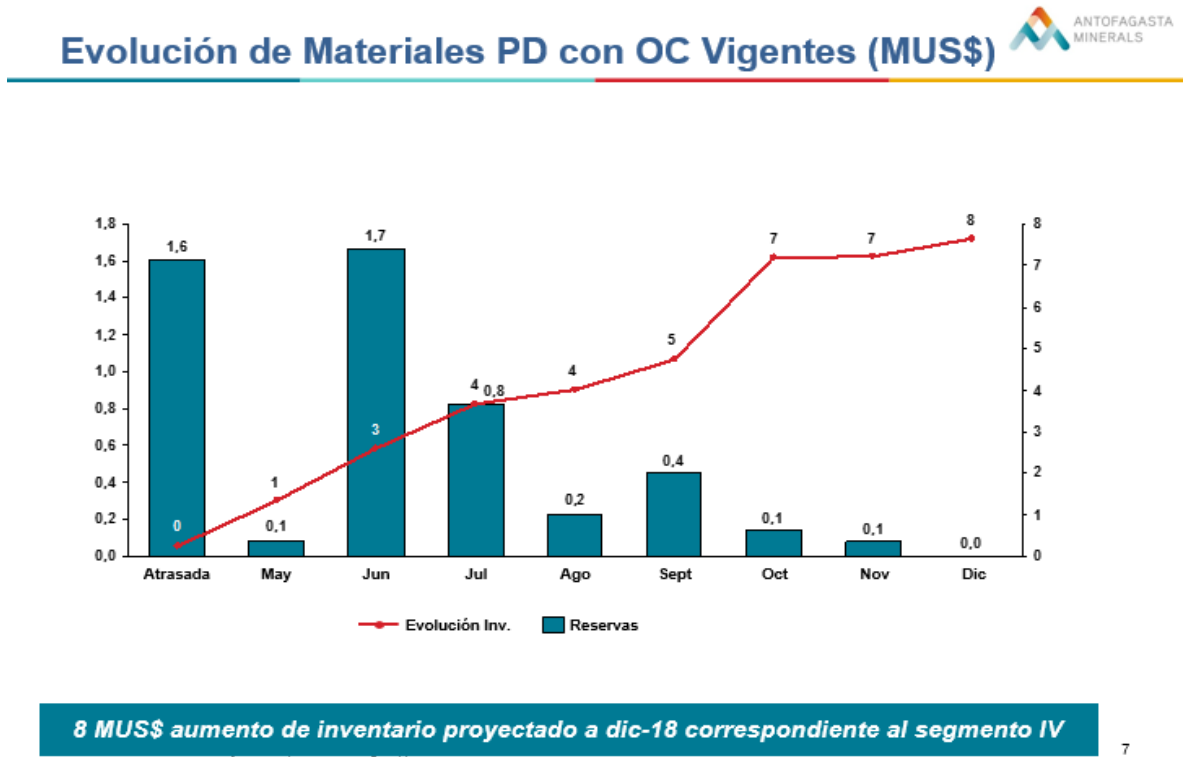


Figura 9. Ejemplo Dashboard

3.0- Capítulo III Propuesta

Desarrollo Tesina

3.1 Modelo de Gestión de Activos y Abastecimiento

El modelo contempla inicialmente la determinación de la criticidad de equipos, componentes y repuestos y en función de su criticidad y rotación determinar la estrategia de aprovisionamiento que mejor se ajuste a las necesidades operacionales del negocio (Nivel de Servicio / Costo).

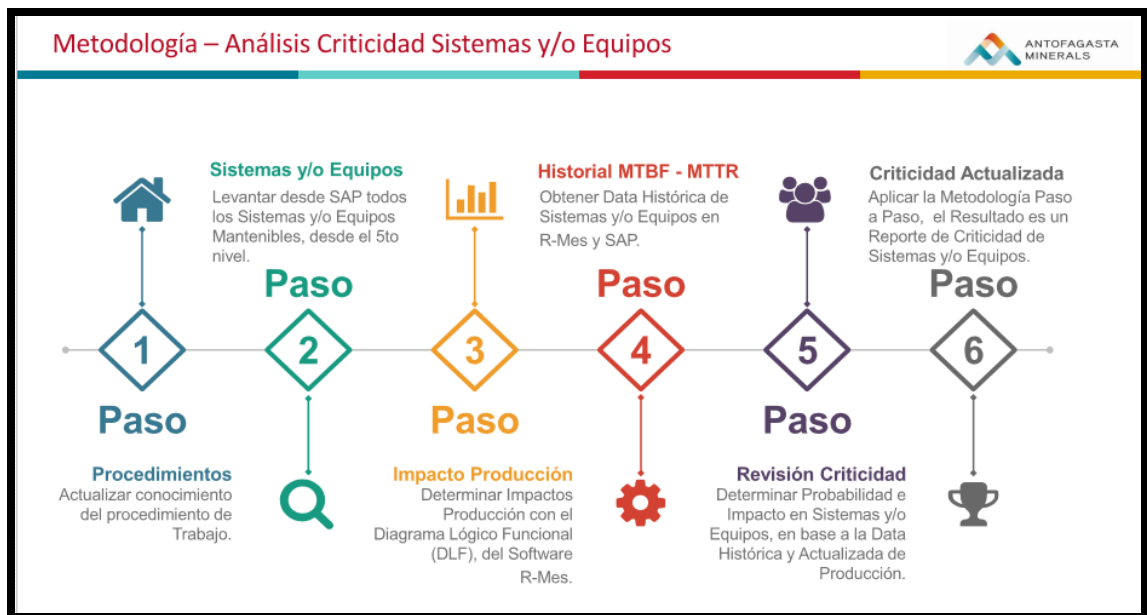


Figura 10. Análisis de Criticidad (Metodología)

La figura 10, muestra los 6 pasos requeridos para la determinación de la criticidad de un material.

Una vez que se tienen determinadas las criticidades de los materiales se procede a calcular su rotación, con esto es posible categorizar por ejemplo ítems críticos de alta rotación y definir la estrategia de abastecimiento más adecuada.

En la parametrización de Inventarios existen 3 categorías: - V1= Ítems de stock (MTS) • Parámetros de reposición basado en algoritmos de reposición. - VB= Ítems de reposición usuario (MTO) • Parámetros de reposición en función de especificaciones técnicas de operación - PD= Reposición Usuario (MTO) • Demanda acorde a necesidades puntuales de los distintos usuarios.	Críticidad Operacional			
		A	B	C
	F (X > 7 veces)	NS=99% MET.PRO = M/A	NS=95% MET.PRO = M/A	NS=90% MET.PRO = A
	M (3 <= X <= 7 veces)	NS=99% MET.PRO = M/A	NS=95% MET.PRO = M/A	NS=90% MET.PRO = A
	S (x = 2 veces)	NS=99% MET.PRO = M	NS=95% MET.PRO = M/X	NS=90% MET.PRO = X
	U (x = 1 vez)	NS=99% MET.PRO = M	NS=95% MET.PRO = M/X	NS=90% MET.PRO = X
	O (x = 0 veces)	NS=99% MET.PRO = M	NS=95% MET.PRO = M/X	NS=90% MET.PRO = X

Figura 11. Estrategia de parametrización de materiales

La Figura 11, muestra el cruce entre la criticidad operacional y la rotación, define además para los distintos materiales la política de reposición o compra.

V1: Materiales críticos para la operación, la reposición de estos materiales se realiza con parámetros de reposición basados en algoritmos con stock de seguridad altos.

VB: Materiales no críticos con media y alta rotación, se utilizan parámetros de reposición basados en la demanda histórica y en la proyección de uso declarado en sistema a través de reservas (Made to Order, MTO).

PD: Materiales no críticos y de baja rotación solo se reponen contra orden de trabajo (Made to Order, MTO).

El modelo contempla además el control de las variables mediante la determinación de indicadores claves de desempeño, esto permitirá no solamente sensibilizar respecto de las metas de corto plazo como la reducción de inventarios, sino que además permitirá controlar cualquier tendencia a nuevos incrementos, permitiendo “cerrar la llave” en las compras cuando corresponda.

KPI	Cálculo	Target
Adhesión a planes de mantenimiento	$(HH \text{ Planificadas} + Dda \text{ materiales} / (HH \text{ Ejecutadas} + \text{materiales consumidos}) * 100$	90%
Niveles de servicio	$(\# \text{materiales solicitados} / \# \text{materiales entregados por Bodega}) * 100$	99,9% Materiales Críticos 90% Materiales no críticos
Niveles de Inventario	Reducción Inventario	De 140 a 125MM USD
Ahorros adquisición	$(\text{Costo promedio periodo } t - \text{Costo promedio } t-1) / (\text{Costo promedio } t-1) * 100$	5%
Cobertura de Inventario (Materiales con rotación)	Existencias disponibles/Demanda Mes	< 6 meses ítems de alta rotación 8 a 12 meses ítems de mediada rotación y críticos
Niveles de inventario inmovilizado	MMUSD sin rotación por año (materiales no críticos)	< 5% del valor total de inventario

Tabla 4. KPI del proceso

3.2 Actividades propuestas

Se han definido una serie medidas que buscan estancar y reducir el crecimiento de los Inventarios y por otro lado mejorar los índices de quiebres de stock y adhesión a los planes de mantemiento, para cada actividad se definieron niveles de impacto vs esfuerzo para priorizarlas.

Se realizó un análisis de Impacto vs esfuerzo en tiempo de cada una de las iniciativas, en donde el eje x se posicionan las actividades con mayor grado de contribución en la disminución del inventario, el eje Y representa el nivel de esfuerzo requerido para llevarlas a cabo, el radio de las esferas representa el impacto en el costo de cada actividad.

Actividades:

- ATP Check (ATCH): Consiste en el análisis de cada necesidad de material, en donde si el requerimiento de un material PD posee un lead time superior a la fecha de la necesidad reflejada en la ERP SAP, el material no será comprado, evitando la adquisición de un material con alto potencial de no uso.
- Simplificación Directriz de Inventario (SDI): Consiste en facilitar la Directriz de Inventario para agilizar los procesos de obsolescencia y Logística Reversa (venta de materiales sin uso).
- Estandarización de parametrización (EP): Busca estandarizar la metodología de estimación de parámetros de reposición, algoritmos matemáticos.
- Limpieza de Pautas de Mantención (LP): Eliminar los planes de mantenimiento automáticos que no sirvan para el proceso, esto evitará la compra innecesaria de materiales.
- Alocación de Costos (AC): esto busca imputar los materiales no consumidos a los centros de costos de las áreas usuarias, manteniendo en bodega la custodia de estos materiales a valor 0 en el inventario.
- Steer Co Inventarios Centinela (SC): Dar visibilidad de los resultados de las iniciativas en los altos directivos de la Compañía, para obtener resultados que se puedan mantener en el tiempo.
- Obsolescencia (OB): Es el proceso que deben pasar todos los materiales no críticos sin experimentar rotación en un plazo mayor o igual a dos años, el proceso concluye con la venta de estos materiales.

- Cobro Materiales PD Paradas de planta (CPD): Corresponde a la imputación en los centros de costos de las áreas usuarias de materiales no consumidos en las paradas de planta o la reprogramación del uso de estos en la próxima mantención mayor (solo se permitirá una postergación).
- Acuerdo proveedores Consignaciones (APC): Consiste en la identificación de materiales de alta rotación que puedan ser aportados por proveedores a costo 0 en el inventario, estos son pagados al momento de ser consumidos.

Matriz de Impacto vs Esfuerzo de las iniciativas

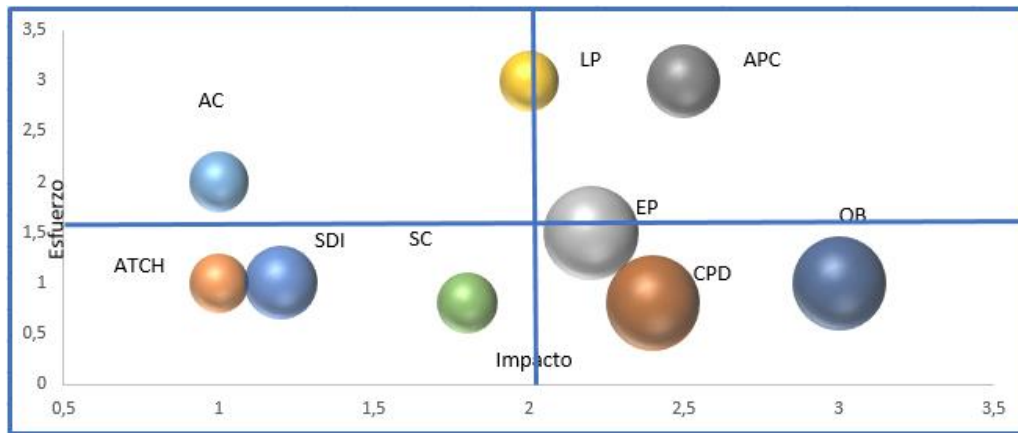


Figura 12. Priorización de actividades

Dónde:

Actividad	Glosa
ATP Check	ATCH
Simplificar directriz de inventarios (ABC Inventarios)	SDI
Estandarización parametrización	EP
Limpieza Pautas de Mantención	LP
Alocación Costos	AC
Steer Co Inventarios Centinela	SC
Obsolescencia	OB
Cobro Materiales PD de Paradas de Planta	CPD
Acuerdos Proveedores Consignaciones	APC

Tabla 5. Descripción actividades

La figura 12 ilustra el impacto en el logro del objetivo central y el esfuerzo requerido para capturar su aporte, el diámetro de las esferas representa el costo económico que tiene desarrollar la actividad, de esta manera se puede priorizar y determinar qué actividades son las que se realizarán primero.

3.3 Proyección de los resultados

Proyección de Reducción de Inventario por actividad

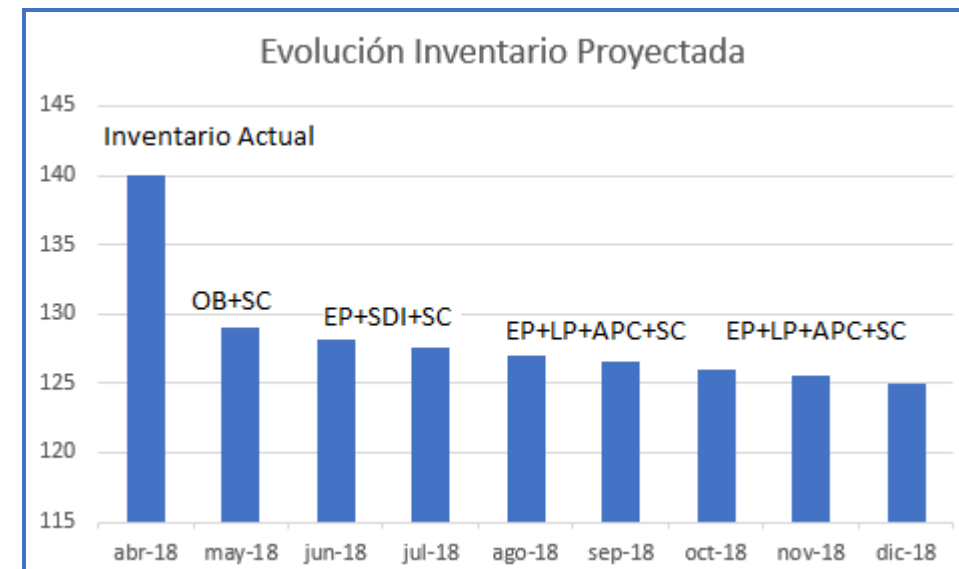


Figura 13. Proyección del inventario por actividad

La figura 13, muestra la evolución del inventario proyectado, afectado por las actividades creadas para la contención y reducción del monto de Inventario, la proyección cierra en Diciembre 2018 con una reducción de 10,7%, un poco más alto que el target definido.

Proyección Nivel de Servicio por actividad

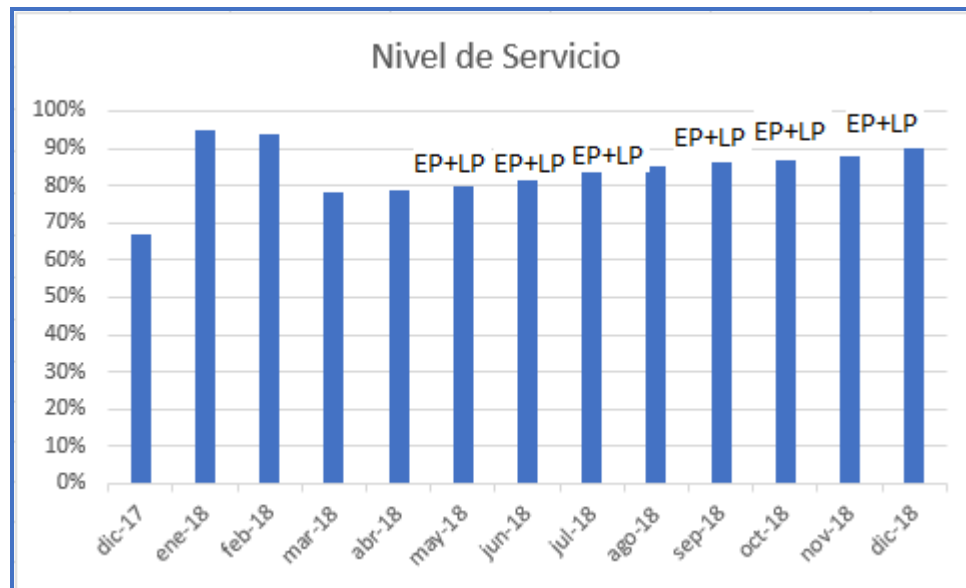


Figura 14. Proyección del Nivel de Servicio por actividad

La proyección del nivel de servicio, ver figura 14, se centra en dos actividades que afectan directamente este indicador, la Estandarización de Parámetros de reposición.

(EP) y la Limpieza de Planes de Mantenimiento (LP), ambos planes tienen por finalidad ajustar por una parte el ingreso de materiales al inventario y por otro lado la salida de materiales requeridos para actividades de mantenimiento preventivo, de esta manera el nivel de servicio (NS) experimentará un incremento.

4.0- Capítulo IV Análisis y Discusión de Resultados

Tras la priorización de las actividades se procedió con la confección del programa en donde se definieron fechas y responsables.

Nombre Iniciativa	FECHA IMPLEMENT	RESP	STATUS
ATP Check	may-18	A Cortés	En ejecución
Simplificar directriz de inventarios (ABC Inventarios)	Mayo / Junio 2018	Ing de Materiales	Ejecutado
Estandarización parametrización	jul-18	Ing de Materiales	En ejecución
Limpieza Pautas de Mantenición	jun-18	M Saldaño, S Acevedo, A Cortés	Ejecutado
Alocación Costos	jun-18	O Pino, P Díaz, A Cortes	Pendiente
Steer Co Inventarios Centinela	abr-18	Abast Corporativo y operaciones	En ejecución

Tabla 6. Programa de actividades

4.1 Inciativas Ejecutadas Descripción e Impacto

- Se retiró de la cuenta de existencias 10.45 MM USD por concepto de materiales obsoletos, este monto está considerado en la provisión contable de obsolescencia y son bienes para los que se ha autorizado la venta.
- Parámetros de reposición, se efectuó el ajuste de parámetros de reposición, considerando actualización de lead time del ciclo de reposición, ajustado al 3er cuartil de la distribución, con esto se calculó ROP y ROQ, de acuerdo al modelo de Harris/Wilson, se analizaron y ajustaron un total de 2837 SKU.

- Los Niveles de Servicio del modelo Haris/Wilson se definieron en función a la criticidad de los materiales y a la rotación.

Rotación	Nivel de Servicio		Factor Servicio Dist Normal	
	Crítico	No Crítico	Crítico	No Crítico
F	99%	99%	2,33	2,33
M	99%	85%	2,33	1,04
S	99%	75%	2,33	0,67

Tabla 7. Niveles de servicio

Dónde la clasificación por rotación de inventario es:

F: Materiales que tienen $x > 6$ movimientos en el año.

M: Materiales que tienen $4 \leq x \leq 6$ movimientos en el año.

S: Materiales que tienen $x < 4$ movimientos en el año.

LT Calculado d	LT Calculado M	Dda Tiempo es	Desviación Estándar	Factor de Servicio	Lead Time Factor	Stock de Seguridad	ROP calculado	ROP Redondeado
70	2,33	0,58	0,531609533	2,33	1,53	1,89	2,47	3
20	0,67	0,47	1,545798419	1,04	0,82	1,31	1,78	2
26	0,87	2,38	4,406023545	2,33	0,93	9,54	11,93	12
25	0,83	0,14	0,564659703	0,67	0,91	0,35	0,49	1
18	0,60	0,55	1,212853863	2,33	0,77	2,19	2,74	3
12	0,40	0,17	1,176459932	0,67	0,63	0,50	0,67	1
12	0,40	0,22	1,102533315	1,04	0,63	0,72	0,94	1
9	0,30	1,44	10,01294452	1,04	0,55	5,68	7,12	8
17	0,57	1,51	10,34057717	0,67	0,75	5,25	6,76	7
17	0,57	8,26	21,91468967	2,33	0,75	38,38	46,64	47
15	0,50	3,81	8,996678131	2,33	0,71	14,80	18,61	19
12	0,40	0,02	0,204124145	2,33	0,63	0,30	0,32	1
28	0,93	5,06	8,010409894	2,33	0,97	18,00	23,06	24
27	0,90	0,60	1,736229465	2,33	0,95	3,83	4,43	5
16	0,53	0,42	0,721060009	2,33	0,73	1,23	1,65	2
122	4,07	1,02	0,675663925	0,67	2,02	0,92	1,94	2
9	0,30	0,03	0,40824829	0,67	0,55	0,15	0,18	1
35	1,17	36,46	58,630197	2,33	1,08	147,32	183,78	184
15	0,50	0,13	0,442325868	1,04	0,71	0,32	0,45	1
41	1,37	16,00	23,14881754	2,33	1,17	62,96	78,96	79
40	1,33	10,22	8,966927963	2,33	1,15	24,09	34,31	35
24	0,80	0,27	1,16718415	2,33	0,89	2,43	2,70	3
13	0,43	0,07	0,481543412	0,67	0,66	0,21	0,29	1
19	0,63	0,13	0,508977378	1,04	0,80	0,42	0,55	1

Tabla 8. Parametrización

Metodología de Cálculo

Assumptions	Past Sales						Forecasted Sales		
	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18
	5,91	5,01	5,03	5,29	5,97	5,89	5,5	5,5	5,5
	Lead time (months):		3						
	Service level:		0,98						
Calculations	Lead time demand:			16,5	Formulas		Comments		
	Standard Deviation:			0,45706309	SUM(H4:J4)		Summing the forecasts		
	Service factor:			2,05374891	STDEV(B4:G4)		Deviation in the past sales		
	Lead time factor:			1,73205081	NORMSINV(D7)		Inverse of the normal distribution		
	Safety stock:			1,62586366	SQRT(D6)		Square root of lead-time to forecast ratio		
	Reorder point:			18,1258637	D10*D11*D12		Combining factors		
					D9+D13		Lead time demand + safety stock		

Tabla 9. Cálculo de parámetros

Donde:

1. Lead Time es el tiempo de ciclo de compra, desde que se genera la necesidad $X < ROP$, hasta que el material llega a faena (en meses).
 2. Nivel de Servicio, es el porcentaje n% que asegura stock disponible por cada 100 veces que se requiere un material, este se encuentra n veces en cantidad y oportunidad.
 3. Demanda durante el tiempo de espera, es la demanda de unidades de un material estimado durante el tiempo de reposición.
 4. Desviación estándar, se calcula sobre la demanda histórica.
 5. Factor de servicio, corresponde a una constante asociada a la distribución de la demanda, se obtiene de tabla o fórmula Excel, para el caso de estudio se asume que la demanda distribuye normal.
 6. Stock de seguridad, es el stock que permitirá absorber la variabilidad de la demanda para asegurar un nivel de servicio definido, se calcula multiplicando Desviación Estándar*Factor de servicio*raíz(lead time mes).
 7. Punto de reorden, se calcula sumando la demanda durante el tiempo de espera + el stock de seguridad.
- Cobro de materiales solicitados y no utilizados, ver figura 15, esta iniciativa está en etapa de evaluación, se están midiendo mes a mes las reservas por materiales que no son retirados, para los materiales S4 o PD, no críticos de baja rotación, posteriormente se forzará la imputación del valor de inventario inmovilizado en los centros de costos de las áreas, manteniendo en Bodega los materiales en modalidad de custodia a 0 USD, la captura calculada en reducción de inventario por la aplicación de esta medida sería de 3.000 KUSD solo en Junio, esta medida está validada por las Vicepresidencias de Finanzas y de Operaciones.

Reservas no consumidas mes de Junio Minera Centinela

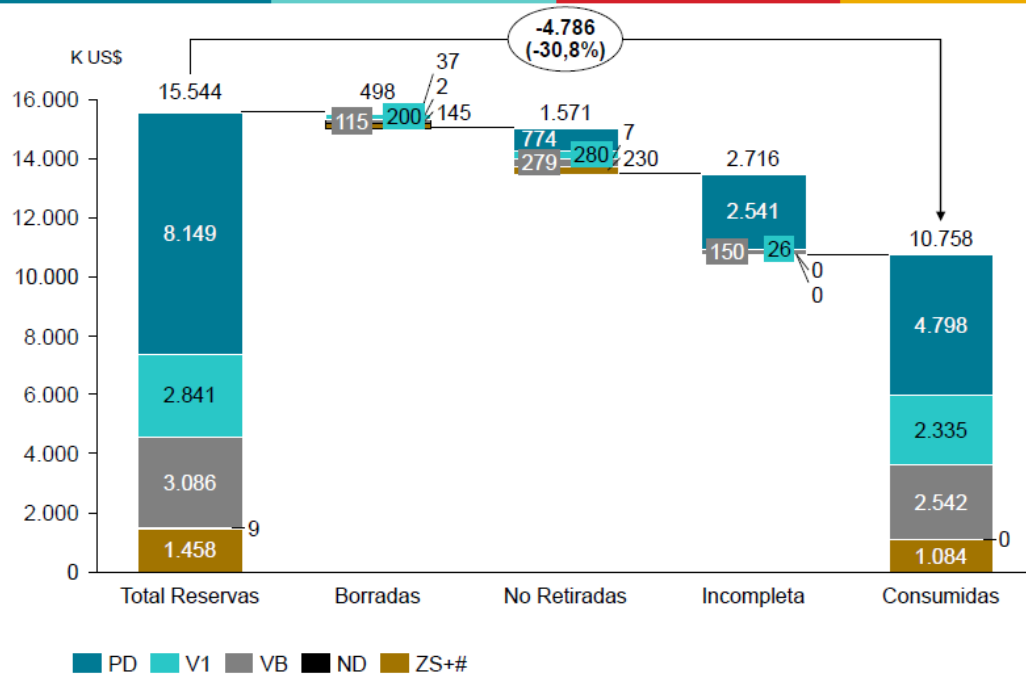
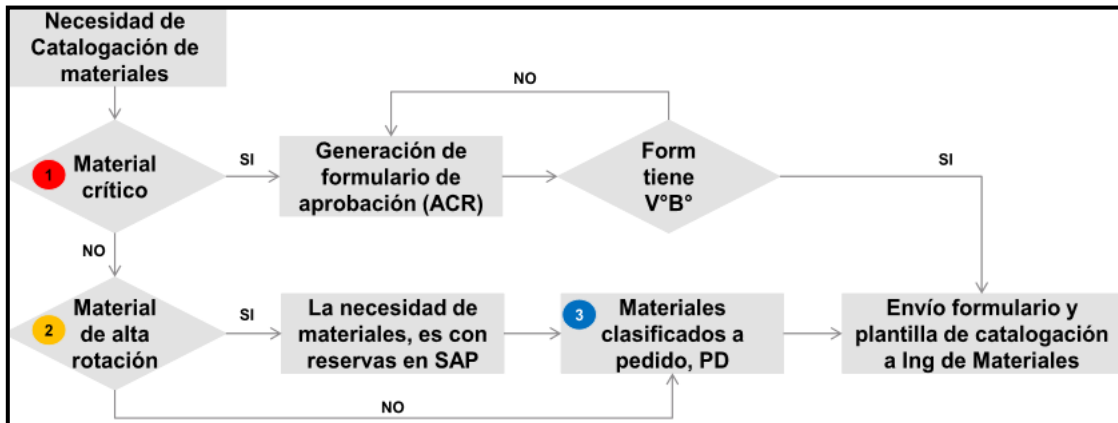


Figura 15. Análisis de reservas

- Lineamiento para catalogación de nuevos materiales, con esto se pretende pasar por un proceso formal de análisis por parte del área de Confiabilidad del Mantenimiento, para determinar la tasa de uso y la correcta criticidad desde su génesis, permitiendo de esta manera mantener un control sobre los niveles de inventario por segmento, ver figura 16.



- 1 La sigla ACR significa, aprobación de criticidad de repuestos. Este proceso implica la revisión y validación de la asignación de la criticidad a través de formulario indicado, a nivel de Superintendencia del usuario solicitante.
- 2 Los materiales que el usuario indique que tienen que estar con stock permanente en bodega, por que es de alta rotación, deberá generar las respectivas reservas de material de acuerdo a la necesidad operacional. Una vez que se cumpla el criterio de reposición automática, lineamiento entregado por la directriz de inventario corporativa, se cambiara estrategia de reposición y ajustarán los parámetros en SAP, por parte del ingeniero de materiales.
- 3 Todo material que se cataloga en SAP, entrará clasificado como a material a pedido (PD), salvo para componentes mayores nuevos, dado que su reposición es vía cargo directo. (Por defecto quedarán clasificados como ND).

Figura 16. Proceso de Catalogación

Criterios de Rotación:

Materiales Alta Rotación (AR): Materiales que son utilizados en 7 o más meses uso en los últimos 24 meses.

En el caso de los materiales que hayan sido creados desde hace 1 año, se toma el criterio de más de 3 meses en los últimos 12 meses.

Materiales Baja Rotación (BR): Materiales que son usados en 6 o menos meses uso en los últimos 24 meses. En el caso de los materiales que hayan sido creados desde hace 1 año, se toma el criterio de 10 igual a 2 meses en los últimos 12 meses.

Materiales Sin Rotación (SR): Materiales que nos son utilizados en los últimos 24 meses.

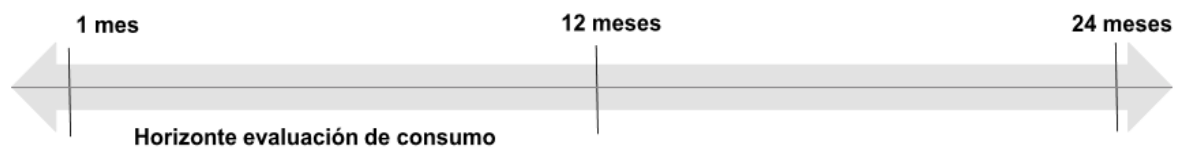


Figura 17. Línea de tiempo de consumos

- Definición de criticidad de materiales, el área de confiabilidad en función de los parámetros obtenidos del cálculo de MTBF y MTTR, definió las criticidades de los materiales, así como también la tasa de utilización. Ver figura 18.

RESUMEN EJECUTIVO

Criticidad Concentradora



Nivel CRITICIDAD Sistema / Equipo	Alto	▼	90 TOTAL
Sub Categoría CRITICIDAD	(Todas)	▼	
Etiquetas de fila	Denominación	TAG	Ranking Actualizado Valor CRITICIDAD
1.0-Área Seca			
1.1-Chancado Primario			
1-Feeder			
CE2.01.01.SAL01.AL01	Feeder Cinta	221-FE-001	25
3-Chancadores			
CE2.01.01.SCH01.CH01	Chancador Primario	211-CR-001	25
CE2.01.01.SCH01.JC01	Jib Crane	211-CN-003	12
CE2.01.01.SCH01.PR01	Picador Rocas	211-RB-001	15
CE2.01.01.SCH01.CH01.SL02	Sala Lubricación Chancador Primario	211-LU-001	10

Figura 18. Definición de criticidad

- Confección Matriz Kraljic, se identificaron los materiales por categoría más relevantes para la operación y se identificó a los principales proveedores de Minera Centinela, con la finalidad de definir las estrategias de adquisición.



Figura 19. Matriz de Kraljic por proveedor

Con esta clasificación, ver figura 19, se podrá elaborar las estrategias de adquisiciones para obtener beneficios económicos, por cada categoría se identifican las siguientes:

- Productos Estratégicos. - Alianzas a largo plazo, contrato de exclusividad para el suministro de insumos estratégicos, con proyecciones de consumos establecidas, planes y programas de mantenimiento, niveles de mineral procesado por año, etc.
- Productos Apalancados. - Convenios de precios tipo FPA, a mediano plazo, con procesos de negociación de precios una vez al año, con KPI que permita evaluar el comportamiento de los niveles de servicio.
- Productos rutinarios. - Agregar demanda por categoría y negociar precios del mercado para obtener los mejores precios, generar contratos de consignación a 1 año.
- Productos cuello de botella. - Explorar el mercado en busca de nuevos proveedores (ejemplo proveedores de China e India), agregar demanda

para posicionarse de mejor manera como cliente, ser más atractivo para el proveedor.

5.0 Capítulo V Conclusiones

Existe un cierto grado de entropía en los procesos de Planificación del Mantenimiento y de Abastecimiento, cuyo desorden natural tiende el incremento descontrolado de los inventarios, esto cuando no existen políticas internas que regulen los procesos de adquisición, la definición de procedimientos y estándares apoyados de análisis robustos desde la confiabilidad del mantenimiento son clave para definir una estrategia de mantenimiento que asegure la continuidad operacional con foco en el menor TCO (Total Cost Ownership).

Por otro lado, el rol de Abastecimiento debe centrarse en el aseguramiento de la cadena de suministros, a través de un profundo conocimiento del mercado, categorizando a proveedores y materiales, de manera tal de buscar relaciones comerciales óptimas, que permitan tener niveles de servicio adecuados a costos mínimos.

Abastecimiento en conjunto con Mantenimiento deben estar al tanto de las alternativas que ofrece el mercado, en términos de innovación y tecnología, las oportunidades para hacer las cosas de manera distinta, para obtener mejores resultados son parte de la oferta permanente del mercado actual, la clave es ser los primeros en correr los riesgos y capturar las ventajas competitivas para a su vez capturar valor para el negocio.

Para esto es clave diseñar e implementar un modelo de gestión de activos y abastecimiento integrados, en donde se controlen los indicadores claves cuyo resultado final es contar con niveles de inventario saludables y con niveles de servicio que aseguren la continuidad operacional a un mínimo costo global.

Bibliografía

- Bujan, A. (Octubre de 2010). *Enciclopedia Financiera*. Obtenido de <https://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/modelo-de-wilson.htm>
- Jaramillo, D. (2009). *Software Control de Inventario*. Antioquia.
- Stegmaier, R. (2010). *Costo Global. Apuntes de clases, Ago 2011, UTFSM, Diplomado Ingeniería de Mantenimiento Minera Escondida, Antofagasta - Chile*.
- Universitas. (2008). *Fiabilidad*. Apuntes de clases, Abr 2018, Universitas Capacitación, Antofagasta - Chile

Anexos

Proceso de evaluación de criticidad de equipos, componentes y repuestos

Criticidad = Probabilidad x Impacto		Nivel	Impacto				
			1	2	3	4	5
Solo en circunstancias extremas	Podría ocurrir sobre 599 Hrs	Probabilidad	1	2	3	4	5
No ha sucedido pero podría ocurrir	Podría ocurrir entre 449 - 598 Hrs		2	4	6	8	10
Podría suceder y ha sucedido en otras compañías	Podría ocurrir entre 300 - 448 Hrs		3	6	9	12	15
Podría suceder fácilmente	Podría ocurrir entre 151 - 299 Hrs		4	8	12	16	20
Pasa a menudo	Podría ocurrir entre 1 - 150 Hrs		5	10	15	20	25
Cualitativa	Cuantitativa (MTBF)	Nivel					

Figura 20. Matriz de Criticidad

Matriz de Criticidad, evaluada a través del análisis de variables cualitativas (Juicio Experto) y variables cuantitativas (MTBF- Comportamiento histórico de los equipos)

Solo en circunstancias extremas	Podría ocurrir sobre 599 Hrs	Probabilidad	1
No ha sucedido pero podría ocurrir	Podría ocurrir entre 449 - 598 Hrs		2
Podría suceder y ha sucedido en otras compañías	Podría ocurrir entre 300 - 448 Hrs		3
Podría suceder fácilmente	Podría ocurrir entre 151 - 299 Hrs		4
Pasa a menudo	Podría ocurrir entre 1 - 150 Hrs		5
Cualitativa	Cuantitativa (MTBF)	Nivel	

Tabla 10 Evaluación criticidades

Matriz Evaluación de Impacto					
Ámbito	1	2	3	4	5
Seguridad	Accidente menor que no requiere tratamiento médico	Accidente menor que requiere tratamiento médico (STP)	Accidente que requiere tratamiento médico (CTP), incapacidad temporal o permanente menor al 40%	Accidente que ocasiona incapacidad permanente mayor al 40% o una fatalidad	Accidente de causa fatalidades múltiples
Salud Ocupacional	Enfermedad ocupacional menor que no requiere tratamiento médico	Enfermedad ocupacional menor que requiere tratamiento médico o asistencia de especialista (STP)	Enfermedad ocupacional con tratamiento médico o especialista (CTP). Enfermedad ocupacional con incapacidad temporal o permanente menor al 40%	Enfermedad ocupacional que causa incapacidad permanente mayor al 40% o una fatalidad	
Medio Ambiente	Daño limitado a una línea reducida con baja significativa y fácil de reparar	Daño ambiental localizado, y reversible	Daño moderado de efecto corto plazo y reversible	Daño ambiental serio con efectos en el Mediano Plazo, extenso y reversible	Daño ambiental grave al Ecosistema, con impacto en el Largo Plazo, extenso e irreversible
Políticas & Cumplimiento Legal	Transgresiones o incumplimiento de se estima no darán lugar a sanciones	Transgresiones o incumplimientos de se estima darán lugar a sanciones < 0,15% presupuesto mantenimiento del área	Transgresiones o incumplimientos de se estima darán lugar a sanciones entre 0,15% y 0,30% del presupuesto de Mantenimiento del área	Transgresiones o incumplimientos a normas de ley 20.393, anti-bribery o similar que razonablemente puedan llevar a una condena penal o se espera tengan una sanción o resultado adverso superior al 5% del Pato del	Transgresiones o incumplimientos que razonablemente puedan llevar a una suspensión, revocación o pérdida de los permisos para operar.
Producción (TPH)	$0 < X \leq 770$	$771 < X \leq 1.539$	$1.540 < X \leq 2.308$	$2.309 < X \leq 3.077$	$X > 3.078$

Tablas 11. Matriz de Impacto por ejes de criticidad. considera 5 ejes, Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente, Políticas & Cumplimiento Legal y Producción.

EVALUACIÓN CRITICIDAD

Análisis 2018 - Concentradora



ID	ICM	Ubicación	Denominación	Categoría Críticidad en SAP al 06.03.2018	DATA HISTORIA		IMPACTO					Críticidad = Pxl		
					Impacto Producción Rendimiento / Planta [MTTR x TMH]	#	PROBABILIDAD	Seguridad	Salud Ocupacional	Medio Ambiente	Política & Legal	Ranking Actualiza de Valor CRÍTICIDAD	Nivel CRÍTICIDAD Sistema / Equipo	Categoría CRÍTICIDAD
1	M. Coamaño	CE2.01.01.S401.A01	Feeder Cinta	A	23.722	5	3	2	1	1	5	25	Alto	A
2	M. Coamaño	CE2.01.01.SB201.TV01	Tolva Descarga Chancador Primario	S/C	0	1	3	2	1	1	1	3	Bajo	B
3	M. Coamaño	CE2.01.01.SB201.TV02	Tolva Alimentación Chancador Primario	S/C	0	1	3	2	1	1	1	3	Bajo	B
4	M. Coamaño	CE2.01.01.SCH01.CH01	Chancador Primario	A	13.525	5	3	2	1	1	5	25	Alto	A
5	M. Coamaño	CE2.01.01.SCH01.JC01	Jib Crane	A	0	4	3	2	1	1	1	12	Alto	A
6	M. Coamaño	CE2.01.01.SCH01.PR01	Picador Rocas	A	8.422	4	3	2	1	1	1	12	Alto	A
7	M. Coamaño	CE2.01.01.SCP01.CP01	Colector Polvo	M	0	2	1	2	2	1	1	4	Bajo	B
8	M. Coamaño	CE2.01.01.SCV01.CV01	Cono Overland	A	40.241	5	3	2	1	1	5	25	Alto	A
9	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.M01	Bomba Piso	B	0	1	2	2	1	1	1	2	Bajo	B
10	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.CA01	Compresor Aire	B	0	1	2	2	1	1	1	2	Bajo	B
11	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.CA02	Compresor de Aire 211GC002	B	0	1	2	2	1	1	1	2	Bajo	B
12	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.SA01	Secador de Aire 211GD001	B	0	1	2	2	1	1	1	2	Bajo	B
13	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.SA01	Soplador Cámara Chancada	M	0	1	2	2	1	1	1	2	Bajo	B
14	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.TB01	Tecle Manotiel Motor Chancador	M	0	1	3	2	1	1	1	3	Bajo	B
15	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.TB02	Tecle Manotiel Chancador	M	0	1	3	2	1	1	1	3	Bajo	B
16	M. Coamaño	CE2.01.01.SEA01.TK01	Etanque Acumulador Aire 211AR001	B	0	1	3	2	1	1	1	3	Bajo	B
17	S. Chandia	CE2.01.01.SER01.SE01	Sala Eléctrica 210ER001	A	30.392	4	3	2	1	2	5	20	Alto	A
18	S. Chandia	CE2.01.01.SER01.SE02	Sala Eléctrica 221ER001	A	26.814	4	3	2	1	2	5	20	Alto	A
19	M. Coamaño	CE2.01.01.SSP01.SP01	Supresor Polvo	M	0	3	3	2	2	1	1	9	Moderado	M
20	M. Coamaño	CE2.01.02.S401.A01	Feeder Cinta N1	M	0	5	3	2	1	1	1	15	Alto	A
21	M. Coamaño	CE2.01.02.SCH01.CH01	Chancador Secundario	A	7.999	5	3	2	2	1	5	25	Alto	A
22	M. Coamaño	CE2.01.02.SCV01.CV01	Cono Transportadora N15 [42]	M	10.734	5	3	2	2	1	5	25	Alto	A
23	M. Coamaño	CE2.01.02.SCV01.CV02	Cono Transportadora N16 [42]	M	9.388	5	3	2	2	1	5	25	Alto	A
24	M. Coamaño	CE2.01.02.SCV01.CV03	Cono Transportadora N17 [37]	M	13.314	4	3	2	2	1	5	20	Alto	A
25	M. Coamaño	CE2.01.02.SCV01.CV04	Cono Transportadora N18 [54]	M	7.405	4	3	2	2	1	5	20	Alto	A
26	M. Coamaño	CE2.01.02.SEA01.CA01	Compresor Aire 318GC001	M	0	1	2	2	2	1	1	2	Bajo	B
27	M. Coamaño	CE2.01.02.SEA01.CA02	Compresor Aire 318GC002	M	0	1	2	2	2	1	1	2	Bajo	B
28	M. Coamaño	CE2.01.02.SEA01.CA03	Compresor Aire 318GC003	M	0	1	2	2	2	1	1	2	Bajo	B
29	M. Coamaño	CE2.01.02.SEA01.SA01	Secador 318AD001	M	0	1	2	2	2	1	1	2	Bajo	B

Tabla 12. Análisis de criticidad por proceso - equipos



INGENIERÍA DE MATERIALES						
FORMULARIO APROBACIÓN CRITICIDAD DE REPUESTOS						
REVISADO	FECHA	APROBADO	UNIDAD	FECHA DE VIGENCIA	REVISADO POR	APROBADO POR
10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017

1.- Descripción breve material: _____

2.- Componente reparable: SI ☐ NO ☐

3.- Valor estimado nuevo (USD): _____

4.- Numero de parte: _____

5.- Área solicitante:

☐ Mantenimiento Planta Hidrometalurgia ☐ Sulfuros

☐ Mantenimiento Mina

☐ Mantenimiento Puerto

☐ Otra (favor indicar): _____

6.- N° SAP hoja ruta donde registra material/Componente: _____

7.- Aspectos Impactados

☐ Seguridad

☐ Salud

☐ Medio Ambiente

☐ Legal

☐ Reputación

☐ Económico



INGENIERÍA DE MATERIALES						
FORMULARIO APROBACIÓN CRITICIDAD DE REPUESTOS						
REVISADO	FECHA	APROBADO	UNIDAD	FECHA DE VIGENCIA	REVISADO POR	APROBADO POR
10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017	10/11/2017

8.- Nivel de Riesgo

☐ Alto

☐ Moderado

☐ Bajo

9.- MFL en USD\$= _____

10.- Tabla aprobación criticidad:

Cargo	Nombre	Firma	Fecha
Ingeniero de Contabilidad			
Superintendente de Planificación/Contabilidad			
Ingeniero de Materiales			

Roles de aprobación:

1.- **Ingeniero de Contabilidad:** es aquel rol que levanta la necesidad de Catalogación de un material que es crítico para la operación de acuerdo a análisis.

2.- **Superintendente de Planificación/Contabilidad:** a cargo de respaldar que el material indicado es crítico para la operación de acuerdo a análisis.

3.- **Ingeniero de Materiales:** a cargo de validar que el proceso tenga los respaldos, firmas que validan el proceso de asignación de criticidad, y que se encuentra alineado bajo la directriz corporativa de inventario.

Note: las firmas pueden ser reemplazadas mediante un correo, quedando como parte de los procesos a analizar.

Figura 20. Formularios de aprobación de criticidad de repuestos