



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DESARROLLAR Y VALIDAR UNA METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE
PROYECTOS OPERACIONALES EN LA VP PROCESOS, QUE RESPONDA AL
CICLO DE GESTIÓN DE RIESGOS DE COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE
COLLAHUASI**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN
GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

CAROLINA ALEJANDRA JARA GALLEGUILLOS

PROFESOR GUÍA

LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

DALIBOR DRAGICEVIC PIZARRO

GERADO DÍAZ RODENA

SANTIAGO DE CHILE

2017

RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo desarrollar y validar una metodología de implementación de proyectos operacionales en la vicepresidencia de procesos, que responda al ciclo de gestión de riesgos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, ubicada a 4.500 m.s.n.m en la comuna de Pica, región de Tarapacá, Chile.

Para desarrollar el trabajo se analiza el modelo del ciclo de gestión de riesgos, donde están definidos cuatro grandes ámbitos: planificación, ejecución, verificación y conocimiento/ aprendizaje/ comunicación. Por lo que se busca determinar la mejor propuesta de valor o foco estratégico para la vicepresidencia de procesos, dentro del modelo existente que permita integrar la estrategia y la ejecución cada vez que se realice una prueba industrial o proyecto.

Una vez definida la mejor propuesta de valor, se genera una metodología para la vicepresidencia, que permite de forma clara desplegar la información a todas las áreas que la conforman y crear indicadores para cada objetivo propuesto, convirtiéndose en la base de un cuadro de mando, con el que se logre unificar la cantidad de información de todas las áreas, centrar la gestión del área y medir su desempeño de una manera rápida y confiable.

Con el fin de validar la aplicabilidad la metodología propuesta, se desarrolla el estudio de caso propiamente tal. Esto a partir del proyecto denominado “upgrade de batería de hidrociclones 06 de la etapa de remolienda – flotación colectiva de cobre”.

Se logra al finalizar este trabajo:

1.- En términos de gestión de riesgos, se cumplen los siguientes kpi's propuestos:

- ❖ Se cumple el periodo de cambio del proyecto dentro de la mantención mayor de la línea de molienda 2. (45 días).
- ❖ Se implementa el proyecto sin incidentes a la personas, equipos y sin mayores desviaciones.
- ❖ Se aumenta la confiabilidad del sistema, dada por el cambio de la BHC06, que genera una menor frecuencia de intervención de los equipos.

2.- Desde el punto de vista del beneficio, a partir del caso de estudio:

- ❖ Se cumple la promesa de negocio: Aumento en 13[%] la capacidad volumétrica en la etapa de remolienda, a través del cambio en la BHC06. Como consecuencia, se disminuye la carga circulante del sistema a 244 [%], y se genera un aumento en la recuperación de cut en 0,6 [%].

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar a Arturo, compañero, amigo, partner, por apoyarme en este nuevo logro que sin importar los resultados ha estado a mi lado incondicionalmente. A mi madre Alejandra, mis hermanos Paulina, Felipe, y mi amada sobrina Antonella, quienes desde la distancia han estado pendientes de cada paso en este proceso.

A todos mis amigos de este MBA y docentes de la universidad, por su excelente disposición y apoyo permanente.

Finalmente, quisiera agradecer a Claudio Muñoz, Superintendente de Metalurgia de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, mi jefe, mentor, quien me ha orientado para dirigir este proyecto y especialmente a toda la Superintendencia de Operaciones por facilitar los espacios para realizar esta tesis.

ABREVIACIONES

Sigla	Detalle
CMDIC	Compañía Doña Inés de Collahuasi.
m.s.n.m	Metros sobre nivel del mar.
ESED	Empresas de servicio.
CGR	Ciclo de gestión de riesgo.
VATS	Verificación y autorización para trabajo seguro.
GRT	Gestión de riesgo en terreno.
EPF	Estándares de prevención de fatalidades.
BHC	Batería de hidrociclones.
CC	Carga circulante.
RITUS	Reunión de inicio de turno seguro.
CCR	Centro de colaboración de registro.
OT	Orden de trabajo.
WR	Work request (Solicitud de orden).
HDPE	Tuberías de polietileno de alta densidad.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

		Página
Ilustración 1	Tareas, procesos y responsabilidades.	1
Ilustración 2	Las tres aristas de la administración del riesgo, estas son: identificar-analizar, controlar –mitigar y monitorear - comunicar	2
Ilustración 3	Los cuatros ámbitos de la confiabilidad operacional.	2
Ilustración 4	Modelo de liderazgo en gestión de riesgos y sus oportunidades.	6
Ilustración 5	Modelo de ciclo de gestión de riesgos de CMDIC.	9
Ilustración 6	Modelo de competencias según el rol de cada uno de los integrantes de la compañía para cumplir el de ciclo de gestión de riesgos de CMDIC.	10
Ilustración 7	Representación del cajón SU1071 y las cuatro baterías de hidrociclones 05, 06, 07 y 1017.	18
Ilustración 8	Disposición General de los ciclones y cajones overflow – underflow y descarga.	21
Ilustración 9	Disposición general alimentación a vertimill.	21
Ilustración 10	Solicitud de generación de compra o servicio de cargo directo para la BHC06.	23
Ilustración 11	Ejemplo de administración del cambio de la BHC06.	24
Ilustración 12	Diagrama de bloqueo de las energías presentes en la BHC06.	26
Ilustración 13	Documento de charla grupal, indica temas relevantes que se difunden a cada trabajador.	27
Ilustración 14	Verificación y autorización del trabajo seguro asociado a la actividad BHC06.	28
Ilustración 15	Reportabilidad de desviación en seguridad a las personas en proyecto BHC06.	29
Ilustración 16	Grt de terreno realizado por un ejecutivo, según el CGR.	30

Ilustración 17	Ingreso en planificación en sistema ellipse de orden de trabajo upgrade BHC06.	31
Ilustración 18	Diagrama de controles asociados posterior al cambio de la BHC06.	32
Ilustración 19	Resultados del control metalúrgico desarrollado por personal del laboratorio, el cual posteriormente es analizado mediante aplicación molycop tools.	33
Ilustración 20	Carta Gantt del proyecto de cambio BHC 06.	34
Ilustración 21	Informe de control de avance del proyecto up grade BHC06, mediante curva S.	35
Ilustración 22	Diagrama de flujo propuesto frente a una desviación para el ciclo de gestión de riesgo.	36
Ilustración 23	Antes y el después de la modificación de línea de HDPE 10" en la descarga del cajón distribuidor de la BHC06.	37
Ilustración 24	Etapas del cambio del portón 10 en el área de flotación.	38
Ilustración 25	Parte del informe técnico emitido por empresa Vulco. Se evalúan los kpis metalúrgicos propuestos y comprometidos.	38
Ilustración 26	Cajones underflow y overflow que se debe retirar del área de trabajo.	39
Ilustración 27	Formato de catalogación de piezas y componentes después del cambio de la BHC06.	40
Ilustración 28	Formato de cambio de instructivo de operación de la BHC06.	41
Ilustración 29	Diagrama del ciclo de gestión de riesgo que finaliza con la reunión de aprendizaje multidisciplinario de CMDIC.	42
Ilustración 30	Antes y después del upgrade de la BHC06.	42

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
TABLA 1	Datos condición futura de operación de flujo volumétrico por batería de hidrociclones 05, 06 y 07 y sus respectivas cargas circulantes con sus totales ponderados.	19
TABLA 2	Datos condición futura de operación de flujo volumétrico por batería de hidrociclones 05, 06 y 07 y sus respectivas cargas circulantes con sus totales ponderados.	20
TABLA 3	Muestra la propuesta de upgrade del sistema de los ciclones tipo Cavex 500 CVX10 de la BHC06.	22
TABLA 4	Muestra la propuesta de upgrade del sistema de descarga underflow de la BHC06.	22
TABLA 5	Presenta la propuesta de upgrade del sistema de descarga underflow de la BHC06.	23
TABLA 6	Indica a quién o qué está dirigido el riesgo a controlar y la medida que se debe aplicar.	25
TABLA 7	Muestra los kpi's definidos para este proyecto y el criterio de cumplimiento.	31

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN	11
4. OBJETIVOS	12
5. METODOLOGÍA	13
6. ESTUDIO DE CASO: UP-GRADE DE BATERIA DE HIDROCICLONES 06 – ETAPA DE REMOLIENDA – FLOTACIÓN COLECTIVA.	17
7. CONCLUSIONES	43
8. RECOMENDACIONES	44
9. BIBLIOGRAFÍA	45

1. INTRODUCCIÓN

Compañía Doña Inés de Collahuasi S.C.M (CMDIC), es una empresa minera dedicada a la extracción, producción de concentrado y cátodos de cobre, así como concentrado de molibdeno, localizada en la comuna de Pica, Región de Tarapacá, en el extremo norte de Chile.

Entre los años 2010 a 2012 se registran índices de frecuencias que fluctúan entre 1,65 y 1,18 con un total de 6 fatalidades en el período.

En virtud de lo anterior, CMDIC decide realizar un análisis profundo de sus operaciones y sus resultados económicos para no dañar a las personas. A partir de esto, se establece un modelo de competencias que permita fortalecer, alinear conductas esperadas y lograr desempeños superiores. A través de lo anterior, se busca cumplir la promesa al accionista de un EVA del 12%, lo que ha sido difícil por las condiciones del mercado; pero lo relevante hoy, han sido los dividendos que pese a la disminución del precio de cobre se han mantenido, con esto se disminuyó el C1 de 2,08 [US\$/lb] que se obtuvo en el año 2012 a 1,14 [US\$/lb] en el año 2016 quedando CMDIC primeros en el segundo cuartil. La mejora de C1 fue significativa, pero la industria también se movió.

Desde el 2013, se trabaja en cómo gestionar los riesgos a través de la integración de los procesos “Sistema de gestión integrado de riesgos”.

¿Cuál es la causa de esto? son tareas, procesos y responsabilidades. Las cuales se ilustran a continuación en la ilustración 1.



Ilustración 1: Tareas, procesos y responsabilidades. Fuente: Presentación de cierre anual año 2013, CMDIC.

Para ello, se define el ciclo de vida de la administración del riesgo, como lo muestra la siguiente ilustración.

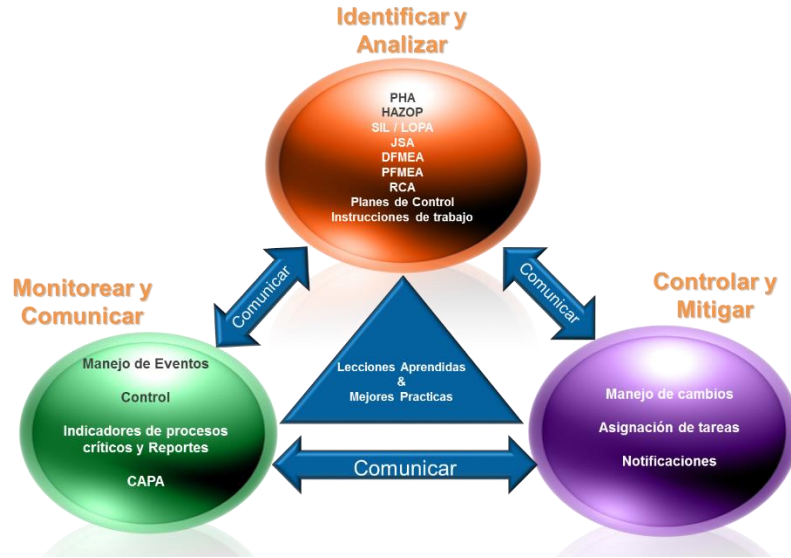


Ilustración 2: Las tres aristas de la administración del riesgo, estas son: identificar-analizar, controlar –mitigar y monitorear - comunicar. *Fuente: Presentación de cierre anual año 2013, CMDIC.*

En base a lo anterior, se definen las claves para mejorar la calidad y reducir costos a través de la integración de:

- La visibilidad corporativa amplia.
- La administración del conocimiento y lecciones aprendidas.
- El lenguaje de riesgo, calidad y uniforme.
- El ciclo de vida integrado.

A partir del 2014, se trabaja en la confiabilidad operacional la que involucra cuatro aspectos: la confiabilidad humana, la confiabilidad en procesos, la confiabilidad de los equipos y la mantenibilidad de los equipos. Como se muestra en la siguiente ilustración.

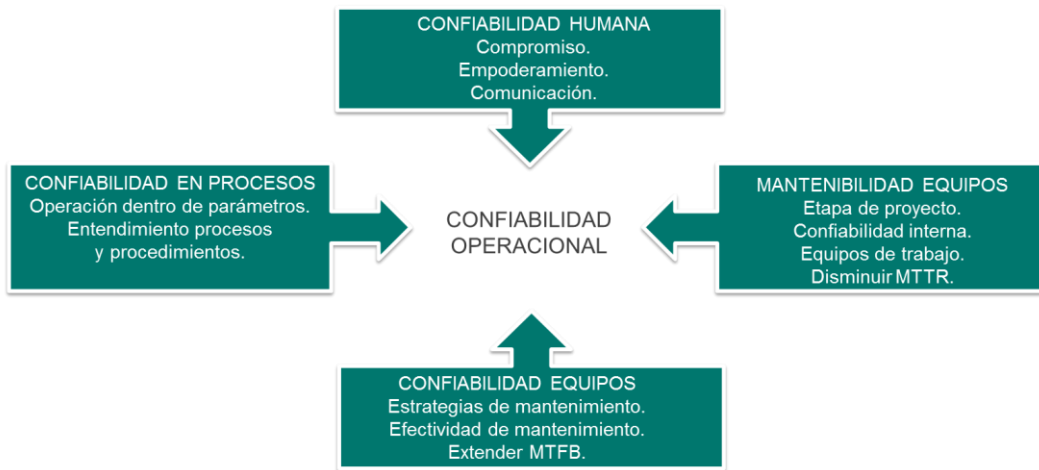


Ilustración 3: Los cuatro ámbitos de la confiabilidad operacional. *Fuente: Presentación de cierre anual año 2013, CMDIC.*

Actualmente, basa el control de todos sus procesos en el ciclo de gestión de riesgo, que es un modelo propio, que recoge definiciones técnicas de Círculo de Deming, ISO 9001, OSHAS 18001, ISO 14001, British Estándar y otras normas técnicas asociadas, buscando calidad y simpleza en su aplicación, de modo que involucre fácilmente a los trabajadores con su participación activa.

En gestión por riesgos se sostiene que los procesos enfrentan continuamente incidentes, que explican la brecha entre desempeño efectivo y el desempeño esperado, entre el resultado real y el presupuestado. La clave es que el 100% de la organización, todos sin excepción, estén focalizados en sus procesos, planificándolos, controlándolos y generando aprendizajes, para sistemáticamente ir mejorando. Producto de un incidente, es fácilmente observable encontrar desviaciones de entre un 15% a un 25% en el indicador de un proceso. Ese es precisamente el foco de gestión por riesgos: a) fortalecer la planificación y los controles, b) generar pautas de chequeo y c) aprender de los eventos.

En Collahuasi, el ciclo de gestión de riesgos se ha convertido en la filosofía de cómo, en conjunto con los colaboradores y ESED, se entiende que el reducir la incertidumbre de los procesos, tanto a nivel de la seguridad de nuestra gente como en la confiabilidad de nuestros activos.

El presente trabajo de título tiene por finalidad de desarrollar y validar una metodología de implementación de proyectos operacionales en la vicepresidencia de procesos, que responda al ciclo de gestión de riesgos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

Los factores son identificados mediante la metodología de estudio de caso aplicada a un proyecto que estableció “el cambio de ciclones en batería de la etapa de remolienda”, donde intervienen dos empresas que manejan el mercado de los equipos de clasificación por ciclones. Estas empresas son FLSmidth y Weirminerals.

2. ANTECEDENTES

2.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Compañía Doña Inés de Collahuasi S.C.M (CMDIC), es una empresa minera dedicada a la extracción, producción de concentrado y cátodos de cobre, así como concentrado de molibdeno, localizada en la comuna de Pica, Región de Tarapacá, en el extremo norte de Chile.

La empresa basa su operación en la explotación de un yacimiento a rajo abierto. Cuenta además, con una faena denominada Puerto Collahuasi a 60 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique.

Sus oficinas administrativas están en calle Baquedano 902, Iquique, Región de Tarapacá y Avenida Andrés Bello 2687, piso 11, comuna de Las Condes, Región Metropolitana.

Las instalaciones industriales y los tres yacimientos ubicados en la comuna de Pica: Rosario, Ujina y Huinquintipa, se denominan “Faena Cordillera” En Ujina se encuentra también la planta concentradora, desde donde nace un mineroducto de 203 km, el que transporta el concentrado de cobre hasta las instalaciones de la planta de filtrado y el terminal portuario de la Compañía en Puerto Collahuasi donde se embarca hacia los mercados de destino. En este lugar, se encuentra también la planta de molibdeno, cuyo concentrado se transporta vía terrestre preferentemente a mercados nacionales.

Collahuasi es una Sociedad Contractual Minera perteneciente a Anglo American y a Glencore, cada una con un 44% de la propiedad. El 12% restante pertenece a Japan Collahuasi Resources B.V., todas ellas representadas en el Directorio.

El propósito como organización es, *“Porque somos mucho más que cobre, lideramos con pasión un negocio de excelencia, para construir una sociedad mejor”*, que está basado en los seis valores que la compañía ha definido para el desarrollo del quehacer: seguridad, respeto, honestidad, pasión, reconocimiento y responsabilidad.

2.2. ANTECEDENTES DE CICLO DE GESTIÓN DE RIESGO

Compañía Doña Inés de Collahuasi, para el periodo entre los años 2010 al 2012, registra índices de frecuencias que fluctúan entre 1,65 y 1,18 con un total de 6 fatalidades en el período.

A partir de estos complejos resultados, CMDIC decide realizar un análisis profundo de sus operaciones buscando controlar la incertidumbre en procesos que afecten la integridad física de trabajadores e instalaciones. A partir del año 2013 se inicia el objetivo de definir una base que permita gestionar efectivamente el riesgo en los procesos de la cadena de valor de la compañía.

A partir del año 2014 la compañía define tres grandes pilares en su estrategia y el pilar que este en este trabajo se aborda es el ciclo de gestión de riesgo.

El ciclo de gestión de riesgos, modelo propio, recoge definiciones técnicas de círculo de deming, ISO 9001, OSHAS 18001, ISO 14001, British estándar y otras normas técnicas asociadas, buscando calidad y simpleza en su aplicación, de modo involucre fácilmente a nuestros trabajadores con su participación activa.

En la literatura se habla de mejoramiento continuo, excelencia operacional, six sigma, kaysen, lean management, entre otros como el norte de la gestión. Estos conceptos se basan en un supuesto a veces incorrecto, el cual es asumir que los procesos están en su óptimo y lo que se requiere son ganancias marginales, que se resuelven con proyectos de innovación específica, por equipos ad-hoc. Probablemente se logren mejoras de un 2% o 3% con el éxito de estas iniciativas.

En gestión por riesgos se sostiene que los procesos están enfrentando continuamente incidentes, que explican la brecha entre desempeño efectivo y el desempeño esperado, entre el resultado real y el presupuestado. La clave es que el 100% de la organización, todos sin excepción, esté focalizada en sus procesos, planificándolos, controlándolos y generando aprendizajes, para sistemáticamente ir mejorando. Producto de un incidente, es fácilmente observable encontrar desviaciones de entre un 15% a un 25% en el indicador de un proceso. Ese es precisamente el foco de gestión por riesgos: a) fortalecer la planificación y los controles, b) generar pautas de chequeo y c) aprender de los eventos.

La gestión de riesgos permite apalancar los resultados centrales del negocio, integrándose y focalizándose en:

2.2.1. Rentabilidad:

2.2.1.1. Maximizar la confiabilidad de los activos operacionales.

2.2.1.2. Optimizar la cartera de activos operacionales.

2.2.1.3. Disponer de una cartera crítica de proyectos SIB y asegurar su ejecución.

2.2.2. Productividad:

2.2.2.1. Lograr una posición de liderazgo en productividad en todos los procesos, junto con la incorporación de gestión de riesgos desde la planificación a la ejecución.

2.2.3. Competitividad:

2.2.3.1. Generando como resultado el movilizarse hacia una posición de costos del primer cuartil a nivel mundial.

La ilustración 4, muestra modelo de liderazgo en gestión de riesgos y sus oportunidades.

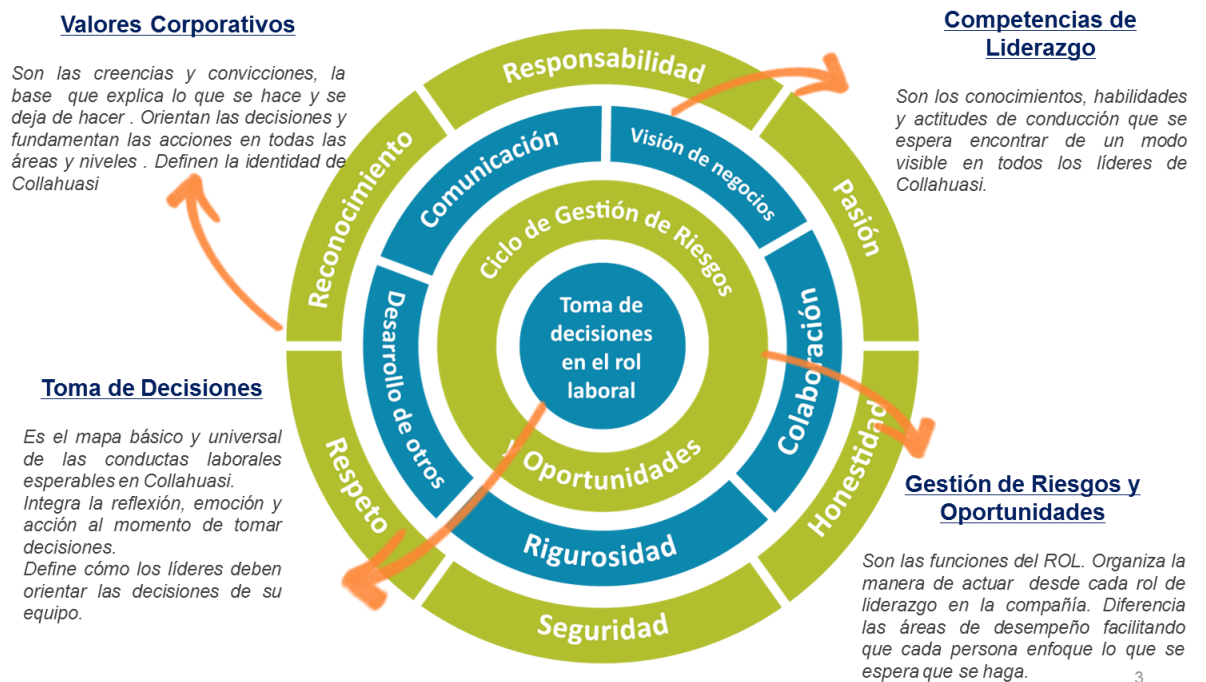


Ilustración 4: Modelo de liderazgo en gestión de riesgos y sus oportunidades. Fuente: Presentación de cierre anual año 2016, CMDIC.

En Collahuasi, el ciclo de gestión de riesgos se ha convertido en la filosofía cómo, en conjunto con los colaboradores y ESED, se entiende que el reducir la incertidumbre de sus procesos, tanto a nivel de la seguridad de los trabajadores propios como en la confiabilidad de sus activos.

El método, en aplicación desde el 2014, ha permitido ir avanzando en minimizar la variabilidad de sus procesos y eliminar la incertidumbre.

Específicamente, en el modelo del ciclo de gestión de riesgos, están definidos cuatro grandes ámbitos: planificación, ejecución, verificación y comunicación y aprendizaje.

En cada ámbito se definen las herramientas respectivas que dan vida al ciclo:

A) En la planificación:

1. La herramienta mapa de procesos que define la cadena de valor de la compañía y sus procesos de apoyo.
2. La matriz integrada de riesgos, que permite identificar y evaluar riesgos a nivel de personas, negocio, medio ambiente y comunidad;
3. Finalmente controles y mitigación, estando insertos los estándares de prevención de fatalidades y de seguridad, medio ambiente, salud y operaciones que permiten controlar y minimizar los riesgos en los procesos.

En esta etapa, se debe dar cumplimiento a:

Caja N°1; confección e identificación de sus mapas de proceso (identificación de su producto o servicio, definición de sus respectivos procesos – sub procesos – actividades – tareas – con sus respectivas entradas y salidas). Utilizar instructivo para la confección de mapas de procesos en las áreas de trabajo CMDIC, se sugiere adoptar un método único como puede ser SIPOC.

Caja N°2; confección de matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos asociados a los procesos constructivos a desarrollar, acorde al procedimiento “Procedimiento CEO-PES-003 confección matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos CMDIC” de evaluación de riesgos de CMDIC. Se requiere que esta matriz a lo menos incluya por cada proceso, subproceso y/o actividad los riesgos asociados a su respectiva criticidad, ámbito, incorporando controles blandos y duros, según jerarquía de control de riesgos y comprometiendo su efectividad, insertando en su programa aquellas actividades que resulten de revisar requerimientos EPF, aprendizaje de incidentes que difunda la vicepresidencia de procesos a través del documento “Aprendizaje de los principales accidentes e incidentes ocurridos en CMDIC asociados a actividades posibles”.

Caja N°3; planes de mitigación y control, el responsable debe, como resultado de la identificación de peligros y riesgos, confeccionar planes, programas y procedimientos de trabajos e instructivos específicos para asegurar el desarrollo de actividades en terreno incorporando los controles propuestos en Caja N°2, generando lo necesario para controlar los riesgos identificados.

B) En la ejecución, es el qué y cómo debe considerar un trabajador al realizar las actividades y tareas que las componen, con especial énfasis en la aplicación de los controles antes definidos. Un gran avance en la compañía, es que desde mayo del 2015 se inició un proceso de construcción de éstos documentos con los propios trabajadores.

Caja N°4; procedimientos de trabajos, el dueño del proceso deberá asegurar al inicio de la actividad la documentación requerida por el CGR (mapa de procesos, matriz de riesgos, procedimientos y/o instructivos) asegurando la materialización de los compromisos y garantizando el entendimiento por parte del personal que ejecuta la actividad. En esta etapa que es el desarrollo y ejecución de lo contratado debe generarse acorde a lo planificado y acorde a la necesidad de desarrollo de la construcción, montaje e implementación de los servicios contratados u otra actividad asociada.

Para la ejecución se debe considerar entre otras lo entregado en los documentos integrantes y el material de desarrollo de ingeniería y diseño, complementándose con las experiencias del proponente en buenas prácticas, legislación y normativa vigente como todo aquello que permita asegurar la confiabilidad del proceso de construcción.

Dentro de las herramientas de gestión requeridas y solicitadas por CMDIC son las herramientas de: i) reunión de inicio de turno seguro (RITUS) y b) las de gestión de riesgos en terreno (GRT).

C) En la verificación: ejecutado a través de herramienta que integra el cumplimiento de estándares antes de efectuar una actividad (Verificación autorización trabajo seguro). Modificado e implementado en Agosto del 2015.

Caja N°5; verificación y autorización. El dueño de área deberá aplicar la herramienta de verificación y de control necesarias para dar fiel cumplimiento a lo contratado y que es reflejo de la planificación previa como ejecución posterior de los trabajos.

Se deben considerar alertas preventivas y de gestión oportuna, a lo menos las que se establecen como “verificación y autorización de trabajo seguro” (V.A.T.S.), documento a través del cual, la supervisión solicitante, ejecutora y dueño de área y/o equipos verifican que los controles establecidos en la etapa de “planificación” del ciclo de gestión de riesgos permiten la ejecución de la actividad con los riesgos controlados y dentro de las herramientas de gestión requeridas y solicitadas por CMDIC a lo menos y no excluyentes, las de gestión de riesgos en terreno (GRT), y las identificadas en estándares de construcción.

D) Aprendizaje: que retroalimenta constantemente al modelo y se nutre de la investigación de incidentes, la gestión de riesgo en terreno (GRT) y reunión de inicio de turno seguro (RITUS), estas últimas se realizan diariamente por la supervisión y trabajadores.

El dueño de área deberá asegurar en el desarrollo de sus procesos la caja N° 6 como parte integral donde se debe entregar los aprendizajes tanto propios como los que CMDIC difunda a través de su organización, tal como

los del documento “Aprendizaje de los principales accidentes e incidentes ocurridos en CMDIC asociados a actividades posibles en vicepresidencia de procesos u otra área de la compañía”.

Es de vital importancia aplicar esta caja en cada actividad entendiendo que el CGR requiere una etapa de maduración en la internalización por cada persona involucrada en el servicio, por lo que debe ser constante y metódico de tal manera de asegurar la identificación de mejoras y las correctas prácticas.

Es por ello, que una de las herramientas preventivas donde se puede aplicar estas difusiones y controles es en la “Reunión inicio turno seguro” (RITUS), herramienta clave en el ciclo de gestión de riesgos, con foco en el control de actividades y tareas derivadas de la Planificación y con una visión más preventiva y de identificación de riesgos y sus mejoras en prácticas similares, por ejemplo, la difusión de las alertas de aprendizajes resultantes de todos los procesos de investigación de incidentes con la finalidad de evitar repeticiones en áreas de trabajos.

Todo este ciclo, en un ambiente de seguimiento permanente, ha permitido progresar considerablemente en la protección de personas y negocio.

En la ilustración 5 se representa esquemáticamente el modelo:



Ilustración 5: Modelo de ciclo de gestión de riesgos de CMDIC. Fuente: Presentación de cierre anual año 2014, CMDIC.

El responsable deberá garantizar la aplicación del CGR en todas las etapas (**planificación – ejecución – verificación – conocimiento/aprendizaje/comunicación** y en cada una de sus respectivas cajas) constructivas de las actividades u proyectos y

será su responsabilidad velar que su personal esté capacitado y ejecute todas sus actividad utilizando el modelo descrito de CGR sin excepciones.

Desde la mirada del rol de cada uno de los integrantes de la compañía se establece el modelo de competencias para aplicar el ciclo de gestión de riesgo como se muestra en la siguiente ilustración.

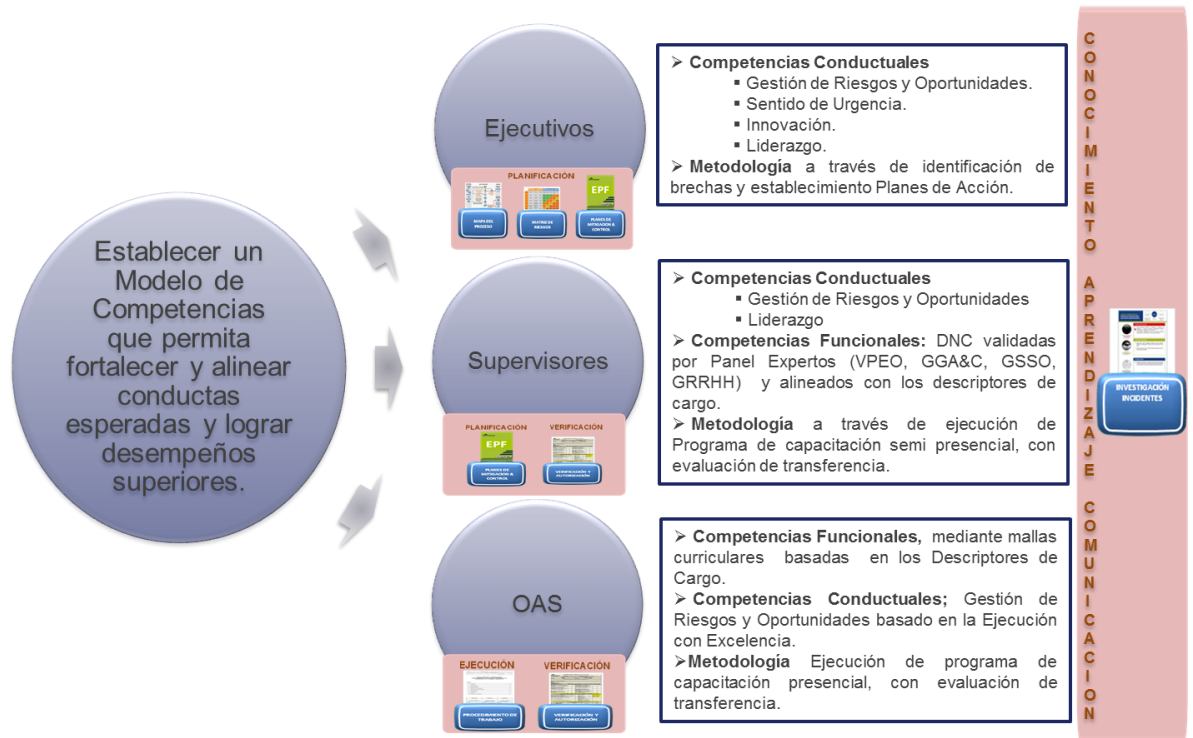


Ilustración 6: Modelo de competencias según el rol de cada uno de los integrantes de la compañía para cumplir el ciclo de gestión de riesgos de CMDIC. Fuente: Presentación de cierre anual año 2016, CMDIC.

A través del modelo se busca habilitar a la línea ejecutiva en competencias de liderazgo, gestión de riesgos y oportunidades en los procesos, de acuerdo a su rol para asegurar el cumplimiento y desarrollo de la optimización de Collahuasi.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

Este proyecto está orientado en el desarrollo y validación una metodología de implementación de proyectos operacionales en la vicepresidencia de procesos, que responda al ciclo de gestión de riesgos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

La importancia de este enfoque esta dado en que CMDIC, si bien existe la administración de cambio para un proyecto u equipo y al mismo tiempo existe el ciclo de gestión de riesgo general de compañía, en este trabajo se busca integrar ambos y así cumplir con la estrategia de la compañía.

Con el fin de demostrar la aplicabilidad de la metodología propuesta se usa un caso real. "Up-grade de la batería n°6 de la etapa de remolienda – flotación colectiva".

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y validar una metodología de implementación de proyectos operacionales en la vicepresidencia de procesos, que responda al ciclo de gestión de riesgos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo principal es apoyado por los siguientes objetivos específicos:

- ❖ Desarrollo de metodología para implementación de proyectos operacionales que se enmarque en el ciclo de gestión de riesgos.
- ❖ Validación mediante la metodología desarrollada a través de la implementación de un proyecto operacional “cambio de batería de ciclones en etapa de remolienda”.
- ❖ Evaluación de resultados y proceso de aprendizaje adquirido durante la implementación de proyecto “cambio de batería de ciclones en etapa de remolienda”.

5. METODOLOGÍA

La metodología está en función del ciclo de gestión de riesgos y en función de la confiabilidad operacional de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

Para ello, la secuencia de gestión de pruebas industriales comienza en:

5.1. En la etapa de planificación de las pruebas o proyectos se considera lo siguiente:

5.1.1. Identificación de la etapa de proceso a intervenir. Este debe ser propuesto a través de un estudio de caso de negocio donde se identifique cuáles son las oportunidades de mejora y los riesgos contenidos por el proyecto.

El siguiente paso, hacer una evaluación económica donde se realiza la presentación de la propuesta, la cual si es aceptada se debe realizar una solicitud de generación de compra o servicio de cargo directo, donde se detalla la solicitud de la compra. Esta debe contar con la firma del solicitante, superintendente y vicepresidente de procesos, indicando montos y centros de costos a los cuales se les imputará el cobro.

Posteriormente, se reúne y planifica en conjunto con todas las especialidades involucradas la mejor oportunidad para realizar el cambio.

5.1.2. Generación y autorización de procedimiento de gestión del cambio. Debe seguir el instructivo de administración del cambio, identificando todas las actividades necesarias y personas responsables para el cambio de un equipo, proceso. Con las respectivas autorizaciones y firmas del vicepresidente de procesos, gerentes, superintendentes y supervisores de cada área involucradas en el cambio.

5.1.3. Identificación de controles a aplicar. En esta etapa se debe realizar un análisis de:

5.1.3.1. Estándares de prevención de fatalidades: (CGR: caja N°3: control y mitigación).

Durante el año 2011 se implementa en las diferentes áreas de faena CMDIC, estos estándares, son controles adicionales definidos por la organización para ocho actividades, donde históricamente se han generado accidentes fatales o de alto potencial en la industria minera y que aplican a los procesos en general. Los ocho estándares son los siguientes:

- ❖ EPF1, Vehículo en la carretera.
- ❖ EPF2, Vehículos móviles de superficie.
- ❖ EPF3, Manejo de sustancias peligrosas.

- ❖ EPF4, Protección de equipos.
- ❖ EPF5, Aislamiento y bloqueo.
- ❖ EPF6, Trabajo en altura.
- ❖ EPF7, Operación de levante.
- ❖ EPF8, Control de terreno.

5.1.3.2. Reunión inicio turno seguro (RITUS): (CGR: caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación).

Para el año 2015, se ha reformulado la reunión de seguridad de inicio de turno. El RITUS, es una herramienta clave en el ciclo de gestión de riesgos, con foco en el control de actividades y tareas derivadas de la Planificación y con una visión más preventiva. Esta actividad se enmarca en el proceso de gestión de riesgos de la compañía (caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación) y motivando la utilización del aprendizaje.

Se debe considerar de carácter obligatorio y contractual el desarrollo diario de esta actividad por la administración del contrato y jefatura directa.

5.1.3.3. Difusión de la seguridad: (CGR: caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación).

En el periodo del año 2015, se da inicio a un programa de difusión de la seguridad enmarcado en diferentes actividades en terreno tendientes a presentar en las áreas operativas y campamentos ferias de seguridad con foco en calidad de vida y control de fatalidades.

5.1.3.4. Verificación y autorización de trabajo seguro (VATS): (CGR: caja N° 5 de verificación).

En lo que respecta a la verificación y evaluación de riesgos, el año 2015 se fusionan las herramientas de control de riesgo utilizadas en terreno, cuyo objetivo final es verificar en terreno, antes de la ejecución de una actividad, que los controles definidos en las etapas tempranas de planificación, se encuentren presentes al momento de ejecutarlas. La definición es que toda actividad, independiente de su criticidad, debe contar con el formulario de verificación, autorización de trabajo seguro.

5.1.3.5. Gestión de riesgo en terreno (GRT): (CGR: caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación).

En el 2016, se ha implementado en organización la gestión de riesgo en terreno, cuyos objetivos son impulsar el liderazgo del grupo de supervisores al interior de la organización con fuerte orientación en el control y verificación de nuestros riesgos y contribuir en la verificación de

la existencia de medidas y planes para el control de riesgos operacionales, personas (seguridad y salud) y medio ambiente (según aplique), con especial énfasis en estándares de prevención de fatalidades (EPF).

5.1.3.6. Turno trabajo seguro (CGR: cajas N° 1,2,3; mapa procesos, matriz riesgos, control y verificación)

Iniciada en Octubre del 2014, esta actividad se desarrolla semanalmente. Busca fortalecer la presencia de ejecutivos de la compañía en los diversos procesos de la organización. En él, un vicepresidente, un gerente de la compañía, además de un gerente o administrador de contrato de empresa colaboradora, dedican una semana continua en la verificación de las herramientas mapas de procesos, matriz de riesgos y controles en los proceso de cadena de valor de la compañía.

La Compañía desarrolla cada semana la actividad de turno seguro, la cual es dirigida por un vicepresidente o gerente de CMDIC, además se invita a participar a las distintas ESED. Para la ESED adjudicada para esta actividad semanal, se considera de carácter obligatorio y de componente contractual, participando en forma activa con la gerencia y jefatura del proyecto en desarrollo. Así mismo, debe ser considerado la entrega de información en visitas que el turno realice a las actividades en desarrollo.

5.1.4. Generación de órdenes de trabajo de la prueba, donde se incluyan los controles identificados. Esta ordenes son ingresadas mediante una work request al área de planificación los cuales generan una orden de trabajo para que sea ingresada en plan de mantención diaria o mantención mayor en sistema Ellipse, previo acuerdo con todas las especialidades involucradas, dado que se ingresa el recurso humano necesario para realizar las distintas actividades involucradas.

5.1.5. Generación de scorecard para control de kpi y verificación de controles. En esta etapa se sub-divide en dos controles:

5.1.5.1. Controles asociados a los kpi de cumplimiento del avance del proyecto en sí.

5.1.5.2. Los otros son controles enfocados y propuestos en los resultados del proceso involucrado post- mejora.

5.2. La etapa de ejecución debe considerar:

Esta etapa, independiente con la empresa que se realice la ejecución de la actividad, debe entregar:

- 5.2.1. Plan de ejecución. este se monitorea en terreno según carta Gantt el cual se ejecuta en base al CGR.
- 5.2.2. Y se hace seguimiento periódico según scorecard definido, del avance de la ejecución del proyecto.

5.3. La etapa de verificación debe considerar:

- 5.3.1. Seguimiento periódico de controles (asociados a órdenes de trabajo en sistema ellipse de la actividad).
- 5.3.2. Planes de acción en caso de desviaciones. Frente a una desviación, se debe reunir todos los antecedentes y realizar un análisis correspondiente para la corrección y el proceso de aprendizaje posterior.

5.4. La etapa de conocimiento y aprendizaje debe considerar:

- 5.4.1. Informe de resultados, el cual debe evaluar todos los aspecto de la confiabilidad, con base en los kpi's establecidos.
- 5.4.2. Procesos de cierre. Entre los que se incluyen:
 - 5.4.1.1. Retiro de producto o materiales no usados (en caso de no ser exitosa). Establecer en contrato de prueba con el proveedor el retiro y pago de lo utilizado para la prueba al no generar el resultado esperado.
 - 5.4.1.2. Procesos de catalogación (en caso de ser exitosa la prueba). Se le entrega el listado de repuestos al área de gestión de repuestos y gestión de activos para que se ingrese tanto los repuestos o insumos críticos como la frecuencia de cambio de cada componente, que es validada previamente por las áreas de mantención, instrumentación y eléctrica.
 - 5.4.1.3. Actualización de mapas de procesos, matrices de riesgos, instructivos, diagramas de bloqueos, si aplica (en caso de ser exitosa la prueba).
 - 5.4.1.4. Actualización de documentación complementaria (planos, hojas de seguridad, manuales, otros). En sistema informático de la compañía llamado centro de colaboración y registros VPP (CCR).

6. ESTUDIO DE CASO: UP-GRADE DE BATERIA DE HIDROCICLONES 06 – ETAPA DE REMOLIENDA – FLOTACIÓN COLECTIVA.

Con el fin de validar la metodología propuesta, que está en función del ciclo de gestión de riesgos y de la confiabilidad operacional de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, es que se presenta el caso de estudio: *Up grade de batería de hidro ciclones 06 de la etapa de remolienda en el área de flotación colectiva.*

A. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

A diciembre de 2015, Collahuasi es la segunda mayor operación de cobre en el mundo, y el tercer mayor depósito de cobre del planeta en recursos minerales (9.964 millones de toneladas).

Sus centros industriales y los tres yacimientos conforman el “Área cordillera”. En el sector de Ujina se encuentra también la planta concentradora, desde donde nace un mineroducto de 203 km, a través del cual el concentrado de cobre es trasladado como pulpa hasta las instalaciones de filtrado y embarque de la compañía ubicadas en Punta Patache, a 65 km al sur de la ciudad de Iquique, desde donde se embarcan los productos hacia los mercados internacionales. En este lugar, denominado “Área Puerto”, se encuentran también las plantas de molibdeno y de filtrado de concentrado.

Como procesos asociados a la cadena del valor se pueden mencionar:

Extracción de Mineral – Transporte Mineral – Reducción de tamaño – Concentración de Cu – Envío de pulpa Mineral – Filtrado de Concentrado Mineral – Ventas.

Dentro de la concentración de Cu, como subproceso se encuentra el proceso de flotación, el cual tiene por objetivo aumentar la concentración de especie minerales de Cobre y Molibdeno mediante la separación fisicoquímica de ellas a través de la hidrofobicidad natural de dichas partículas. Dentro del proceso de flotación existe un subproceso de clasificación y reducción de tamaño llamado remolienda, el cual tiene por objetivo separar aquellas partículas flotadas que estén en el tamaño óptimo de pasar a producto, así como reducir de tamaño de aquellas que no cumplen el tamaño de corte. El proceso de clasificación se lleva a cabo en equipos conocidos como hidro ciclones, cuya lógica de funcionamiento se basa en la separación de partículas mediante la exposición de ellas a fuerzas centrífugas, centrípetas y axiales. En particular, la planta concentradora de Collahuasi posee 4 cluster con ciclones en la etapa de flotación. Dichos cluster o, en adelante baterías de ciclones, se han transformado en un cuello de botella debido a:

- ❖ Baja eficiencia de clasificación

❖ Baja capacidad volumétrica

En función de lo anterior, se desarrollan estudios de procesos en conjunto con empresas especialistas en estos equipos para identificar las oportunidades de mejora a implementar, considerando como focos la optimización de los recursos, la gestión y el control de los riesgos antes y durante la implementación y, por consiguiente eliminación de la restricción de procesos.

En la planta concentradora donde se genera como producto concentrado de cobre, como sub proceso está la etapa de Remolienda donde se basa este trabajo, que consiste en el upgrade de la batería de hidrociclones 06. Esta presenta un bajo porcentaje de clasificación afectando la calidad del producto final, razón por la que se realizan estudios metalúrgicos, evaluaciones económicas con los dos proveedores actuales en el país, con el fin generar el cambio y optimizar el proceso, todo esto involucró evaluar la gestión de riesgo de los cambios a realizar tanto a las personas como equipos.

Con el fin de aclarar el circuito a intervenir es que se presenta la siguiente ilustración que muestra el diagrama del proceso a intervenir del cajón 1071 y las 4 BHCs.

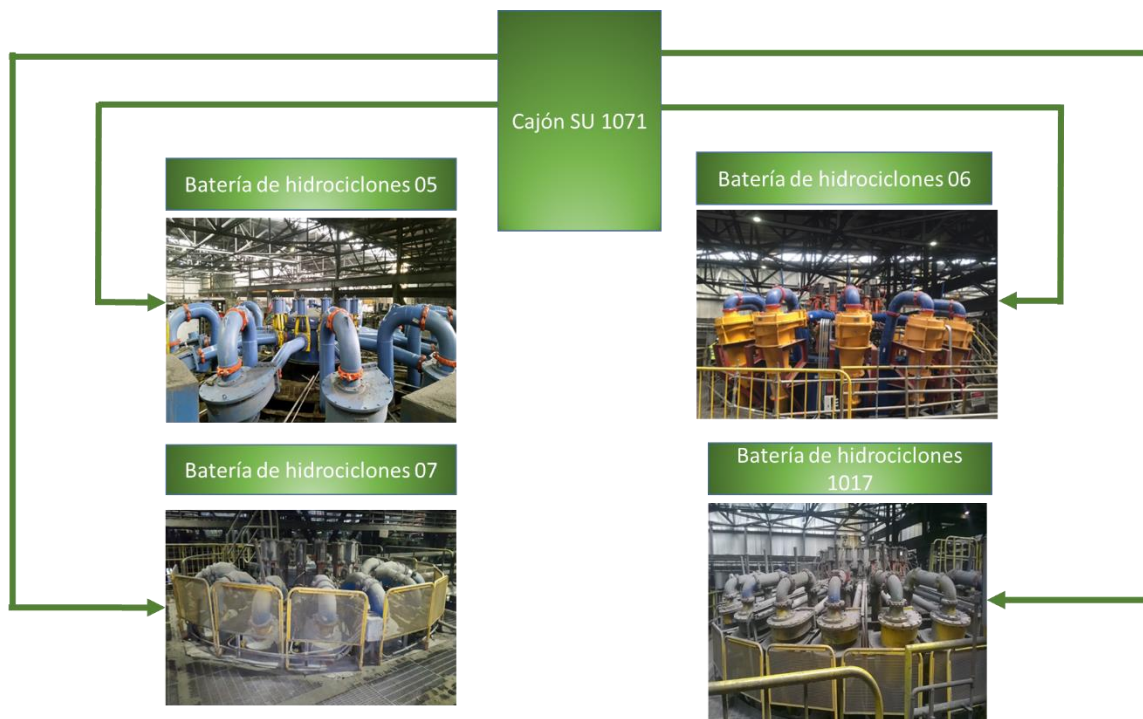


Ilustración 7: Representación del cajón SU1071 y las cuatro baterías de hidrociclones 05, 06, 07 y 1017. *Fuente: Elaboración propia, 2016.*

B. APLICABILIDAD DE METODOLOGIA CASO DE ESTUDIO

Por lo tanto, se inicia la secuencia de gestión de pruebas industriales en:

6.1. En la etapa de planificación de las pruebas o proyectos se considera lo siguiente:

6.1.1. Identificación de la etapa de proceso a intervenir.

Se realiza un informe que evalúa la condición actual la cual presenta un extracto de la condición de los ciclones. Se observa que en promedio ponderado de todas las baterías, éstas aportan 5640 [m³/h] pero con una carga circulante ponderada de 290%, como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1: Datos condición futura de operación de flujo volumétrico por batería de hidrociclones 05, 06 y 07 y sus respectivas cargas circulantes con sus totales ponderados.

		Actual	
		Flujo Vol.	
Capacidad Cy 15"	113 m ³ /h		
N° Cy 15 - Operativos	30		
Capacidad BHC 05 y 06	3390 m ³ /h		
Capacidad Cy 20"	450 m ³ /h		
N° Cy 20 - Operativos	5		
Capacidad BHC 07	2250 m ³ /h		
Total		5640 m ³ /h	
		Participación [%]	CC [%]
		BHC # 05 y BHC # 06	60% 350
		BHC # 07	40% 200
		Carga circulante Ponderada	290 %

De estos resultados, se observa la oportunidad de mejora, al modificar la batería 06, disminuyendo la carga circulante (CC) que genera en paralelo con la batería 05 a un 200%, dependiendo de la cantidad de ciclones que se operarán.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta la condición futura en la tabla 2.

Tabla 2: Datos condición futura de operación de flujo volumétrico por batería de hidrociclones 05, 06 y 07 y sus respectivas cargas circulantes con sus totales ponderados.

Futuro				
Capacidad Cy 20" BHC 05	450 m3/h	Participación [%]	CC [%]	
N° Cy 20" - Operativos	4			
Capacidad BHC 05	1800 m3/h			
Capacidad Cy 15" BHC 06	113 m3/h	BHC # 05	31%	200
N° Cy 15"	15	BHC # 06	30%	350
Capacidad BHC 06	1695 m3/h	BHC # 07	39%	200
Capacidad Cy 20"	450 m3/h			
N° Cy 20"	5			
Capacidad BHC 07	2250 m3/h			
Total	5745 m3/h	Carga Circulante Ponderada	244 %	

La tabla anterior, indica que se aumenta el flujo volumétrico total por batería de hidrociclones, al disminuir la carga circulante de la batería 06 a 200% y esto en el global también aportaría a disminuir la carga circulante total ponderada a 244%, siendo necesario ratificar estos valores en terreno con los muestreos comprometidos.

Adicionalmente, al operar con 4 -6 ciclones se debe evaluar en conjunto la operación de los molinos de remolienda, debido a los nuevos flujos que se pueden obtener con los ciclones operativos de la BHC 06 que son retornados al cajón SU 1071. De acuerdo con esto, toma relevancia el proyecto de control de derrames en el cajón SU 1071.

La ilustración 8 y 9 presentan el detalle del proyecto del cambio de la BHC06.

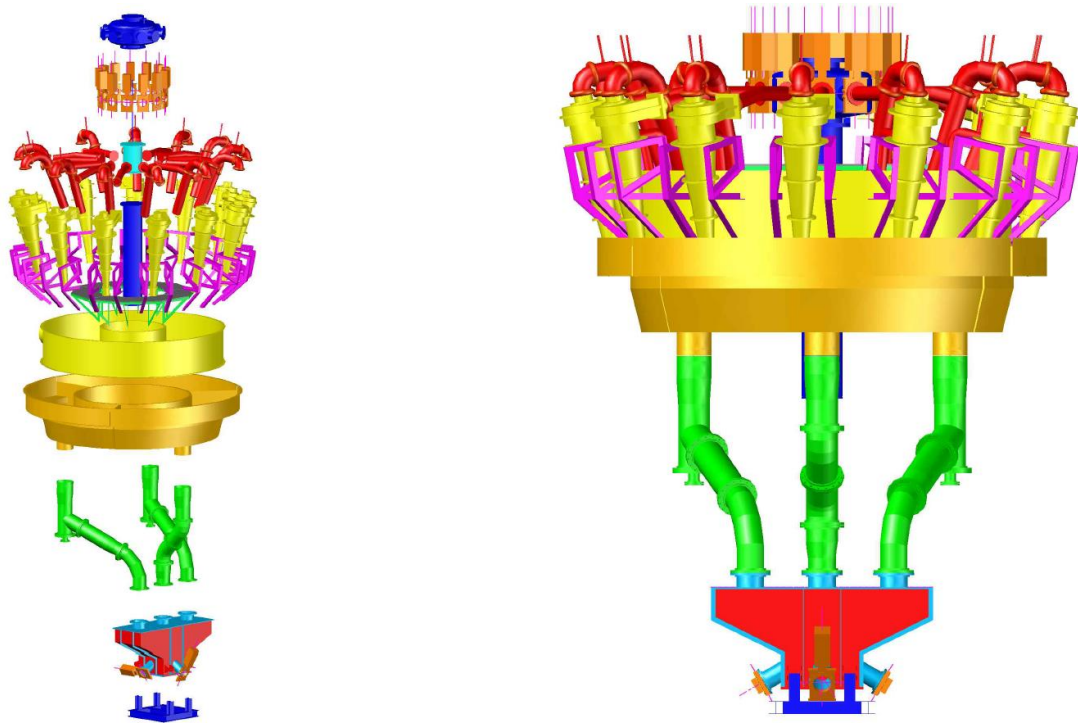


Ilustración 8: Disposición General de los ciclones y cajones overflow – underflow y descarga. *Fuente:* Planos de VULCO, 2016.

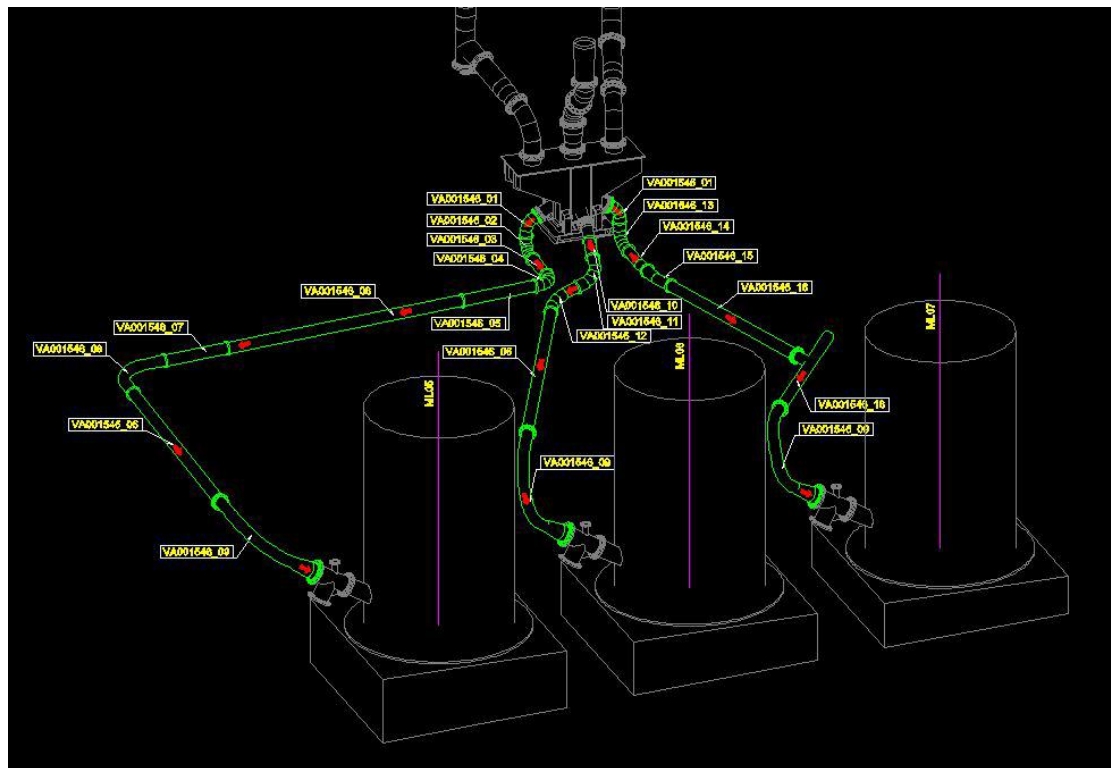


Ilustración 9: Disposición general alimentación a vertimill. *Fuente:* Planos de VULCO, 2016.

Se debe considerar la propuesta económica por parte del vendedor, que este caso es la empresa VULCO. Se muestra en la siguiente tabla el desglose de ella:

Esta oferta se divide en tres partes: el upgrade de ciclones tipo Vulclone 380D a ciclones Cavex 500CVX10, el suministro del nuevo sistema de descarga de underflow desarrollado y finalmente el suministro de estanques overflow y underflow para la batería.

Tabla 3: muestra la propuesta de upgrade del sistema de los ciclones tipo Cavex 500 CVX10 de la BHC06.

PROPUESTA UP GRADE A CAVEX 500						
Up Grade de Batería de Hidrociclones 151 CS 006 de Vulclone D-380B a Hidrociclones 500CVX10						
Item	Cod. Art	Qty	Un	DESCRIPCION	Costo Unitario	Total Parcial
1	500CVX10016	12	CU	Hidrociclón CVX500	8.876	106.512
2	08WSPSUAUS0791007	12	CU	Válvulas Isogate 8"	3.234	38.808
3	CPI.3.1	1	CU	Suministro de estructuras de adaptación baterías (Soportes, Piping, Distribuidor)	63.300	63.300
						USD 208.620
ITEM1: Considera revestimientos neopreno (relación) AV 100/200 y ápex para pruebas de ajuste.						
ITEM 2: Considera suministro válvulas Válvula 8" WS Neumática. Mangas neopreno. Cuchillo 316. Límites de carrera Festo inductivo NEMA 4, y caja de conexiones.						
ITEM 3: Considera suministro de estanque ampliado a una capacidad de 2 m3 adicionales. Desarrollo central.						
Plazo de Entrega 45 días						

Tabla 4: muestra la propuesta de upgrade del sistema de descarga underflow de la BHC06.

PROPUESTA SISTEMA DESCARGA UNDERFLOW						
Suministro de sistema descarga underflow BHC 150 CS 006						
Item	Cod. Art	Qty	Un	DESCRIPCION	Costo Unitario	Total Parcial
1	CPI 1.1	1	CU	Conjunto de piping descarga baterías y conexiones	43.848	43.848
2	CPI.2.1	1	CU	Suministro de piping de conexiones a molino VM 150	46.958	46.958
3	1218CN1891	1	CU	Suministro de cajón común de descarga	23.799	23.799
4	10WSPSUAUS0791007	3	CU	Suministro de válvulas 10" Isogate (Descarga a Vertimill)	5.098	15.293
						USD 129.898
ITEM1: Considera piping de alimentación a cajón común de descarga						
ITEM 2: Considera suministro piping 10" desde cajón común hasta antes de curva dimetro largo existente (No considera suministro de válvulas y/o curva larga alimentación)						
ITEM 3: Cajón común de acuerdo a diseño presentado e instalado en BHC 5 con mejora en ductos de lavado y tapada de limpieza.						
ITEM 4: Considera suministro válvulas Válvula 10" WS Neumática. Mangas neopreno. Cuchillo 316. Límites de carrera Festo inductivo NEMA 4, y caja de conexiones.						
Plazo de Entrega 45 días						
Material puesto sobre camión en Antofagasta						

Tabla 5: presenta la propuesta de upgrade del sistema de descarga underflow de la BHC06.

SUMINISTRO ESTANQUES OVERFLOW Y UNDERFLOW BHC 150CS006

SUMINISTRO DE CAJONES OVERFLOW Y UNDERFLOW 150CS006						
Item	Cod. Art	Qty	Un	DESCRIPCION	Costo Unitario	Total Parcial
1	1218CN0611	1		Suministro estanque Underflow D-MV3121-8	60.228	60.228
2	1218CN0621	1		Suministro de estanque Overflow D-MV3121-15	57.281	57.281.
						USD 117.509
ITEM 1: Considera suministro de estanque de acuerdo a plano de la referencia						
ITEM 2: Considera suministro de estanque ampliado a una capacidad de 2 m3 adicionales. Desarrollo central. Se considera suministro de plataforma inspección para válvulas.						
Plazo de Entrega 40 días						
Material puesto sobre camión en Antofagasta						

Posterior a la presentación de la propuesta se debe realizar una solicitud de generación de compra o servicio de cargo directo.

La ilustración 10 muestra la solicitud de generación de compra o servicio de cargo directo para la BHC06.

Nº PR/ STOCK OC



SOLICITUD GENERACION COMPRA DE CARGO DIRECTO

SE COMPRA POR UNICA VEZ NOMBRE QUIEN SOLICITA: Carolina Jara Galleguillos
 SE VOLVERA A COMPRAR FECHA: 05-oct-16
 SFI Nº _____ ORDEN DE TRABAJO: _____

Monte	Elipse	Aprobación	Firma Formulario
Hasta US\$50.000	Superintendentes de Staff (C2)	Gerentes de Staff (B3)	Gerentes de Staff (B2)
Hasta US\$100.000	Gerentes de Staff (B3), Superintendentes de Operaciones	Gerentes de Operaciones	Vicepresidentes de Staff (A1), Gerentes de Operaciones (J)
Hasta US\$500.000	Gerentes de Operaciones	Vicepresidentes (A1)	Vicepresidentes (A1)
Sobre US\$500.000	Vicepresidentes (A1)	CDO	CDO

JUSTIFICACIÓN DE LA COMPRA ¿Dónde se usará (Equipo)? ¿Quién Solicitó? ¿Cómo nace el requerimiento? (inspección, Proyecto, etc). Adjudicación Directa

Se solicita: "Up-grade de batería hidrociclones 006 de 24 ciclones Vulclone D-380B a 12 hidrociclones, 500CVX10" para ser instalados en batería 150-CS-006. Este proyecto considera: Cambio de los Ciclones 500CVX10, cambio del manifold distribuidor de alimentación a BHC, suministro de cajón Over y underflow para la batería y suministro del nuevo sistema de descarga de underflow desarrollado hacia los tres molinos de remolienda.

WeirMineral valoriza el trabajo en **467.450 USD**.
 El gasto total será compartido por dos centros según % indicado:
 252825214481 : 23 %
 250353024523 : 77 %
 La modalidad de pago, es contra resultado al final del periodo de prueba de 6 meses, en donde CMDIC cancelaría el total del suministro. De no cumplirse con el objetivo CMDIC solo cancelaría los elementos de instalación que es el 30% del total de la oferta y Vulco absorbería el 70% restante. Los equipos deben ser devueltos a Vulco dentro del primer mes posterior a la finalización de la prueba.

COTIZACIÓN REFERENCIAL N°: _____ Adjunta WeirMineral.

SUPERVISOR Carolina Jara Galleguillos SUPERINTENDENTE Arturo Ariles A/ Claudio Muñoz
 FIRMA _____ FIRMA 
 FECHA 05-10-2016 FECHA 05-10-2016

PROVEEDOR ADJUDICADO _____
 NOMBRE DAUBIN JUAN CARLOS P. DAUBIN
 FIRMA GERENTE / VP 06-10-16

Ilustración 10: Solicitud de generación de compra o servicio de cargo directo para la BHC06. Fuente: Documentos de CMDIC, 2016.

6.1.2. Generación y autorización de procedimiento de gestión del cambio.

En la ilustración 11 se muestra el formato de administración del cambio, con las respectivas autorizaciones y firmas del vicepresidente de procesos, gerentes, superintendentes y supervisores de cada área involucrada en el cambio.

COLLAHUASI		COMPAÑÍA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI		MEDIO AMBIENTE-SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
PROCEDIMIENTO ADMINISTRACIÓN DEL CAMBIO					
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	VERSIÓN	PRÓXIMA REVISIÓN	RESPONSABLES	PAGINA
CEO-PCE-015	Octubre 2016	V-01	Octubre 2019	Generado: SIMET Revisado: CJG/CMC Aprobado: CMC	
1. IDENTIFICACIÓN SUPERINTEDECIA Y N° DE REGISTRO					
SUPERINTEDECIA	Metalurgia	SUPERINTEDECENTE	Claudio Muñoz	Registro	N° 1
2. DEFINICIÓN DEL CAMBIO					
Descripción del Cambio					
Upgrade batería remolienda 150CS006 que consiste en: 1.- Cambio de cajones underflow y overflow 2.- Cambio sistema distribución a molinos remolienda 3.- Modificación de Manifold de alimentación 4.- Upgrade modelo ciclón de D380 (15") a CAVE500 (20")					
Objetivo o Razones del Cambio					
<ul style="list-style-type: none"> - Normalización de capacidad volumétrica de clasificación. - Optimización de eficiencia de clasificación. - Optimización de capacidad de evacuación de flujos desde cajones overflow y underflow. 					
Origen del Cambio (marque con una x)					
Equipos / Instalaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Procesos / Operación	<input checked="" type="checkbox"/>	Leyes / Regulaciones	
Proyectos		Políticas		Organización / Personal	
Materiales / Productos / Suministros	<input checked="" type="checkbox"/>	Plazos / Metas		Estándar / Procedimiento / Norma	
Proveedor / Contratista		Costos / presupuestos		Otro	
Duración del Cambio (marque con x)					
Periodo		Fecha de Inicio		Fecha de Término	
Permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	10 - 11 - 2016		-	
Temporal					
Emergencia					
Alcance del Cambio (marque con x)					
Presidencia Ejecutiva		Gerencia			<input checked="" type="checkbox"/>
Vicepresidencia		Superintendencia	<input checked="" type="checkbox"/>		
Nombre del Originador	Nombre del Supervisor		Responsable del Cambio		
Carolina Jara/Claudio Muñoz	Carolina Jara		Claudio Muñoz		
Nombre y Firma del Supervisor Directo (Pre Aprobación)				Fecha	
Claudio Muñoz				15-10-2016	

Ilustración 11: Ejemplo de administración del cambio de la BHC06. *Fuente:* Documentos de CMDIC, 2016.

6.1.3. Identificación de controles a aplicar. En esta etapa se debe realizar un análisis de los:

- 6.1.3.1.** Estándares de Prevención de Fatalidades: (CGR: caja N°3: control y mitigación).

ANÁLISIS DE RIESGOS

El presente ítem, entrega un análisis preliminar de los riesgos que se administran durante el cambio de cada uno de los componentes de la batería de ciclones 06.

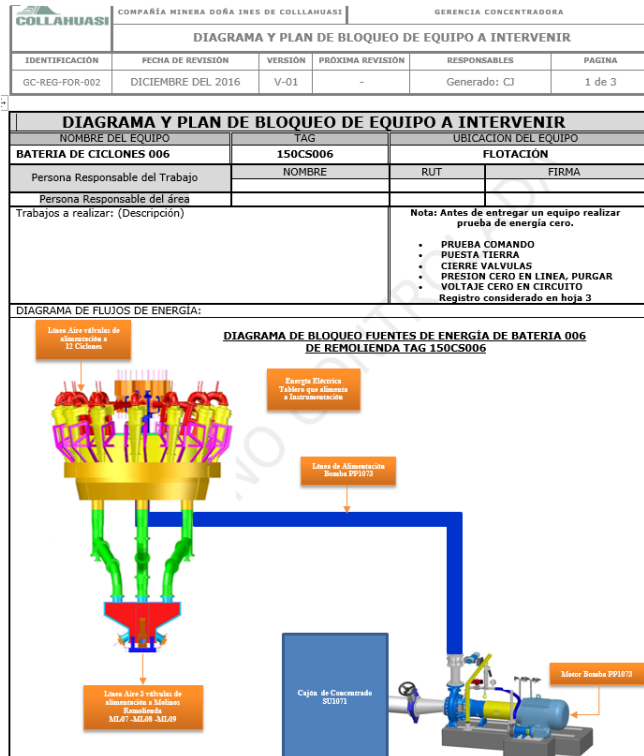
Tabla 6: Indica a quién o qué está dirigido el riesgo a controlar y la medida que se debe aplicar.

Dimensión	Riesgo	Medida
Personas	Lesión a las persona por ejecución de secuencia de montaje inadecuada	Actualización de procedimientos e instructivos de trabajo conforme los nuevos modelos de ciclones. Capacitación de personal ejecutante con vendor.
	Falla anticipada de elementos de desgaste ciclones CAVEX500 CVX10	Definición de programa de controles QA/QC requeridos para liners y housing.
Activos	Montaje inadecuado de ciclones en manifold	Verificación ingenieril de montaje de ciclones y diseño de piezas especiales de ajuste.
	Falta de repuestos	Control de desgaste de elementos en cada mantención mayor y de servicios
		Existencia de 2 ciclones en piso armados completos en caso de requerirse
Gestión catalogación de repuestos		
Proceso	Deficiente clasificación	Generación de simulaciones de procesos para estimar la curva de eficiencia ciclón.
		Muestreos y controles periódicos de batería en evaluación.

Con el fin de responder a este ítem, como ejemplo se presenta uno de los EPFs que se deben aplicar.

Se le solicita al área dueña del proceso el cumplimiento y entrega del área para trabajar de forma segura según lo establece el EPF5, aislamiento y bloqueo. Por lo que a través de un diagrama de bloqueo de los equipos se identifican las energías aguas arriba y abajo que deben bloquear y asegurar el potencial cero, donde el supervisor de

área debe entregar el área al supervisor de terreno que va a realizar la actividad. Esto se muestra en la ilustración 12.



COLLAHUASI COMPAÑÍA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI GERENCIA CONCENTRADORA					
DIAGRAMA Y PLAN DE BLOQUEO DE EQUIPO A INTERVENIR					
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	VERSIÓN	PRÓXIMA REVISIÓN	RESPONSABLES	PAGINA
GC-REG-FOR-002	DICIEMBRE DEL 2016	V-01	-	Generado: CJ	2 de 3

PUNTO DE BLOQUEO	TAG	DESCRIPCIÓN EQUIPO A BLOQUEAR	ENERGÍA ELÉCTRICA	ENERGÍA MECÁNICA	ENERGÍA HIDRÁULICA	ENERGÍA TÉRMICA	OTRAS ENERGÍAS	OTRAS PREOCUPACIONES (INVENTARIO LABORAL)
1	150P1073	MOTOR ELECTRICIDAD BOMBA OPTIMA BOMBA	X					
2	150V18041	MATRIZ AIRE CICLON 1				X		
3	150V18042	MATRIZ AIRE CICLON 2				X		
4	150V18043	MATRIZ AIRE CICLON 3				X		
5	150V18044	MATRIZ AIRE CICLON 4				X		
6	150V18045	MATRIZ AIRE CICLON 5				X		
7	150V18046	MATRIZ AIRE CICLON 6				X		
8	150V18047	MATRIZ AIRE CICLON 7				X		
9	150V18048	MATRIZ AIRE CICLON 8				X		
10	150V18049	MATRIZ AIRE CICLON 9				X		
11	150V180410	MATRIZ AIRE CICLON 10				X		
12	150V180411	MATRIZ AIRE CICLON 11				X		
13	150V180412	MATRIZ AIRE CICLON 12				X		
14	150V180413	MATRIZ AIRE HOLDING H1-07				X		
15	150V180414	MATRIZ AIRE HOLDING H1-08				X		
16	150V180415 (*)	MATRIZ AIRE HOLDING H1-09				X		
17	150V180416	MATRIZ AIRE HOLDING H1-07-0802E_4HC 008				X		
18	150H1007	MOTOR ELECTRICIDAD HOLDING H1-07		X				
19	150H1008	MOTOR ELECTRICIDAD HOLDING H1-08		X				
20	150H1009	MOTOR ELECTRICIDAD HOLDING H1-09		X				
21	150L0010	ENERGÍA ELÉCTRICA TRATAMIENTO FLOTACION	X	X				
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

(*) Pendiente: Instrumentación de la matriz TAG desde Terreno, falta de TAG en DCS.

Ilustración 12: Muestra diagrama de bloqueo de las energías presentes en la BHC06. Fuente: Documentos de CMDIC, 2016.

6.1.3.2. Reunión inicio turno seguro (RITUS): (CGR: Caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación).

6.1.3.3. Difusión de la seguridad: (CGR: Caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación).

Ambos puntos son abordados en la reunión inicio turno seguro, se deja como respaldo un documento denominado como comunicaciones grupales las cuales se muestran en la ilustración 13, la cual es dirigida por el supervisor responsable de la actividad, con esto se deja constancia de que a cada trabajador se difunden los temas relevantes del turno, tales como: difusión reunión ritus, difusión instructivos que se utilizan durante el turno, difusión de matriz de riesgo asociada al punto anterior, y algún otro tema de seguridad adicional.

COMPAÑIA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI S.C.M.

COMUNICACIONES GRUPALES

RELATOR: JUAN ANCAMIL

GERENCIA / SUPERINTENDENCIA / EMPRESA: 650/SERVICIOS MECANICOS/ TODO ACERO

Tipo de contacto

 Charlas Operacionales
 Capacitación
 Reunión

TEMARIO:

1. - DIFUSION Reunion Ritmo
2. - DIFUSION DE INSTRUCCIONES PARA TRABAJO A REALIZAR
3. - DIFUSION Matriz de Riesgo
4. - CONCENTRACION EN TRABAJO A REALIZAR

N°	Nombre	Rut	Cargo / Empresa	Firma
1	Juan Suarez	27834095	operador IT Acero	[Firma]
2	Juan Rodriguez	12836418-8	Trm/ todo acero	[Firma]
3	Juan Pardo	15553111-1	operador / todo acero	[Firma]
4	Jose Zumbado	13739080-3	Señalador / todo acero	[Firma]
5	Alfonso Pardo	15046182-7	MELECTRICISTA / todo acero	[Firma]
6	Sergio Valera	20457367-2	Trm / todo acero	[Firma]
7	Alexis Vora	12176177-7	Operador / todo acero	[Firma]
8	Paulo Lopez	16912486-6	Trm / todo acero	[Firma]
9	Manuel Martinez	7881692-7	Trm / todo acero	[Firma]
10	Victor Rojas	7305887-1	MC 30 / todo acero	[Firma]
11	Wendy Ercilla	23722651-2	Trm / todo acero	[Firma]
12	Diego Alvarez	15979824-4	Trm / todo acero	[Firma]
13	Manuel Lopez	6880757-8	Operador / todo acero	[Firma]
14	Fernando Carrasco H.	13636999-8	Trm / todo acero	[Firma]
15	Kevin Huamante	17556861-7	Trm / todo acero	[Firma]
16	Diego Pardo	21827851-6	Trm / todo acero	[Firma]
17	Diego Pardo	16249423-4	Trm / todo acero	[Firma]
18	Guillermo Pastoral	16241614-4	Trm / todo acero	[Firma]
19	Claudio Alarcón C.	18105874-4	Señalador / todo acero	[Firma]
20	Christina Praya	15998171-4	Trm / todo acero	[Firma]
21	Luis Araya S.	9971561-6	Trm / todo acero	[Firma]
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Total participantes : 21 Duración: 30 m

Total HH capacitadas : 11 HH Fecha: 16/11/2016

Firma relator: [Firma]

Ilustración 13: Documento de charla grupal, indica temas relevantes que se difunden a cada trabajador. *Fuente:* Documentos de Empresa TODOACERO, 2016.

6.1.3.4. Verificación y autorización de trabajo seguro (VATS): (CGR: caja N° 5 de verificación).

La definición es que toda actividad, independiente de su criticidad, debe contar con el formulario de verificación, autorización de trabajo seguro.

Ilustración 14, detalla parte de un VATS, asociado al upgrade de BHC06.


 COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI			
Versión N° 1	Página 1 - 5	Herramienta 5 - Ciclo de Gestión de Riesgos	
Verificación y Autorización para Trabajo Seguro			OT: 435180
Fecha: 19/11/2016	INICIO Hora: 8:00	Fecha: 19/11/2016	VALIDO HASTA Hora: 20:00
Descripción de la actividad por parte del Ejecutor			
DES-MONTAJE DE ESTRUCTURAS			
Área y/o Equipo Solicitada:			
Área	REMOLIENDA		
Equipo	BHC 006		
Gcia/SI/ESED	GSO / SERVICIOS MECANICOS / TODO ACERO		
Revision Sup. Ejecutor (CMDIC/ESED)	Marcar (x)	Revision Sup. que solicita la Actividad (CMDIC/ESED)	Marcar (x)
Cuenta con:	SI NO	Cuenta con:	SI NO
Con la O.T (contrato de trabajo, orden de servicio, libro de obra) y evaluación de riesgos (Matriz). Lista de verificación EPF aplicables.	<input checked="" type="checkbox"/>	Evaluación de riesgos (Matriz), procedimientos ESPECIFICOS. (Es decir estan todos los pasos y controles para desarrollar el trabajo).	<input checked="" type="checkbox"/>
Procedimientos e instructivos ESPECIFICOS. (Es decir estan todos los pasos y controles para desarrollar el trabajo). En caso que la actividad tenga una magnitud de riesgo baja, el ART (página 5) es suficiente.	<input checked="" type="checkbox"/>	Personal Entrenado y Capacitado para realizar la actividad. (Procedimiento, instructivo ART y competencias especiales).	<input checked="" type="checkbox"/>
Personal Entrenado y Capacitado para realizar la actividad. (Procedimiento, instructivo ART y competencias especiales).	<input checked="" type="checkbox"/>	Se cuentan con todos los RECURSOS para la Actividad (Personal, Herramientas, Equipos, EPP, otros).	<input checked="" type="checkbox"/>
Se cuentan con los RECURSOS para la Actividad (Personal, Herramientas, Equipos, EPP, otros).	<input checked="" type="checkbox"/>		
Si es; NO la Actividad no debe realizarse. Hasta que se cuenten con todos los Controles			
Condiciones Revisadas por el Sup. que EJECUTA la Actividad			
Puntos de Bloqueo (Indicar si cuenta con libro de bloqueo, Plan de Bloqueo y verificación de potencial cero)	<input checked="" type="checkbox"/>	Requerimientos para espacios confinados (Gases Tóxicos, O2, etc.)	
Indicar Tags: BHC 006		Plan de izaje	
Protección contra incendio		A.R.T.A.	
Cierre de Fuentes Radiactivas: (Indicar)	N/A	EPFs Aplicables (Especificar)	
P.P. Especial (Indicar): ROPA CUERO.	<input checked="" type="checkbox"/>	Permisos Especiales. (Espacio Confinado, Excavación, Alta y Media Tensión, Trabajos en Caliente, Sustancias Peligrosas, Intervención de Equipos Radiactivos).	NOTA: Indique con SI, NO o NA los requerimientos. NA: No Aplica
Sectorización del Área: (Indicar Sector)		Indicar cuales:	
BARRENAS DURAS.		TRABAJO AN CALIENTE	
Si es; NO la Actividad no debe realizarse. Hasta que se cuenten con todos los Controles			
Entrega de Área y/o Equipos			
Observaciones Especiales de parte del Dueño de Área (indicar cuáles)	Puntos de Bloqueo Requeridos por el Dueño de Área		
Mantenimiento a orden del sector y otros	Bloqueo de maquinaria		
Responsables	Nombre	Empresa	Firma
Ejecutor CMDIC/ ESED	JUAN ANCAHIL	TODO ACERO	
Sup. que Solicita la Actividad CMDIC	Nelson Valencia	CMDIC	
Dueño del Área y/o Equipo CMDIC / ESED	Jefe de Operaciones		
Responsables	Nombre	Empresa	Firma
Supervisor Ejecutor CMDIC/ ESED	JUAN ANCAHIL	todo ACERO	
Dueño del Área y/o Equipo			

Ilustración 14: Verificación y autorización del trabajo seguro asociado a la actividad BHC06. Fuente: Documentos de CMDIC, 2016.

6.1.3.5. Gestión de riesgo en terreno (GRT): (CGR: caja N° 6 de conocimiento, aprendizaje y comunicación).

Para este punto se aplica en control en terreno a una tarea específica, y la más relevante es el bloqueo de equipos y energías presentes antes de

realizar una actividad, está se enmarca en el EPF5. Esto con orientación en el control y verificación de nuestros riesgos y contribuir en la verificación de la existencia de medidas y planes para el control de riesgos operacionales, personas (seguridad y salud).

Esto se debe informar a través de plataforma y posterior enviar un email al responsable del área.

Subject: FW: FALTA: Diagrama bloqueos en BHC06 y candados

Sent: martes, 15 de noviembre de 2016 11:30
To: Flores Meléndez María P.; Candia Quevedo Anghelo E.; Oyarce Sarmiento Manuel J.; Castillo Rodriguez Cristhian A.
Cc: Ardiles Alfaro Arturo A.; Muñoz Contreras Claudio A.; Velez Ponce Juan F.
Subject: FALTA: Diagrama bloqueos en BHC06 y candados

Estimados,

Al revisar hoy el bloqueo en conjunto con personal eléctrico FLSmith en la BHC06, se detecta que no se encuentra el diagrama de bloqueo que teníamos días anteriores en el punto, donde este es una respaldo para todo el personal que ingresa a nuestra área y cuenta con la certeza que tenemos el bloqueo, esto es una FALTA.

Si bien se conversa con Angelo, Manuel y los operadores se solicita su apoyo a este control.



Ilustración 15: Reportabilidad de desviación en seguridad a las personas en proyecto BHC06. *Fuente:* Documentos de CMDIC, 2016.

6.1.3.6. Turno trabajo seguro (CGR: cajas N° 1,2,3, mapa procesos, matriz riesgos, control y verificación).

Con el fin de dar cumplimiento del turno trabajo seguro, cumpliendo los controles establecidos por los ejecutivos CMDIC y ESED semanalmente, es que realizan inspecciones en terreno.

En la siguiente ilustración 16, se detalla cómo se realiza un GRT y desde el control del riesgo cuales son las oportunidades de mejora inmediatas y de largo plazo que se deben modificar.

FORMATO GESTIÓN DE RIESGO EN TERRENO	
Fecha	09-11-2016
Vicepresidencia	VP EJECUTIVA OPERACIONES
CMDIC - ESED	ESED
Seleccione ESED	TODO ACERO LTDA.
Gerencia CMDIC - ESED	GERENCIA SERVICIOS OPERACIONALES
Proceso / Servicio	Up-Grade Batería hidrociclones 150-CS-006
Actividad a Verificar mediante GRT	Retiro de ciclones
Tipo de Actividad	Rutinaria: Actividades desarrolladas en forma sistemática y planificada. Independiente a la temporalidad
Origen de la Visita	*** MANTENCIÓN NORMALIZACIÓN LÍNEA 2
Aprendizaje: ¿Se realiza este GRT con foco en el aprendizaje de un evento con lesión a personas ocurrido anteriormente? - Caja 6 del CGR	NO, este GRT no se vincula al aprendizaje de un evento CTP o con lesión a personas.
La Actividad a verificar tiene implementado los controles	Si, están implementados
Aspectos Ambientales	NO SE IDENTIFICARON correctamente los Aspectos Ambientales y sus Controles NO fueron implementados.
En la actividad verificada, se evidencian controles en los siguientes niveles de Jerarquía:	Equipos Protección Personal, Administrar (Entrenamiento, Procedimientos o similares)
En la actividad están implementados todos los controles definidos en la etapa de planificación.	Si
¿Se requieren CONTROLES ADICIONALES no identificados en la etapa de PLANIFICACIÓN?	NO REQUIERE.
Describe los CONTROLES ADICIONALES.	No aplica
Feedback a supervisor responsable de la ejecución de la actividad observada indicando reconocimientos, acuerdos y compromisos a cerrar en esta actividad	Mantener las medidas de control en el izaje de ciclones
Tiempo Estimado de Cierre del Compromiso	No Aplica
Líder del GRT	Supervisor ESED
Nombre del Supervisor Responsable de la Ejecución GRT	Gustavo Zamorano C
Cedula de Identidad del Supervisor Responsable de la Ejecución GRT	14104950-K
Vicepresidencia del Supervisor que realiza el GRT	VP EJECUTIVA OPERACIONES
Gerencia del Supervisor que realiza el GRT	GERENCIA SERVICIOS OPERACIONALES
Líder del Proceso / Servicio Observado	VP EJECUTIVA OPERACIONES
Gerencia del Supervisor que realiza el GRT	GERENCIA SERVICIOS OPERACIONALES
Líder del Proceso / Servicio Observado	Juan Ancamil
Líder del Proceso / Servicio Observado pertenece a:	ESED

Ilustración 16: GRT de terreno realizado por un ejecutivo, según el CGR. *Fuente: Documentos de CMDIC, 2016.*

6.1.4. Generación de órdenes de trabajo de la prueba, donde se incluyan los controles identificados. Esta ordenes son ingresadas mediante una work request al área de planificación los cuales generan una orden de trabajo para que sea ingresada en plan de mantención diaria o mantención mayor en sistema Ellipse, previo acuerdo con todas las

especialidades involucradas, dado que se ingresa el recurso humano necesario para realizar las distintas actividades involucradas.

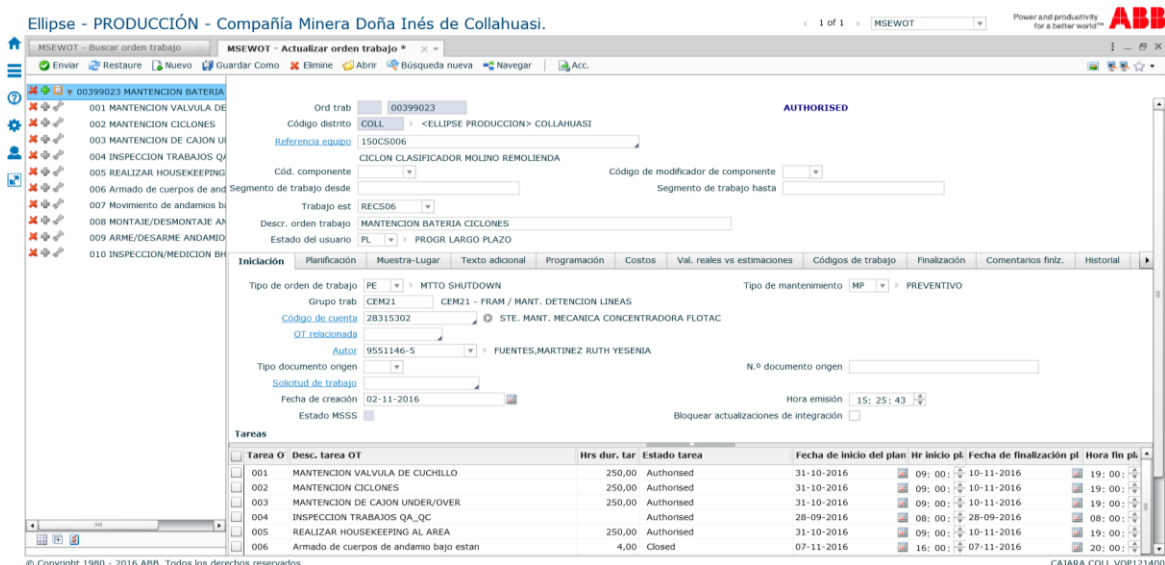


Ilustración 17: Ingreso en planificación en sistema ellipse de orden de trabajo upgrade BHC06.
Fuente: Documentos de CMDIC, 2016.

6.1.5. Generación de scorecard para control de kpi y verificación de controles. En esta etapa se sub-divide en dos controles:

6.1.5.1. Controles asociados a los kpi de cumplimiento del avance del proyecto en sí.

En este punto, se detalla el control de los kpi's definidos y se presentan en la siguiente tabla 7.

Tabla 7: muestra los kpi's definidos para este proyecto y el criterio de cumplimiento.

KPI's	Criterios			Tabla evaluación
	Cumple	Parcial	No Cumple	
1.- Cumplimiento del presupuesto original.	± 10%	± 15%	> 20%	●
2.- Cumplimiento de la promesa de negocio: Aumento de capacidad volumétrica.	≥ 13%	>5% & < 13%	< 5%	●
3.- Cumplimiento de periodo de cambio del proyecto dentro de la mantención mayor línea de molienda 2.	< 0 días	< 5días	> 5días	●
4.- Incidentes	Sin incidentes	Ocurrencia de Incidente		●

6.1.5.2. Los otros son controles enfocados y propuestos en los resultados del proceso involucrado post- cambio de BHC06.

Respecto a este ítem, se trabaja según diagrama de controles propuestos como lo muestra la ilustración 18.

Como resultado, de uno de los controles bajo de control según el ciclo de gestión de riesgo, es que se coordinan muestreos para los flujos indicados: alimentación, underflow, overflow y descarga de molino vertimill, en la puesta en servicio de la BHC 06. Se genera WR y en su defecto OT al personal de laboratorio que realiza esta actividad. Uno de los datos obtenidos se presenta en ilustración 19.

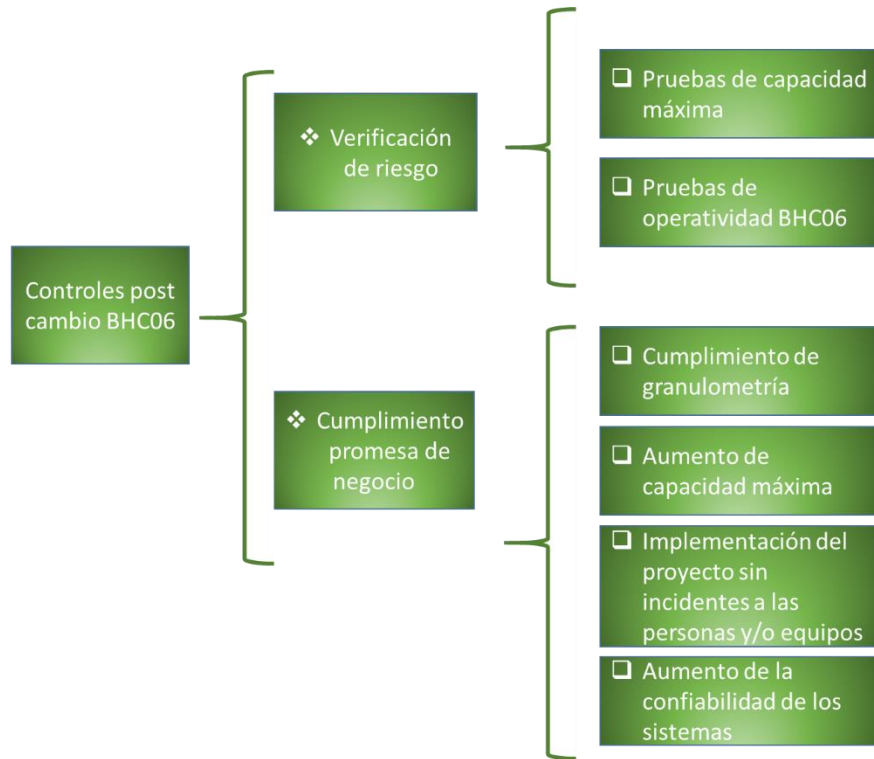


Ilustración 18: Diagrama de controles asociados posterior al cambio de la BHC06. *Fuente:* Elaboración propia, 2017.

NºMUESTRA	3935521	BHC 6 OVER		AM
Mallas Tyler	Peso grs.	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% pasante Acumulado
50	2,20	0,34	0,34	99,66
70	17,90	2,75	3,09	96,91
100	39,00	5,99	9,08	90,92
140	68,70	10,56	19,64	80,36
200	62,50	9,61	29,25	70,75
270	74,50	11,45	40,70	59,30
325	27,70	4,26	44,96	55,04
400	12,20	1,88	46,83	53,17
500	40,50	6,23	53,06	46,94
-500	305,40	46,94	100,00	0,00
TOTAL	650,60	100,00		

NºMUESTRA	3935522	BHC 6 UNDER		AM
Mallas Tyler	Peso grs.	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% pasante Acumulado
50	21,90	3,38	3,38	96,62
70	77,60	11,98	15,36	84,64
100	98,40	15,19	30,55	69,45
140	189,70	29,29	59,84	40,16
200	88,10	13,60	73,44	26,56
270	78,90	12,18	85,63	14,37
325	15,20	2,35	87,97	12,03
400	5,60	0,86	88,84	11,16
500	12,00	1,85	90,69	9,31
-500	60,30	9,31	100,00	0,00
TOTAL	647,70	100,00		

NºMUESTRA	3935523	BHC 6 ALIMENT.		AM
Mallas Tyler	Peso grs.	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% pasante Acumulado
50	7,10	1,07	1,07	98,93
70	60,30	9,06	10,12	89,88
100	87,50	13,14	23,27	76,73
140	93,90	14,10	37,37	62,63
200	72,30	10,86	48,23	51,77
270	82,60	12,41	60,63	39,37
325	20,30	3,05	63,68	36,32
400	7,80	1,17	64,85	35,15
500	32,60	4,90	69,75	30,25
-500	201,40	30,25	100,00	0,00
TOTAL	665,80	100,00		

NºMUESTRA	3935524	BHC 7 VERTIMIL		AM
Mallas Tyler	Peso grs.	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% pasante Acumulado
50	10,10	1,56	1,56	98,44
70	83,90	12,93	14,48	85,52
100	114,80	17,69	32,17	67,83
140	157,60	24,28	56,45	43,55
200	38,20	5,89	62,33	37,67
270	57,50	8,86	71,19	28,81
325	20,60	3,17	74,36	25,64
400	7,50	1,16	75,52	24,48
500	23,20	3,57	79,09	20,91
-500	135,70	20,91	100,00	0,00
TOTAL	649,10	100,00		

BHC 6	Hora muestra	Ciclón	Presión	Nº ciclones operando	Detalle ciclones operando	%S Marcy	%S Seco
Alimentación						43	42,63
Over 6	12:00	1	15	4	1-4-8-10	32	31,04
Under 6						80	76,35
Vertimil 7						75	71,77

Ilustración 19: Resultados del control metalúrgico desarrollado por personal del laboratorio, el cual posteriormente es analizado mediante aplicación molycop tools. *Fuente: Documentos de CMDIC, 2016.*

6.2. La etapa de ejecución debe considerar:

Esta etapa, independiente con la empresa que se realice la ejecución de la actividad, debe entregar:

6.2.1. Plan de ejecución. este se monitorea en terreno según carta gantt.

- Carta gantt up grade BHC06, realizada por empresa ejecutante (Todoacero).

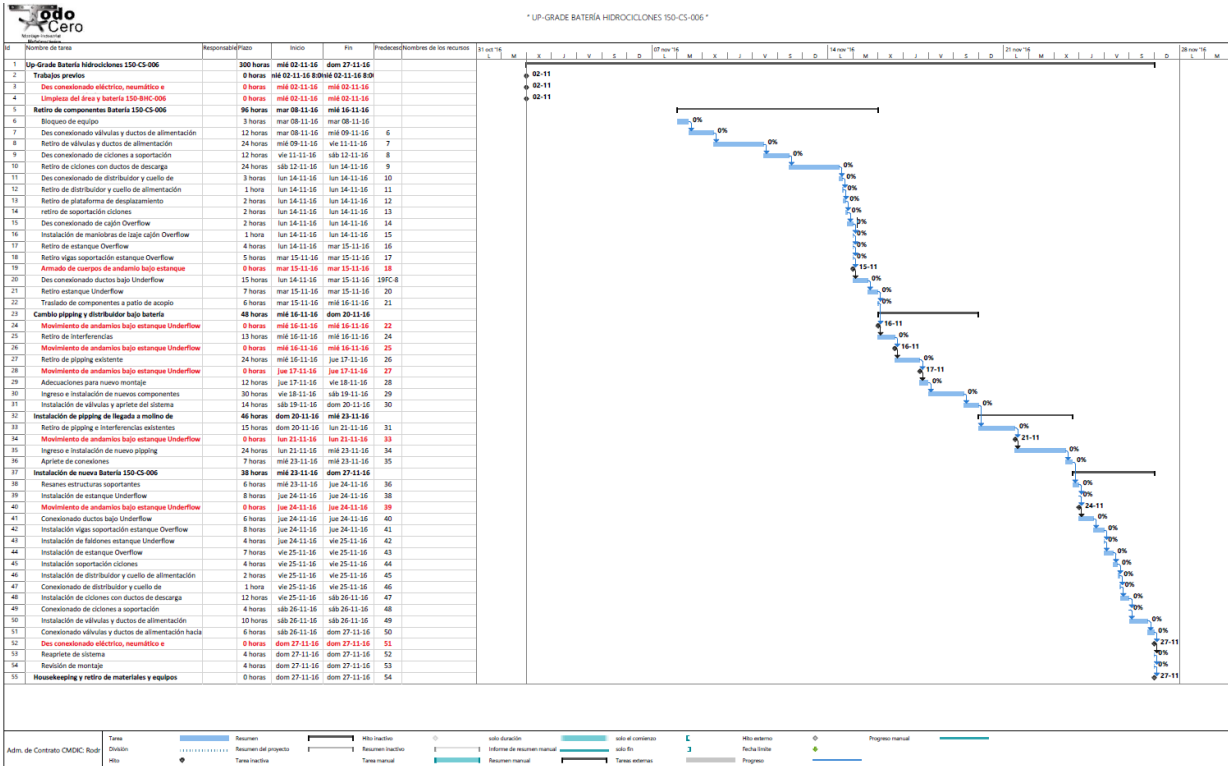


Ilustración 20: Carta Gantt del proyecto de cambio BHC 06. *Fuente: Documentos de Empresa TODOACERO, 2016.*

6.2.2. Hacer seguimiento periódico según scorecard definido, del avance de la ejecución del proyecto.

El seguimiento se realiza en reunión de cambio de turno en procesos de mantención, la cual es dirigida por el planificador de CMDIC, se le reporta y el mide el porcentaje de avance de las actividades realizadas.

Se declaran las desviaciones y se busca la oportunidad de recuperar con las otras especialidades el apoyo para normalizar la desviación. Se emite un informe turno a turno, mediante la curva S, se observa el lineamiento del avance de las actividades, como se muestra en la ilustración 21.



REPORTE AVANCES PROYECTO - CURVA "S"

Mantenimiento Mayor Línea_2
Overhaul Molinos
Modernización Eléctrica
SD1124

Reporte N° 36
Fecha: 22-11-2016
Hora: 20:00 hrs



Observaciones en seguridad

	Viernes_02	Sabado_03	Domingo_04	Lunes_05	Martes_06	Miercoles_07	Jueves_22
Turno A							
Turno B							

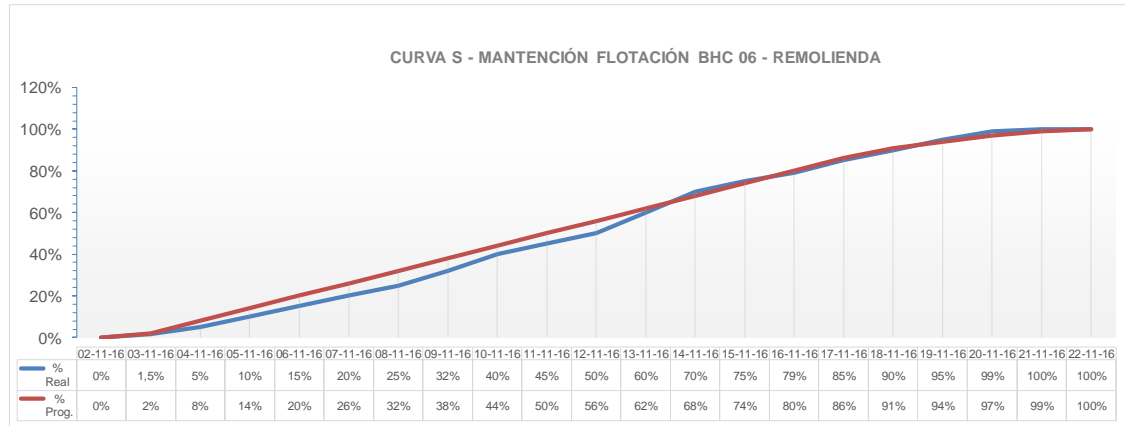


Ilustración 21: Informe de control de avance del proyecto up grade BHC06, mediante curva S.
Fuente: Documentos de área planificación CMDIC, 2016.

6.3. La etapa de verificación debe considerar:

6.3.1. Seguimiento periódico de controles (asociados a órdenes de trabajo en sistema ellipse de la actividad).

Para este ítem, a través del sistema de control de avance es que se realiza el seguimiento dado que se realiza en proceso de mantenimiento mayor, por lo que las órdenes de trabajos no se cierran hasta que se termina la actividad propuesta.

6.3.2. Planes de acción en caso de desviaciones. Frente a una desviación, se debe reunir todos los antecedentes.

A partir del ciclo de gestión de riesgo se establece el siguiente tratamiento de la desviación como lo ilustra el siguiente flujograma.

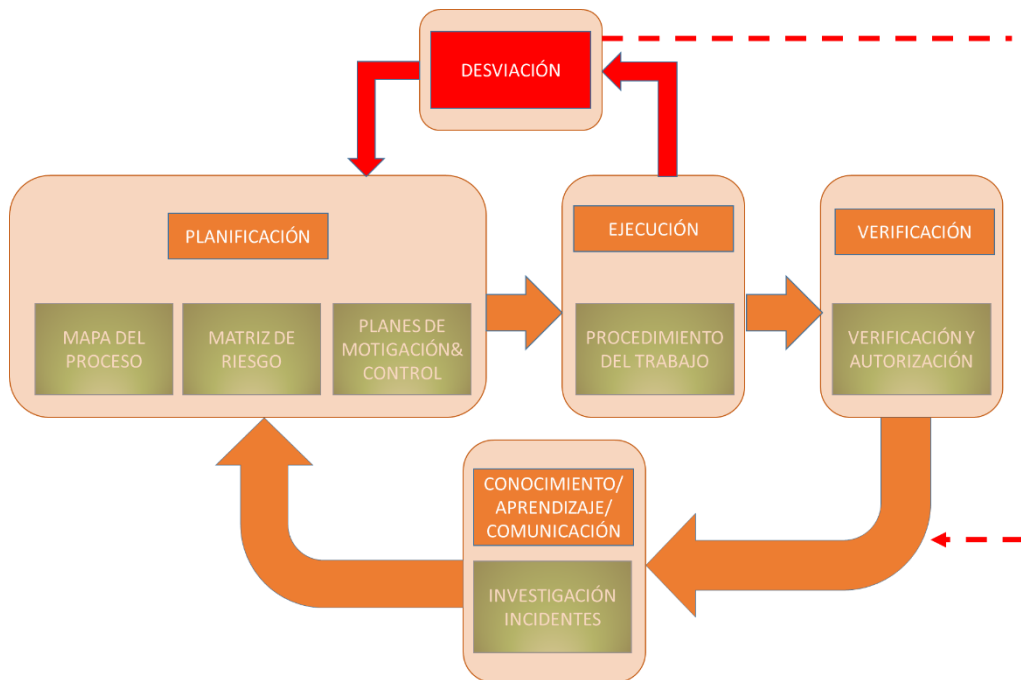


Ilustración 22: Diagrama de flujo propuesto frente a una desviación para el ciclo de gestión de riesgo. *Fuente:* Modificación propia del ciclo de gestión de riesgo de CMDIC, 2016.

En este punto, para el proyecto se encuentran dos desviaciones principales:

1.- *Interferencia de una cañería de HDPE de 10” en una de las líneas de descarga del cajón distribuidor que alimenta al molino vertimill 09.*

Plan de acción: se declara a la organización y al vicepresidente de procesos; por lo que se realiza una administración del cambio específica donde se detalla:

Modificación de la posición de la línea de HDPE de agua 10” que proviene del agua recuperada del TK1A y alimenta a través de la bomba 171PP1010 al cajón 150SU1083.

1.- Según circuito de agua dependiendo de la calidad de agua se detendrá bomba PP1010 y se bloqueará.

2.- Corte de línea de HDPE de 10” en dos puntos según esquema.

3.- Instalación de nueva pieza en HDPE, con pieza adicional que tiene conexión al cajón SU 1071.

Se muestra el antes y el después de la modificación de línea de HDPE 10” en la ilustración 20.



<p>Antes : descarga de agua cajón 1083</p>	<p>Después: Desplazamiento cañería -Punto de conexión de agua a cajón 1083 y habilitado para adicionar agua al cajón 1071 y a las baterías de remolienda.</p>
	

Ilustración 23: Antes y el después de la modificación de línea de HDPE 10" en la descarga del cajón distribuidor de la BHC06. *Fuente: Fotografías de elaboración propia en CMDIC, 2016.*

2.- Interferencia del acceso de pieza cajón overflow sobredimensionada por portón 10.

Plan de acción: se declara a la organización y al vicepresidente de procesos; por lo que se realiza una administración del cambio específica donde se detalla:

Mejora en portones de acceso planta concentradora específicamente portón 10:

- 1.- Corte y retiro de rieles desde el portón 10.
- 2.- Retiro de las piolas del sistema de levante del portón.
- 3.- Retiro de las 4 hojas que componen el portón.
- 4.- Instalación de un sistema provisorio para proteger el sector.
- 5.- Instalación de un nuevo portón.

Se solicita un presupuesto con todos los adicionales a la empresa Todoacero y se realiza el cambio posterior a la aprobación de la nueva orden de servicio que es autorizada por el vicepresidente de procesos.

<p>Antes: Portón 10 que lleva más un año fuera de operación.</p>	<p>Intermedio: Post retiro del portón 10, se ingresa cajón overflow de la bhc06.</p>	<p>Después: Portón 10 se cambia y queda disponible y operativo.</p>
		

Ilustración 24: Etapas del cambio del portón 10 en el área de flotación. *Fuente:* Fotografías de elaboración propia en CMDIC, 2016.

6.4. La etapa de conocimiento y aprendizaje debe considerar:

6.4.1. Informe de resultados, el cual debe evaluar todos los aspectos de la confiabilidad, con base en los kpi's establecidos.

La ilustración presenta parte del informe emitido por empresa VULCO a solicitud del área de metalurgia, post puesta en operación el 14 de diciembre del 2016. La base de datos son los controles metalúrgicos establecidos: P80, % sólido, carga circulante.

Introducción

- La planta de remolienda esta caracterizada por una alimentación fresca de 1200 tph aproximadamente, compuesta por concentrador rougher, concentrado scavenger, re pulpeo de piscinas, concentrado de piso. De las 4 baterías existentes, de forma normal están operando la n°07, n°06, n°05 y de forma intermitente la n°1017.

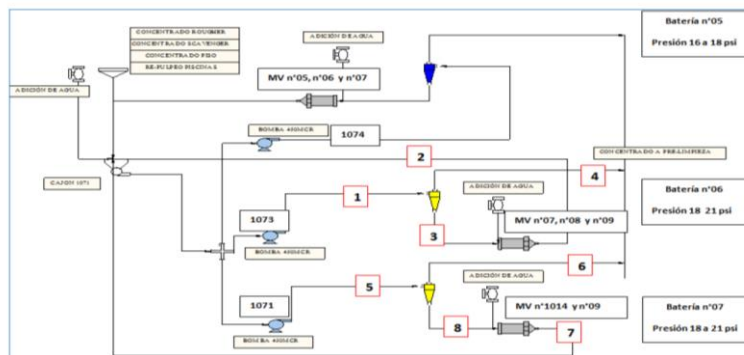


Ilustración 25: Parte del informe técnico emitido por empresa Vulco. Se evalúan los kpis metalúrgicos propuestos y comprometidos. *Fuente:* Informe técnico de VULCO, 2016.

6.4.2. Procesos de cierre. Entre los que se incluyen:

6.4.2.1. Retiro de producto o materiales no usados.

Para este ítem se estable en carta Gantt, el control de retiro de materiales que quedan en desuso y deben ser retirados del área de trabajo.

Ilustración 26 se observa materiales que deben ser retirados del proceso y llevado a patios como chatarra.



Ilustración 26: Cajones underflow y overflow que se debe retirar del área de trabajo. *Fuente: Fotografías de elaboración propia en CMDIC, 2016.*

6.4.2.2. Procesos de catalogación (en caso de ser exitosa la prueba).

Se le entrega el listado de repuestos al área de gestión de repuestos y gestión de activos para que se ingrese tanto los repuestos o insumos críticos como la frecuencia de cambio de cada componente, que es validada previamente por las áreas de mantención, instrumentación y eléctrica.

En ilustración 27, se presenta formato de catalogación de piezas y componentes después del cambio de la BHC06.


A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		SOLICITUD DE CATALOGACIÓN - AREA REPUESTOS GMP										
2		SOLICITADO POR: Carolina Jara										
3		FECHA: 20 Enero 2017										
4		AREA: REMOLIENDA										
5												
6												
NOMBRE ITEM	DESCRIPCIÓN EXTENDIDA	FABRICAN TE	NUMERO DE PARTE	TAG EQUIPO	UNIDADES POR EQUIPO	EQUIPOS EN	CONSUMO ANUAL	FRECUENCI A DE	UNIDAD (cu. set, litro, gal, etc.)	PLANO	OBSERVACION	
8	Estanque Underflow	Estanque Underflow Plano DMV-3121-S RA	Vulco	1218CN061	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	cu	D-MV-3121-S RA	
9	Estanque Overflow	Estanque Overflow con accesorios y plataformas, Plano VA001554_03 Rev A	Vulco	1218CN062	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	cu	VA001554_03	
10	Plataforma	Plataforma interior Estanque overflow, Plano VA001554_10 Rev A	Vulco	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	0,1	cu	VA001554_10 Rev A	
11	Acceso Plataforma	Acceso a plataforma, Plano VA001554_11 Rev A	Vulco	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	0,1	cu	VA001554_11 Rev A	
12	Distribuidor Central Cavex 500	Distribuidor central CVX 500 13 salidas	Vulco	1218MF031	150 CS 006	1	1	1	1	cu		
13	Tapa inferior distribuidor	Tapa bombarda inferior VA001554_06 Rev A	Vulco	1218MF031	150 CS 006	1	1	1	1	cu	VA001554_06 Rev A	
14	Tapa superior distribuidor	Tapa Bombarda Superior ALMV5019-3	Vulco	1218MF011	150 CS 006	1	1	1	1	cu	ALMV5019-3	
15	Soporte hidrociclón	Soportes para hidrociclones VA001554_08 Rev A	Vulco	1218SB040	150 CS 006	12	1	12	12	cu	VA001554_08 Rev A	
16	Ducto alimentación CVX500	Ducto de alimentación hidrociclones Cavex VA001554_04 Rev A	Vulco	1218CC21M1	150 CS 006	12	1	12	12	cu	VA001554_04 Rev A	
17	Hidrociclón cavex 500	Hidrociclones CVX 500 Código	Vulco	500CV100030	150 CS 006	12	1	12	12	cu		
18	Valvula cuchillo 8"	Valvulas logaste 8" Código	Vulco	06VSR3UUAU0731075	150 CS 006	13	1	12	12	cu		
19	Ducto alimentación baterías CVX500	Ducto alimentación baterías VA001554_03 Rev A	Vulco	150 CS 006	1	1	1	1	1	cu	VA001554_03 Rev A	
20	Ducto alimentación batería CVX500	Ducto alimentación batería VA001554_12 Rev A	Vulco	150 CS 006	1	1	1	1	1	cu	VA001554_12 Rev A	
21	Conjunto ducto descarga CVX500	Ducto y codos de descarga de acuerdo a plano VA001554_05 Rev A	Vulco	1218CC2YR1	150 CS 006	12	1	12	12	cu	VA001554_05 Rev A	
22	Faldón estructural cajón under	Faldón estructural underflow DMV 3121-S RA	Vulco	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	0,1	cu	DMV 3121-S RA	
23	Estructura soporte Baterías 150	Estructura soporte Baterías Hidrociclones D-MV-3121-S RA	Vulco	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	0,1	cu	D-MV-3121-S RA	
24	Conjunto toma muestra	Conjunto toma muestra	Vulco	1218CC2Y31	150 CS 006	1	1	0,1	0,1	cu		
25	Pernos Baterías Hidrociclones	Pernera general requestada	Vulco	150 CS 006	1	1	0,2	0,2	0,2	cu		
26	Cajón Descarga VA001522_01	Cajón distribuidor de descarga estanque Underflow remolienda a molinos verticales 150VM005-006-007	Vulco	1218CN1891	150 CS 006	1	1	1	1	CU	VA001522_01R3	
27	Reducción VA001522_02	Reducción Concéntrica 20x18" revestimiento neopreno	Vulco	1218CC2XG1	150 CS 006	2	1	1	1	CU	VA001522_02 R2	
28	Reducción VA001522_03	Reducción Concéntrica 20x18" revestimiento neopreno	Vulco	1218CC2YH1	150 CS 006	1	1	1	1	CU	VA001522_03 R1	
29	Spool Recto VA001522_04	Spool Recto n18" revestimiento neopreno	Vulco	1218CC2XJ1	150 CS 006	2	1	1	1	CU	VA001522_04 R2	
30	Convergencia VA001522-05	Codo Mirado 18" revestimiento neopreno	Vulco	1218CC2XJ1	150 CS 006	2	1	1	1	CU	VA001522-05 R2	
31	Reducción VA001522_06	Reducción concéntrica 18"x16" revestimiento neopreno	Vulco	1218CC2XK1	150 CS 006	1	1	1	1	CU	VA001522_06 R1	
32	Codo Mirado VA001522_07	Codo Mirado 16" Revestimiento neopreno	Vulco	1218CC2XL1	150 CS 006	2	1	1	1	CU	VA001522_07 R1	
33	Valvula Cuchillo W/S 10"	Valvulas descarga cajón distribuidor 10" manga neopreno, Accionamiento neumático	Vulco	10VSR3UUAU0731067	150 CS 006	3	1	3	3	CU		
34												
35												
36	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_17	150VM007	2	2	2	2	CU	VA0015465_17	
37	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_18	150VM007	1	1	1	1	CU	VA0015465_18	
38	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_19	150VM007	2	2	2	2	CU	VA0015465_19	
39	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_20	150VM007	1	1	1	1	CU	VA0015465_20	
40	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_22	150VM007	1	1	1	1	CU	VA0015465_22	
41	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_23	150VM007	2	2	2	2	CU	VA0015465_23	
42	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_24	150VM007	1	1	1	1	CU	VA0015465_24	
43	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_25	150VM007	1	1	1	1	CU	VA0015465_25	
44	Tee	Tee 10" revestido	Vulco	VA0015465_26	150VM008	1	1	1	1	CU	VA0015465_26	
45	Spool Y"	Spool Y" 10" revestido	Vulco	VA0015465_27	150VM008	1	1	1	1	CU	VA0015465_27	
46	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_28	150VM008	1	1	1	1	CU	VA0015465_28	
47	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_29	150VM008	1	1	1	1	CU	VA0015465_29	
48	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_30	150VM008	1	1	1	1	CU	VA0015465_30	
49	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_31	150VM008	1	1	1	1	CU	VA0015465_31	
50	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_32	150VM003	1	1	1	1	CU	VA0015465_32	
51	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_33	150VM003	1	1	1	1	CU	VA0015465_33 Pendiente Lev. Terreno	
52	Tee	Tee 10" revestido	Vulco	VA0015465_34	150VM003	1	1	1	1	CU	VA0015465_34	
53	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_35	150VM003	1	1	1	1	CU	VA0015465_35	
54	Codo Mirado	Codo Mirado 10" revestido	Vulco	VA0015465_36	150VM003	2	2	2	2	CU	VA0015465_36	
55	Spool Recto	Spool Recto 10" revestido	Vulco	VA0015465_37	150VM003	1	1	1	1	CU	VA0015465_37	

Ilustración 27: Formato de catalogación de piezas y componentes después del cambio de la BHC06. Fuente: Archivo excel del área de repuestos de CMDIC, 2016.

6.4.2.3. Actualización de mapas de procesos, matrices de riesgos, instructivos, diagramas de bloqueos, si aplica (en caso de ser exitosa la prueba).

En este ítem, se actualiza instructivo de operación y diagrama de bloqueo de la BHC06.

COLLAHUASI		COMPAÑÍA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI		GERENCIA CARGUO Y TRANSPORTE	
Puesta en Operación de la Batería de Remolienda 06					
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	VERSIÓN	PRÓXIMA REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA
IET-FLOT-019	Diciembre 2016	V-01	Diciembre 2018	Generado : Revisado: Aprobado :AA	1 de 5



1. Antecedentes Generales

Personal requerido	2	Especialidad	OPERACIONES
Duración actividad	45 min	Std Job N°	
Condición equipo	Desbloqueo	Frecuencia	De acuerdo a necesidad operacional

2. Condiciones de seguridad

2.1. Matriz de evaluación y gestión de Riesgos

Actividad está en Matriz

SI	NO
X	




Si es NO se debe agregar en Matriz previa a la ejecución de los trabajos.

2.2. EPF asociado a la actividad

EPF1	EPF2	EPF3	EPF4	EPF5	EPF6	EPF7	EPF8
			X	X			

COLLAHUASI		COMPAÑÍA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI		GERENCIA CARGUO Y TRANSPORTE	
Puesta en Operación de la Batería de Remolienda 06					
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	VERSIÓN	PRÓXIMA REVISIÓN	RESPONSABLES	PÁGINA
IET-FLOT-019	Diciembre 2016	V-01	Diciembre 2018	Generado : Revisado: Aprobado :AA	2 de 5







2.3. Riesgo a personas.

Riesgo a personas			
	¡ATENCIÓN! Caída distinto nivel	¡PELIGRO! Proyección de partículas	Caída en mismo nivel

2.4. Medidas de Control (Matriz de evaluación y control de riesgo)

Acciones de control existentes	Acciones de Control a Implementar	Nivel Riesgo
Evaluación del entorno, aplicar VATS. EPF-04	Aplicar procedimiento SCOPC-100 e instructivo IET-FLOT-001	● Amarillo

2.5. Elementos de Protección Personal

EPP						
	ES OBLIGATORIO EL USO DE CASCO	ES OBLIGATORIO EL USO DE LENTES DE SEGURIDAD	ES OBLIGATORIO EL USO DE PROTECTOR AUDITIVO	ES OBLIGATORIO EL USO DE GLOVES	ES OBLIGATORIO EL USO DE CHALECO REFLECTANTE	ES OBLIGATORIO EL USO DE ZAPATOS DE SEGURIDAD
	Casco	Lentes seguridad	Protector auditivo	Guantes	Chaleco reflectante	Zapatos seguridad

3. Consideraciones previas a la intervención

- 3.1. Verificar entorno y condiciones adecuadas para realizar el trabajo
- 3.2. Verificar Status de bombas en operación
- 3.3. Chequear condición del pozo de remolienda y bombas de piso.
- 3.4. Comunicación y coordinación en todo momento entre operador sala de control flotación y operador terreno.

Ilustración 28: Formato de cambio de instructivo de operación de la BHC06. *Fuente: Documento del área de operaciones de CMDIC, 2016.*

6.4.2.4. Actualización de documentación complementaria (planos, hojas de seguridad, manuales, otros).

En este ítem se realizan cambio de planos, hojas de seguridad y se realizan manuales los cuales fueron capacitados el personal de operación y mantención, por lo tanto todos los cambios involucrados se ingresan en el CCR.

En esta etapa del CGR, se debe hacer entrega en una reunión de aprendizajes multidisciplinarios según como lo propone la siguiente ilustración; cerrando de esta forma el proyecto según el ciclo de gestión de riesgo de CMDIC.

Esto se detalla en el ilustración 29.

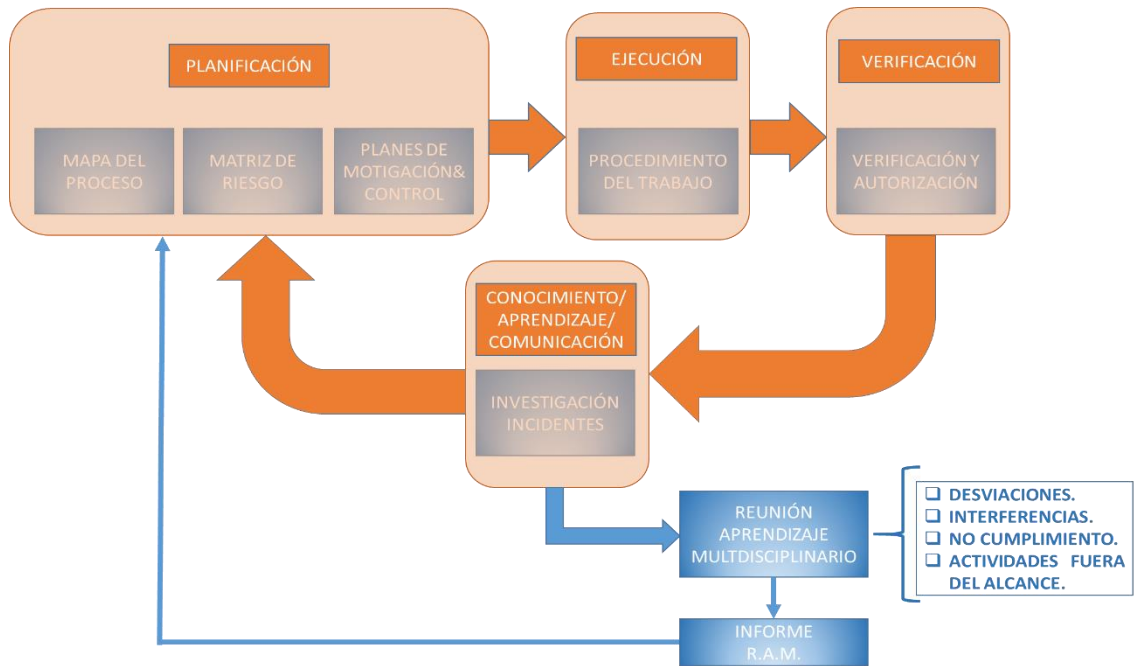


Ilustración 29: Diagrama del ciclo de gestión de riesgo que finaliza con la reunión de aprendizaje multidisciplinario de CMDIC. *Fuente:* Modificación propia del diagrama del ciclo de gestión de riesgo de CMDIC, 2016.

Finalmente se presenta en ilustración 30 el antes y después del upgrade de la BHC06.



Ilustración 30: Antes y después del upgrade de la BHC06. *Fuente:* Fotografías de elaboración propia en CMDIC, 2016.

7. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado es posible concluir que, se cumple el objetivo principal de desarrollar y validar una metodología de trabajo para la implementación de proyectos operacionales o pruebas industriales en la vicepresidencia de procesos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, que responde al modelo único llamado ciclo de gestión del riesgo.

Este involucra los cuatro ámbitos principales, que son: planificación, ejecución, verificación y conocimiento/aprendizaje/ comunicación.

Se logra a partir del modelo existente, la integración entre la estrategia y la ejecución cada vez que se realiza una prueba industrial y/o proyecto.

De manera secundaria, se demuestra la aplicabilidad de esta metodología propuesta, que se basa en el modelo estratégico de CMDIC; a través del caso de estudio denominado: “up grade de la batería de hidrociclones 06, en la etapa de remolienda – flotación colectiva.

Se obtiene al finalizar este proyecto:

1.- En términos de gestión de riesgos, se logran los siguientes kpi's propuestos:

- ❖ Se cumple el periodo de cambio del proyecto dentro de la mantención mayor de la línea de molienda 2. (45 días).
- ❖ Se implementa el proyecto sin incidentes a la personas, equipos y sin mayores desviaciones.
- ❖ Se aumenta la confiabilidad del sistema, dada por el cambio de la BHC06, que genera una menor frecuencia de intervención de los equipos.

2.- Desde el punto de vista del beneficio, a partir del caso de estudio:

- ❖ Se cumple la promesa de negocio: Aumento en 13[%] la capacidad volumétrica en la etapa de remolienda, a través del cambio en la BHC06. Como consecuencia, se disminuye la carga circulante del sistema a 244 [%], y se genera un aumento en la recuperación de cut en 0,6 [%].

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda como segunda etapa de este trabajo llevar la metodología propuesta a un formato de instructivo para ser difundido a la organización.

Y para cerrar el proyecto del upgrade de la batería de hidrociclones 06 de la etapa de remolienda, se sugiere realizar una reunión de cierre, así como cuando se inició este trabajo invitando a todas las especialidades involucradas, donde se revisaran las lecciones aprendidas basado en la última caja del ciclo de gestión de riesgo conocimiento/aprendizaje y comunicación, lo que permitirá rescatar las oportunidades de mejora que se podrán aplicar los futuros proyectos, basados en el ciclo de gestión de riesgos de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

El modelo de ciclo de gestión de riesgos, modelo propio, recoge definiciones técnicas de círculo de deming, ISO 9001, OSHAS 18001, ISO 14001, British estándar y otras normas técnicas asociadas, buscando calidad y simpleza en su aplicación, de modo que involucra fácilmente a nuestros trabajadores con su participación activa.

Por lo que este modelo de gestión de riesgo ha sido exitoso para Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, tanto en el aspecto abordado en esta tesis como para las otras áreas de la compañía, entre ellas: el área financiera, operaciones plantas y mina, proyectos, recursos humanos y otras áreas involucradas. En base a lo anterior, es que se sugiere extrapolar la aplicabilidad de esta metodología a otras industrias, tales como: la construcción, pesca, energía, agricultura, ganadería, silvicultura, comercio, vitivinicultura, e inclusive a otras faenas mineras.

El éxito alcanzado se refleja en el cumplimiento de la promesa de disminuir el índice de frecuencia de 1,65 en el año 2010 a 0,45 en el año 2016, respecto a los indicadores económicos se busca cumplir la promesa hacia el accionista de un EVA del 12%, lo que ha sido difícil por las condiciones del mercado; pero lo relevante hoy son los dividendos que pese a la disminución del precio de cobre se han mantenido, con esto se disminuyó el C1 de 2,08 [US\$/lb] que se obtuvo en el año 2012 a 1,14 [US\$/lb] en el año 2016 quedando CMDIC primeros en el segundo cuartil como compañía minera. La mejora en el C1 ha sido significativa, pero la industria también se movió. Por todo esto, es totalmente recomendable este modelo de gestión de riesgo.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. **GESTIÓN DE CONTRATOS DE SERVICIOS A LA MINERÍA.** Tesis Rubén Torres, 2015, Universidad de Chile.
2. **PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS – VPPE, COMPAÑÍA MINERA DOÑA INÉS DE COLLAHUASI S.C.M,** Rev. 01, Claudio Lillo G., 2016.