



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

REDISEÑO DE PROCESO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE
INCIDENTES EN EMPRESA MINERA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

FELIPE ORLANDO SOBARZO BARRA

PROFESOR GUÍA:
JUAN PABLO ROMERO GODOY

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
IVÁN DÍAZ CAMPOS
MANUEL REYES JARA

SANTIAGO DE CHILE
2022

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial
POR: Felipe Orlando Sobarzo Barra
FECHA: 2022
PROFESOR GUÍA: Juan Pablo Romero Godoy

REDISEÑO DE PROCESO DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE INCIDENTES EN EMPRESA MINERA

El área de Seguridad y Salud Ocupacional de la División Ministro Hales en Codelco, está comprometida con la vida de las personas, con realizar una gestión empresarial que proteja a todos los trabajadores propios y contratistas y otras personas que estén en torno de sus operaciones. Se encarga de hacer gestión para prevenir los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales de manera oportuna.

Para realizar una gestión adecuada, se requiere manipular diversos tipos de documentos e información de diferentes procesos, los cuales son almacenados de manera no centralizada y no estandarizada, por lo que se presentan como barreras para poder realizar análisis de datos y para la toma de decisiones oportuna. Esto es relevante debido a que tener incidentes se traduce en costos de distinto tipo. Costos indirectos, como primas, reputación y tiempo. Y costos directos, como el daño a la propiedad y la detención del proceso productivo, que puede llegar a tener un impacto en la utilidad de USD\$5.000 a USD\$1.000.000.

Dicho esto, el objetivo del presente trabajo es realizar un rediseño de proceso de la manera en que se gestiona la información, con el foco en dos ámbitos diferentes, el de los Reportes Preventivos y el de Reporte de Incidentes. En particular, se identifica la situación actual, se generan los rediseños y una propuesta tecnológica, se realizan las implementaciones y recomendaciones que corresponda en cada caso y, finalmente, se analiza el impacto económico que conlleva el proyecto.

La metodología utilizada está basada en la que plantea el académico Oscar Barros en su libro sobre rediseño de procesos. Se parte desde un conocimiento profundo de la situación actual para utilizarla como base del rediseño y en base a esto generar propuestas. Además, el proceso está siendo validado constantemente con los trabajadores que están involucrados, a través de su experiencia y conversaciones con ellos que aportan con un mejor entendimiento de los procesos.

Como resultados del trabajo, se obtiene tanto el cambio en los procesos como en las personas, las que adquieren nuevas prácticas de trabajo y el utilizar tecnologías computacionales en sus responsabilidades. Se logra eliminar barreras para el análisis de datos y que la organización tome una propuesta de implementación digital, llevándola más allá de la División Ministro Hales, para utilizarla como herramienta corporativa en el futuro. El trabajo permite un ahorro estimado en aproximadamente USD \$170.000 en el peor escenario, provenientes de la disminución de la tasa de incidentes y la disminución de tiempos del proceso, lo que evidencia que la prevención de incidentes es algo muy relevante, tanto por el cuidado de la vida de las personas, como por los resultados globales del negocio.

DEDICATORIA

A mis padres, Sergio y Lily.

AGRADECIMIENTOS

A mis colegas de la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional, quienes me brindaron ayuda constantemente.

A Juan Pablo Romero, Iván Díaz y Manuel Reyes, por su constante seguimiento y correcciones a mi trabajo.

A mis amigos de la universidad, que hicieron todo este periodo mucho más ameno.

Y a mi familia, Sergio, Lily, Sebastián, Javier y Fernanda, que son el pilar fundamental en todo lo que hago.

TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES GENERALES O INTRODUCCIÓN	1
1.1	CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN.....	1
1.2	MERCADO Y MARCO INSTITUCIONAL	4
1.3	DESEMPEÑO ORGANIZACIONAL.....	6
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	7
2.1	INFORMACIÓN DEL ÁREA DE LA EMPRESA	7
2.2	PROBLEMA/OPORTUNIDAD Y SU RELEVANCIA	9
2.3	HIPÓTESIS Y POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	11
2.4	PROPUESTA DE VALOR DE LAS POSIBLES SOLUCIONES.....	14
3	OBJETIVOS	15
3.1	OBJETIVO GENERAL:.....	15
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
4	ALCANCES	16
5	MARCO CONCEPTUAL.....	17
5.1	DEFINICIONES Y CONCEPTOS	17
5.2	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO Y LOS RIESGOS OPERACIONALES	18
5.3	GESTIÓN DE INCIDENTES	19
5.4	NORMAS ISO	20
5.4.1	<i>ISO 27001: Gestión de la Seguridad de la Información.....</i>	<i>20</i>
5.4.2	<i>ISO 31000: Gestión de Riesgos.....</i>	<i>21</i>
5.4.3	<i>ISO 45001: Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.....</i>	<i>22</i>
5.5	ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	23
5.5.1	<i>Analítica de Negocios.....</i>	<i>23</i>
5.5.2	<i>Reportes.....</i>	<i>24</i>
5.5.3	<i>Visualizaciones.....</i>	<i>24</i>
5.5.4	<i>Dashboard.....</i>	<i>25</i>
5.6	VARIABLES DE CAMBIO EN UN REDISEÑO.....	25
6	METODOLOGÍA	29
6.1	RESUMEN METODOLOGÍA.....	29
7	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	30
7.1	DEFINIR EL PROYECTO.....	30
7.1.1	<i>Establecer objetivo del rediseño</i>	<i>30</i>
7.1.2	<i>Definir ámbito de procesos a rediseñar</i>	<i>30</i>
7.1.3	<i>Establecer si hacer estudio situación actual</i>	<i>31</i>
7.2	ENTENDER SITUACIÓN ACTUAL	32
7.2.1	<i>Modelar la situación actual</i>	<i>32</i>
7.2.2	<i>Validar y medir.....</i>	<i>35</i>
7.3	REDISEÑAR.....	37
7.3.1	<i>Establecer dirección de cambio.....</i>	<i>37</i>
7.3.2	<i>Seleccionar tecnologías habilitantes.....</i>	<i>38</i>
7.3.3	<i>Modelar rediseño.....</i>	<i>39</i>
7.4	IMPLEMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES.....	46
7.5	IMPACTO ECONÓMICO	54
7.5.1	<i>Estimación de costos del proyecto</i>	<i>55</i>

7.5.2	<i>Estimación de beneficios del proyecto</i>	56
7.5.3	<i>Resumen</i>	57
8	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	58
9	TRABAJO FUTURO	60
10	BIBLIOGRAFÍA	62
11	ANEXOS	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1.	PRINCIPALES MERCADOS DE VENTA.....	2
ILUSTRACIÓN 2.	PRODUCCIÓN COBRE PROPIO CODELCO DESDE 2015 A 2021 (TERCER TRIMESTRE)	3
ILUSTRACIÓN 3.	EXCEDENTES PRIMER SEMESTRE 2021	6
ILUSTRACIÓN 4.	ORGANIGRAMA GERENCIA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, MINISTRO HALES	8
ILUSTRACIÓN 5.	ÁRBOL DE PROBLEMAS	11
ILUSTRACIÓN 6.	RELACIÓN ENTRE VARIABLES DE DISEÑO	28
ILUSTRACIÓN 7.	SISTEMA GESTIÓN DE HERRAMIENTAS PREVENTIVAS (SGHP).....	33
ILUSTRACIÓN 8.	TABLERO ANÁLISIS DE REPORTES SSO	41
ILUSTRACIÓN 9.	TABLERO ANÁLISIS DE REPORTES SSO	46
ILUSTRACIÓN 10.	VISUALIZACIÓN RECUENTO POR RIESGO CRÍTICO	47
ILUSTRACIÓN 11.	EJEMPLO FOCO TFDS RIESGO CRÍTICO 10.....	48
ILUSTRACIÓN 12.	APP REPORTES FLASH, INICIAR SESIÓN.....	50
ILUSTRACIÓN 13.	APP REPORTES FLASH, BIENVENIDA.....	50
ILUSTRACIÓN 14.	APP REPORTES FLASH, HOME	51
ILUSTRACIÓN 15.	APP REPORTES FLASH, SELECCIONAR DIVISIÓN	51
ILUSTRACIÓN 16.	APP REPORTES FLASH, ANTECEDENTES EMPRESA.....	52
ILUSTRACIÓN 17.	TABLA RESUMEN IMPACTO ECONÓMICO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1 ANTECEDENTES GENERALES O INTRODUCCIÓN

1.1 Características de la Organización

La Corporación Nacional del Cobre de Chile, más conocida como Codelco, es una empresa del Estado de Chile dedicada al rubro minero. Lidera la producción mundial de cobre e impulsa el desarrollo del país.

Su giro principal es explorar, desarrollar y explotar recursos mineros, procesarlos para producir cobre refinado y subproductos, para luego ser comercializados con clientes en todo el mundo.

Misión

“Maximizar, de manera competitiva y sustentable, el valor económico de la empresa y su aporte al Estado en el largo plazo, a través de la explotación del cobre”.

Estructura Organizacional

Su estructura es encabezada por la Presidencia Ejecutiva, en la que actualmente está Octavio Araneda O.

Luego, se divide en las distintas Vicepresidencias como, por ejemplo, Administración y Finanzas, RRHH, Proyectos, Sustentabilidad, Abastecimiento, Operaciones Norte, Operaciones Centro Sur, entre otras.

Operaciones Norte y Centro Sur, dan paso a las distintas divisiones de Codelco: Chuquicamata, Ministro Hales, Gabriela Mistral y Radomiro Tomic en el norte, Andina, El Teniente y Salvador en el centro sur. Cada una de estas deriva en las distintas áreas correspondiente a su propia estructura organizacional (Anexo A.1).

Productos

Su cartera comercial se divide en tres categorías, productos de cobre refinado, no refinados y subproductos. En sus productos refinados se encuentran los cátodos de cobre con 99,9% de pureza. En los no refinados se encuentran concentrados de cobre, concentrados de cobre tostados, ánodos y blíster (material metálico que se utiliza como materia prima de cátodos de cobre). Por último, su principal subproducto es el molibdeno (insumo clave en la fabricación de aceros especiales), otros son el ácido sulfúrico, oro, plata y renio.

Cientes

La política de Codelco ha estado orientada a darle prioridad a las ventas de cobre refinado a fabricantes o productores de semielaborados. La corporación los considera como socios estratégicos. El principal mercado de las ventas de cobre para el año 2020, considerando los impactos del Covid-19, correspondió a Asia con 50%, seguido de Sudamérica con 22%, Norteamérica con 14%, Europa con 13% y otros mercados con un 1%.

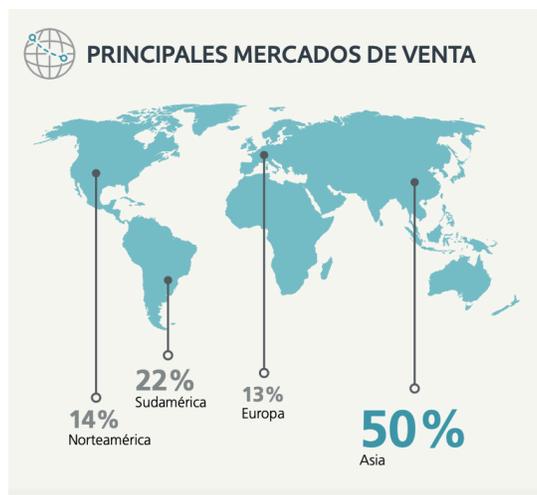


Ilustración 1. Principales Mercados de Venta

Indicadores relevantes

Algunas cifras del año 2020 que indican la dimensión de la actividad realizada por la organización son las siguientes, tuvo una inversión por \$2.143 millones de dólares, una producción de cobre fino propio de 1.618 ktmf (kilo toneladas métricas finas), lo cual fue un 1,9% superior al 2019 y un patrimonio de \$11.626 millones de dólares. Además, para el año 2020 obtuvo una venta total de \$14.713 millones de dólares, generando \$2.078 millones de dólares en excedentes, los cuales fueron entregados al país en su totalidad. Todo esto en un año marcado por la pandemia.

También, como dato histórico, desde los orígenes de Codelco en 1971 hasta 2020 han generado excedentes por \$115.000 millones de dólares (en moneda de 2020) para el Estado de Chile.

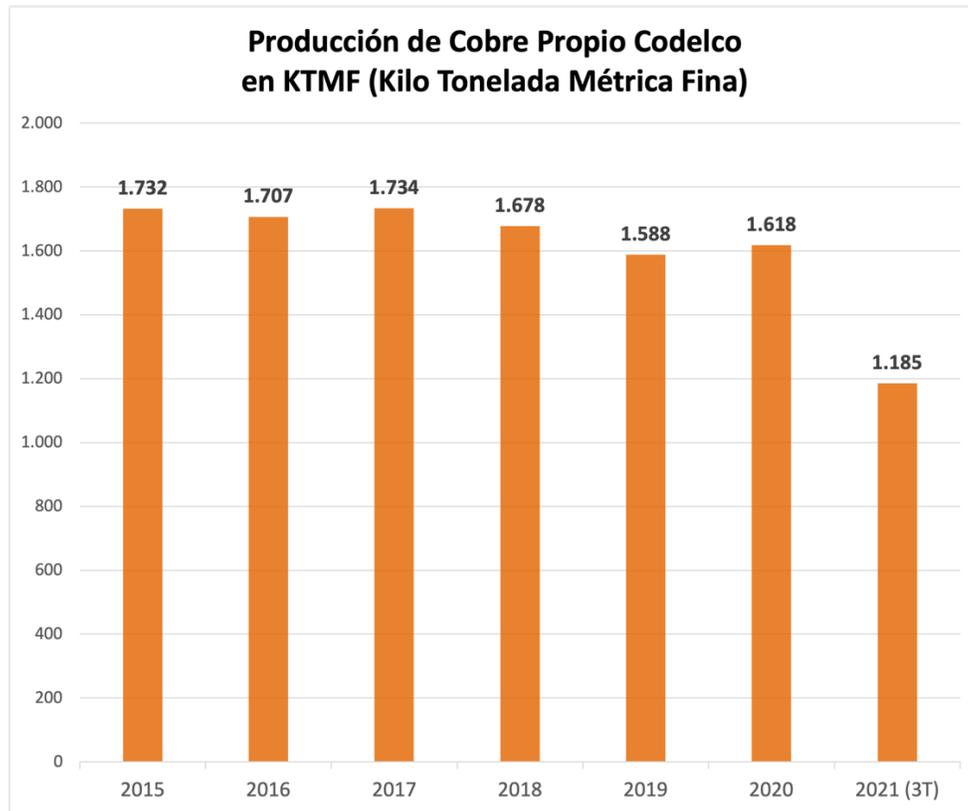


Ilustración 2. Producción Cobre Propio Codelco desde 2015 a 2021 (tercer trimestre)

Ventajas competitivas

Las principales ventajas de la organización son:

- **Experiencia:** Desde su nacionalización, Codelco está cumpliendo 50 años de experiencia en el mercado del cobre. Participa en minas a rajo abierto, subterráneas, producción de cátodos y concentrado, fundición, refinería y comercialización.
- **Liderazgo:** El tamaño y liderazgo de Codelco a nivel mundial entrega una gran ventaja, el cobre de Codelco alcanza un 30% de la producción nacional y 8% de la producción mundial para el año 2020.
- **Presencia mundial:** La corporación está presente en los principales mercados del mundo y es líder en lo que se refiere a precios. Algunos de los mercados más grandes donde está presente son Londres, Nueva York y Shanghái.

- Tecnología: Codelco es líder en tecnología en alguno de sus procesos, lo que le permite tener una mayor seguridad, mayor producción y poder obtener cobre desde mineral más sucio.
- Propiedad del Estado de Chile: Al ser una empresa estatal, está respaldada por el país y tiene beneficios que no pueden optar las empresas privadas. Además, los excedentes que genera son del Estado en su totalidad.

1.2 Mercado y Marco Institucional

Actores

Dentro de la industria minera existen diversos actores involucrados, tales como, clientes, proveedores y agentes reguladores.

Los principales clientes de Codelco son fabricantes o productores de semielaborados del mercado asiático, en particular China, país que consume más del 50% del cobre refinado del mundo.

También, Codelco tiene distintos proveedores que son necesarios para cumplir con el proceso productivo y operacional. La empresa realizó negocios con 2.376 proveedores durante 2020, de los cuales 2.198 son nacionales y 178 extranjeros. El monto total asignado alcanzó a \$4.665 millones de dólares. Por mencionar algunos ejemplos, se tiene proveedores de combustible para los camiones de la mina (Copec), de energía, de elementos como neumáticos (Michelin y Goodyear), como también empresas que prestan servicios de mantenimiento (Finning y Komatsu).

Por último, se tienen agentes reguladores del gobierno, debido a que es una empresa pública, en el ámbito económico, ambiental y sanitario.

Regulaciones

Algunas regulaciones del ámbito económico es el tipo de producto que se obtiene y se vende en el mercado. Como el mineral de esta división tiene muchas impurezas, mucho porcentaje de arsénico, esta debe tener un proceso de tostación para limpiarlo, debido a que no se puede vender al mercado un mineral tan impuro. Esto es algo que, por regulación, castiga el precio del cobre, donde a mayor porcentaje de arsénico, este disminuye mucho su valor. Es por esto que sale mucho más rentable pasar el producto por este proceso de tostación, eliminar el arsénico casi en su totalidad y venderlo a un precio mucho más alto en el mercado.

Respecto a las regulaciones ambientales, antes de iniciar cualquier trabajo operacional en una mina, se realiza una Resolución de Calificación Ambiental

(RCA), la cual es una autorización que entrega el Servicio de Evaluación Ambiental SEA, donde se obtiene un documento administrativo luego de la evaluación. La resolución de la calificación establece si el proyecto ha sido aprobado o rechazado. En esta, se evalúan temas de contaminación, de la maquinaria a utilizar, de la calidad y cantidad de esta, entre muchas otras cosas. Cabe destacar que la División Ministro Hales, al estar a 10 km de la ciudad de Calama, tiene un mayor compromiso con el medio ambiente, por la manera en que puede afectar la calidad de vida de la comunidad (Bibliografía 1).

Por último, en el ámbito sanitario, una de las principales regulaciones es el decreto supremo N° 594, el cual contiene importantes materias destinadas a velar que en los lugares de trabajo existan condiciones de seguridad, sanitarias y ambientales que resguarden la salud y el bienestar de las personas que allí se desempeñan (Bibliografía 2).

Tendencias del mercado

El mercado del cobre depende en gran medida del comportamiento de la manufactura a nivel global, la que está condicionada por el contexto macroeconómico global. La aparición del Covid-19 en el gigante asiático y su propagación mundial trajo consigo medidas de aislamiento físico, cierres de frontera y detención de empresas, lo que generó una fuerte contracción de la actividad económica a nivel global.

Estas decisiones impactaron la producción de cobre mina a nivel global y si bien las interrupciones finalmente fueron menores a las esperadas (-1,4% en el año), aún hay temor para estos años por las segundas y terceras olas de contagio.

Si bien los principales mercados de consumidores de cobre redujeron su consumo en el 2020, la caída global se revirtió gracias a los programas de estímulo económico de mucho de estos países y debido a que la tasa de crecimiento de consumo de cobre refinado de China fue positiva y cercana al 4,2%.

En 2020, las importaciones chinas de cobre refinado aumentaron cerca de 36% en base anual, hasta alcanzar un máximo histórico de 4,7 millones de toneladas al final de año.

Codelco es líder mundial en la producción de cobre, lo cual le permitió aumentar sus ganancias en un año de pandemia perjudicial para muchos sectores. El cobre de Codelco equivale a un 30% de la producción nacional y 8% de la producción mundial.

1.3 Desempeño organizacional

Codelco se encuentra en una etapa muy marcada de crecimiento, generando \$3.675 millones de dólares de excedente durante los primeros seis meses de 2021 (se observa en la ilustración 3), la cifra más alta de la última década, casi diez veces más que el primer semestre del año pasado. Con 796 mil toneladas de cobre fino, lo que equivale a un 7% más que entre enero y junio del 2020 (Bibliografía 3).

El precio del cobre fue un factor que influyó positivamente en los resultados, debido a que ha estado en aumento durante los últimos años, pero también lo hicieron el alza en la producción, costos menores a los presupuestados y mayores ventas del principal producto.

Además, se tienen grandes avances en los proyectos estructurales de Chuquicamata subterránea, Traspaso Andina, Proyectos Teniente y Proyecto Inca.

Por lo tanto, Codelco se está transformando para ser más competitiva y entregar excedentes al país por los próximos 50 años, no solo se enfoca en poner en marcha nuevos yacimientos, sino que es imprescindible una administración de excelencia.

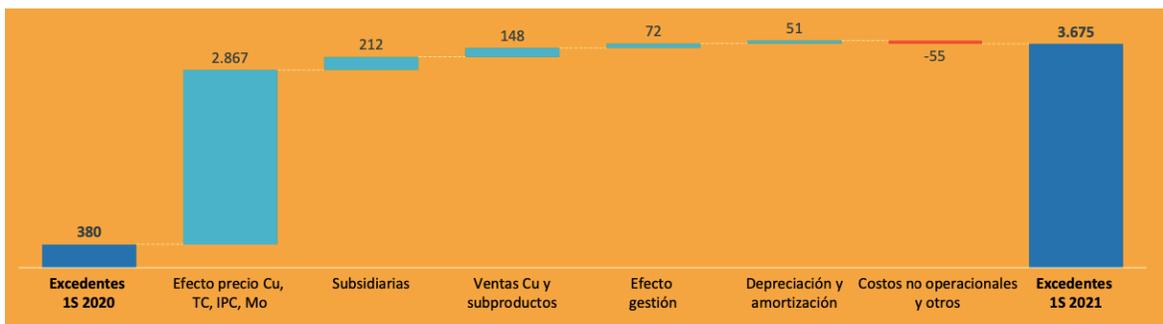


Ilustración 3. Excedentes Primer Semestre 2021

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

2.1 Información del área de la empresa

El presente trabajo se inserta en el área de Seguridad y Salud Ocupacional de la División Ministro Hales, la cual es una mina a rajo abierto.

Este rico yacimiento se tenía en vista desde los años ochenta. Sin embargo, no se contaba con la tecnología necesaria para realizar las labores previas a su explotación, por lo que recién entra en operaciones en el año 2010.

Actualmente, es uno de los complejos productivos de cobre más modernos del país, debido al alto contenido de impurezas del mineral en origen. El sello de Ministro Hales está determinado por el uso de la tecnología e innovación en sus procesos, con un funcionamiento verde que respeta la normativa medioambiental y que está en permanente contacto con las comunidades. En 2020, produjo 170 mil toneladas métricas de cobre fino y 261 mil kilos de plata. Su dotación llegó a 758 personas al final de ese mismo año.

En cuanto al área de Seguridad y Salud Ocupacional, tiene el valor de:

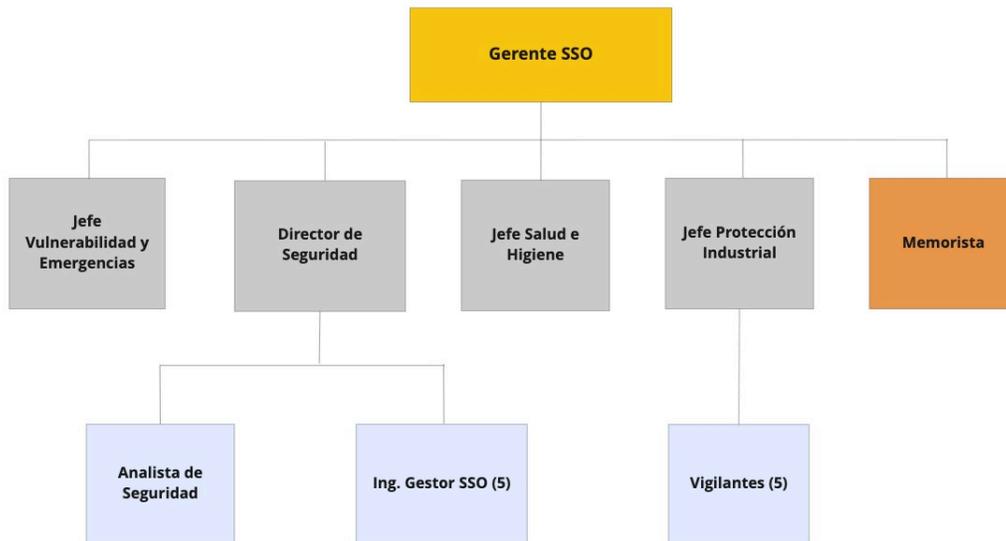
“El respeto a la vida y la dignidad de las personas es un valor central. Nada justifica que asumamos riesgos no controlados que atenten contra nuestra salud o seguridad”.

Esto se encuentra en la Carta de Valores de Codelco, donde se compromete a una “Gestión empresarial centrada en las personas, que proteja la vida, la integridad física y la salud de los trabajadores propios y contratistas y de otras personas que estén en el entorno de sus operaciones”.

Por lo tanto, es un área de la empresa que se encarga de hacer gestión para prevenir los accidentes del trabajo y las enfermedades profesionales de manera oportuna. Es transversal a todas las áreas y procesos de la organización, debido a que se ocupa de todas las personas relacionadas con la división, con su salud y con su seguridad en cada lugar o proceso de la faena.

A continuación, se presenta el organigrama de la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional de la División Ministro Hales, la cual está compuesta de 16 personas en total:

**Organigrama
Seguridad y Salud Ocupacional
División Ministro Hales**



miro

Ilustración 4. Organigrama Gerencia Seguridad y Salud Ocupacional, Ministro Hales

La persona que demanda el proyecto, en el que se basa el trabajo de título, es el Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional, Pablo Vera Giglio. El problema descrito en la siguiente sección lo afecta directamente, debido a que es la cara visible al directorio de la organización.

Un incidente se define como, un evento relacionado al trabajo en donde ocurre o puede ocurrir una lesión o enfermedad ocupacional (sin importar gravedad), una fatalidad, o daños que resultan en daño a la propiedad/activos en la organización o efectos significativos al medio ambiente. El proyecto considera todo el conjunto de incidentes, ya que se basa principalmente en el registro de datos de estos, por lo que no tiene sentido acotarlo, como se verá más adelante.

Las causas por las que ocurren los incidentes o los problemas de salud pueden ser de diversa índole y causadas por distintas personas o por el entorno. Sin embargo, es el área quien debe tomar las medidas necesarias preventivas o reactivas a cada situación, siendo responsables de esta. Según estas medidas, se tienen consecuencias que afectan positiva o negativamente al Gerente SSO y, por tanto, al resto del área.

El área principal interesada de la empresa es la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional, debido a que es un proceso de esta área en cuestión el que es rediseñado.

2.2 Problema/oportunidad y su relevancia

Para cuidar de la salud de los trabajadores y de su integridad frente a accidentes, las organizaciones han determinado diversos sistemas para gestionar los riesgos e incidentes frente a los que están expuestos.

Codelco, y en particular en la división Ministro Hales, se tienen diversos programas, reglamentos y sistemas para gestionar la integridad de las personas, entre ellos:

- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SIGO).
- Reglamento Especial de Empresas Contratistas y Subcontratistas (RESSO).
- Programas de vigilancia e higiene ocupacional.
- Procedimientos de trabajo y control de herramientas preventivas usadas en terreno.

Para lo mencionado, se requiere convertir diversos datos en información útil para la toma de decisiones, los cuales se almacenan de diferentes maneras en archivos, planillas electrónicas y distintas plataformas de información, lo que hace complejo el análisis de datos de forma oportuna.

Muchas veces se actúa de forma reactiva, se tiene un incidente y luego se reporta, se analiza y se obtienen aprendizajes, pero no es posible anticiparse a estos riesgos y gestionarlos de forma temprana.

Por un lado, existen reportes preventivos del área para situaciones que con gran probabilidad podrían haber concluido en un incidente leve, grave o fatal, pero que no fue así gracias al levantamiento de esta información y corrección inmediata de la situación. Estos datos sí son guardados en una base de datos, donde se tienen un historial de registros desde el año 2017. Sin embargo, no son analizados ni se hace reportería mediante gráficos o un dashboard de los indicadores relevantes, lo que permitiría poder hacer gestión preventiva.

Por otro lado, el proceso de reporte de incidentes es ineficiente. Estos son generados en planillas Excel únicas, por lo que se tiene un archivo por cada reporte y no son guardados en una única base de datos para ser analizados posteriormente. Están repartidos en distintos computadores del área y no es posible encontrar rápidamente alguno de una fecha específica en caso de ser solicitado.

Tener incidentes, se traduce en costos de distinto tipo, hay costos directos como el daño a la propiedad, al detener el proceso productivo o al tener una persona lesionada. Algunos otros costos, de manera indirecta, son las primas de las mutuales que aumentan en ciertos casos, la reputación que tiene la empresa y el tiempo dedicado a la investigación en caso de accidentes graves o fatales.

Para tener una idea de la magnitud de los costos, se presentan tres eventos a continuación:

- 1) En el momento que vehículos subían por una rampa en la mina, se produce caída de material desde el talud (inclinación que se da a las tierras para sostener unas a otras), impactando 3 vehículos en su costado, una camioneta y dos carritos (vehículo de transporte de personas), sin causar lesiones a personas. Este evento tiene costos que se traducen en daño material o a la propiedad, el cual fue estimado en US\$ 4.714.

- 2) Operador de equipo perforador, al desplazarse al interior de la malla de perforación con la viga mástil en 45°, pasa a llevar el cable eléctrico suspendido en el aire con el extremo superior del mástil, provocando la caída de uno de los poste que sostiene el cable ubicado al otro extremo. Este evento tuvo como consecuencia la pérdida de alimentación de una pala, el cual se tradujo en un costo de oportunidad de 10.000 toneladas, lo que equivale en este caso a US\$ 5.000 aproximadamente.

- 3) Debido a un incidente grave acontecido en el complejo de tostación, este último se detiene en su totalidad por 55.4 horas, por concepto de autosuspensión de faena. Este evento fue uno de los más relevantes en términos de costos, las 55.4 horas fueron equivalentes a 1.085 TMF (tonelada métrica fina) perdidas. También, por conceptos de margen y costos fijos, tuvo un costo de US\$ 1.056 / TMF. Por lo tanto, hubo una pérdida total de US\$ 1.145.760.

Estos tres eventos ocurridos en la división evidencian lo relativo que puede ser el costo de un incidente, es un rango muy amplio, lo que lo convierte en un aspecto sumamente importante a prevenir para la empresa en términos monetarios. Estos eventos se vinculan a los Reportes de Seguridad, ya que son calificados como incidentes, pero también, a los Reportes Preventivos, al identificar y registrar los riesgos observados previo al evento en sí.

Por lo tanto, dentro del proceso existen dos problemas principales. Por un lado, la visualización de datos, relacionado con los reportes preventivos de seguridad, donde está almacenada la información en una plataforma, pero esta no se utiliza como input para visualizar lo importante y realizar análisis para la gestión. Por otro lado, la forma en que se almacena la información, relacionado con el reporte de incidentes, donde no queda un registro histórico de los reportes que se han hecho en una base de datos única.

2.3 Hipótesis y posibles alternativas de solución

A continuación, se formulan diversas hipótesis sobre las posibles causas mediante un árbol de problema mostrando causas y efectos del proceso de gestión de incidentes.



miro

Ilustración 5. Árbol de Problemas

Causas por abordar

El presente trabajo abordaría dos de las causas mostradas anteriormente. Primero, se aborda la causa que hace referencia al análisis del historial de reportes preventivos del área. Esta información sí es recopilada en una base de datos, sin embargo, no se le saca provecho realizando análisis sobre esta.

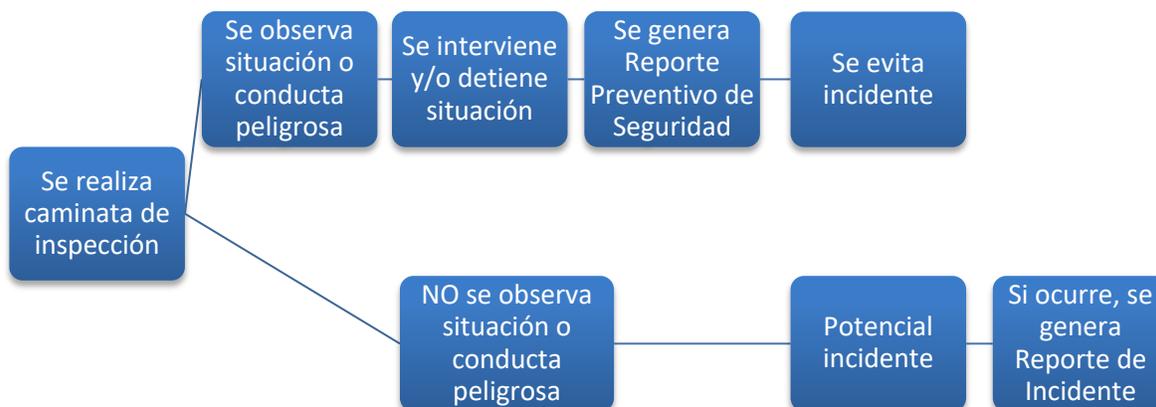
Esta información permite gestionar mejor, focalizando los esfuerzos donde corresponde, entregar reportabilidad de cómo está la situación en el área, saber si se están realizando los reportes preventivos que corresponden en cierto periodo de tiempo, entre otros. En adelante, se hará referencia a este como Subproceso de Reportes Preventivos.

En segundo lugar, la que hace referencia a que los reportes de incidentes no se guardan en una única base de datos, la razón de esto es que existe una gran oportunidad de mejora al guardar y recopilar esta información, para posteriormente ser analizada. Sería de gran valor, el poder hacer análisis sobre dónde se producen más incidentes, en qué periodo del año, en qué lugar físico de la faena o la parte del cuerpo que es más dañada en las personas afectadas.

Toda esta información no es posible obtenerla hoy en día al no tener un historial en una base de datos. Al tener esta información recopilada, es posible realizar gestión preventiva por parte de la gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional y es posible focalizar las medidas que se toman respecto a los resultados que se podrían tener. En adelante, se hará referencia a este como Subproceso de Reporte de Incidentes.

Relación entre causas a abordar

Las dos causas mencionadas anteriormente, se relacionan entre sí visto desde una perspectiva más amplia.



Durante una caminata de inspección, ya sea planificada o no, se pueden observar conductas o situaciones que podrían ser un peligro. Cuando estas se observan, la persona que realiza la inspección tiene el deber de intervenir para detener y/o corregir la situación/conducta. Luego, se genera el Reporte Preventivo de Seguridad correspondiente, indicando la situación y la acción correctiva. A pesar de haber observado algo negativo, tiene una connotación positiva de haber evitado un potencial incidente.

Por otro lado, cuando estas situaciones o conductas no son observadas, ya sea durante una caminata o no, existe una gran probabilidad de que se genere un incidente, al no ser intervenido. Si este incidente ocurre, comienza el proceso de generar el Reporte de Incidente.

Alternativas de solución

Para la primera causa mencionada, las alternativas de solución están asociadas a diferentes maneras en las que se podría realizar un análisis de datos para aprovechar la información que se tiene registrada.

La primera opción, y más básica, sería la de analizar estos datos en Excel mediante tablas dinámicas y gráficos para tener una idea de los datos que se tienen. Esto requiere un trabajo manual, que no es lo más eficiente, y es poco atractivo para un usuario.

Otra alternativa es la de utilizar herramientas específicas de análisis de datos centradas en la inteligencia de negocios, en las que se puede importar información en distintos formatos para ser utilizada como input. Existen variadas herramientas de gran uso en las empresas como, por ejemplo, Tableau Software de Salesforce, Power BI de Microsoft y Qlik Sense. Estas plataformas permiten definir indicadores que se consideren relevantes, creación de dashboard para visualizarlos y una gran variedad de funcionalidades para personalizar el servicio en las empresas. Ofrecen distintos niveles de servicio para licencias gratuitas, pagadas o corporativas.

Una tercera alternativa es utilizar la plataforma actual en la que se registran los datos para realizar el análisis. Esto sería diferente a las herramientas mencionadas anteriormente, debido a que la plataforma actual es creada por la misma empresa, por lo que tiene muchas limitaciones a la hora de crear funcionalidades. Además, es una plataforma que se tiene acceso solo con el perfil de usuario, no de desarrollador o edición, lo cual también limita su facilidad de acceso.

Para la segunda causa mencionada, las alternativas de solución están asociadas a diferentes maneras en las que se podría recopilar la información y ser consolidada en una única base de datos.

Una alternativa es generar un cambio en el proceso de tal forma que las personas se pongan de acuerdo dónde ingresar los datos para ser consolidados en un único lugar. Esto sería una mejora y una solución bastante directa y básica para la

empresa, sin embargo, deja de lado bastantes otros aspectos en los que se podría impactar.

Otra alternativa de solución es diseñar un sistema de información o aplicación que permita ingresar los mismos datos que se ingresan en el archivo individual del reporte y que, al ingresar los datos, este sistema lo envíe a una base de datos, de tal manera que se vaya recopilando la información para, posteriormente, ser analizada. Esta alternativa considera aspectos de automatización y digitalización de procesos, lo cual cubre la consolidación de datos, y también aspectos relacionados al tiempo del proceso y a las tareas que realizan las personas.

Estas alternativas de solución conllevan un cambio en el proceso actual, la manera y el lugar donde se ingresan los datos, y también el trabajo posterior que se realiza con estos, algo que hoy en día no se lleva a cabo.

2.4 Propuesta de valor de las posibles soluciones

El beneficio que podría agregar este trabajo de título es, primero, la recopilación, homologación y almacenamiento de la información de incidentes, lo cual queda a disposición para lo que se quiera hacer en un futuro como, por ejemplo, modelos de predicción basado en datos históricos.

Segundo, el consolidar esta información de incidentes y poder visibilizarla de una forma amigable y eficiente, donde no se gastaría tiempo adicional de trabajo tratando de buscar un archivo específico en un mar de información de distintos computadores.

Tercero, la disminución de riesgos que enfrentan los trabajadores de la empresa, ya que, con una buena gestión basada en información, se pueden prevenir incidentes importantes, velando por la seguridad de las personas. Este punto, a pesar de estar tercero en un orden cronológico, es el beneficio más relevante y prioritario según los valores de la organización.

Por último, un cuarto beneficio es la disminución de costos en los que se incurren al existir incidentes, algunos que se traducen directamente en costos monetarios y otros costos indirectos como la reputación de la empresa.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General:

Rediseñar el proceso de gestión de la información de incidentes en el área de Seguridad y Salud Ocupacional, para poder tomar decisiones oportunas y mitigar riesgos que puedan afectar negativamente a las personas.

3.2 Objetivos Específicos:

1. Generar modelo BPMN de ambos subprocesos para representar la situación actual.
2. Simplificar la visualización de los Reportes Preventivos de Seguridad para apoyar la gestión y toma de decisiones.
3. Proponer un sistema digital de apoyo al registro y consolidación de datos de Reportes de Incidentes.
4. Generar recomendaciones de implementación de acuerdo a los cambios del proceso propuestos.
5. Determinar si la propuesta es viable económicamente, considerando implementación e impacto en la empresa.

4 ALCANCES

Por un lado, para la primera causa a abordar, Subproceso de Reportes Preventivos, donde se realiza una visualización de la información relevante, basados en los KPI's definidos, el alcance es el diseño y la implementación de esta en la gerencia, junto al modelo del rediseño.

Por otro lado, para la segunda causa a abordar en este trabajo de título, Subproceso de Reporte de Incidente, el alcance es la propuesta del sistema o aplicación digital para la automatización de etapas del proceso, sin llegar al desarrollo informático de la aplicación ni la implementación de esta.

En Codelco, existe una Vicepresidencia de Tecnología y Automatización de Procesos (VTAP), en la que son bastante rigurosos respecto al desarrollo de sistemas o de proyectos dentro de las divisiones.

Son ellos quienes deben autorizar un proyecto para que sea desarrollado dentro de un área, o si estiman conveniente, lo externalizan para que otra empresa lo desarrolle.

Además, ven todo el tema de las licencias de programas que se utilizan en computadores de la organización, por lo que, en el caso de que la implementación fuese autorizada, es porque están dispuestos a comprar la licencia de algún programa y facilitarla a la persona a cargo del desarrollo, lo cual es difícil para un trabajo de memoria.

5 MARCO CONCEPTUAL

5.1 Definiciones y conceptos

En esta sección se presentan diversas definiciones y conceptos que son utilizados a lo largo del presente trabajo. Cada una de estas definiciones son otorgadas por la Gerencia Corporativa de Seguridad y Salud Ocupacional de Codelco en su procedimiento estructural de gestión de incidentes¹.

TMF: Tonelada Métrica Fina.

KTMF: Kilo Tonelada Métrica Fina.

Accidente del trabajo: Toda lesión que una persona sufra a causa o con ocasión del trabajo, y que le produzca incapacidad o muerte. (Art. 5 Ley 16.744)

Accidente de trabajo fatal: Son aquellos accidentes a causa o con ocasión del trabajo que provocan la muerte del trabajador en forma inmediata, durante su traslado a un centro asistencial o dentro del año siguiente.

Accidente de trabajo grave: Es aquel accidente que genera una lesión incapacitante, a causa y con ocasión del trabajo, y que:

Provoca en forma inmediata (en el lugar del accidente) la amputación o pérdida de cualquier parte del cuerpo.

Obliga a realizar maniobras de reanimación.

Obliga a realizar maniobras de rescate.

Ocurra por caída de altura de más de 1.8 metros.

Ocurra en condiciones hiperbáricas.

Involucra un número tal de trabajadores que afecten el desarrollo normal de las faenas.

Accidente de trabajo sin tiempo perdido (STP): Corresponde al accidente a causa o con ocasión del trabajo, en el que el trabajador, sufrió lesiones no incapacitantes que le permitieron reincorporarse a su trabajo y jornada habitual.

Acciones correctivas: Acciones tomadas para eliminar las causas que originaron un incidente o de una no conformidad detectada u otra situación indeseable, y evitar su repetición.

¹ Procedimiento Estructural Gestión de Incidentes. Código SIGO-P-003. Versión 004. Actualizado en Marzo 2019. Codelco, Chile.

Causas inmediatas: Hecho o circunstancia que causa inmediatamente un incidente. Se relaciona con actos y condiciones inseguras.

Causas básicas: Factores que hacen posible la existencia de una causa directa y que generalmente se relacionan con factores personales y del trabajo.

Daño a la propiedad: Incidente que resulta en daño físico, ya sea a materiales, equipos, instalaciones, estructura u otros, razón por la que se generan pérdidas de magnitud variable.

Incidente: Evento(s) relacionado(s) al trabajo en donde ocurre o puede ocurrir una lesión o enfermedad ocupacional (sin importar gravedad), una fatalidad, o daños que resultan en daño a la propiedad/activos en la organización o efectos significativos al medio ambiente.

5.2 Sistema de Gestión de Seguridad, Salud en el Trabajo y los Riesgos Operacionales

En el contexto de los valores y principios que gobiernan las decisiones de las empresas que operan con responsabilidad social, transparencia, eficacia y respeto por la dignidad de las personas y su entorno comunitario, el directorio de Codelco ha estimado pertinente reafirmar estos principios, a través de la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud en el Trabajo y los Riesgos Operacionales (SIGO), documento que contiene los elementos estructurales sobre los cuales, cada División y Centro de Trabajo deben gestionar los riesgos presentes en sus procesos (Bibliografía 5).

En este sentido, el documento, que contó con la participación y aporte de todas las Divisiones, Vicepresidencia de Proyectos y Centro Corporativo, contiene los Estándares y los Requerimientos Esenciales que deben reconocerse como referente y orientación para la definición de objetivos, metas y programas de acción.

El sistema está alineado con las estrategias corporativas y los valores esenciales del negocio minero como son la Carta de Valores y la Política Corporativa para la Gestión de la Seguridad, Salud en el Trabajo y Riesgos Operacionales.

Para asegurar la correcta implementación, verificación y control del Sistema de Gestión, se han definido funciones, responsabilidades y autoridades en los distintos niveles jerárquicos de la organización, a quienes les compete mantener vigente y activo el sistema. Para esto, se definieron 12 elementos, con el propósito de gestionar los riesgos operacionales, estos son:

1. Liderazgo y Compromiso
2. Planificación y Administración del Sistema de Gestión
3. Estandarización de los Controles Operacionales

4. Capacitación, Competencias y Mejora del Desempeño
5. Comunicaciones, Consultas y Relaciones con partes interesadas
6. Reportes, Registros y Documentación
7. Higiene Ocupacional, Ergonomía y Salud en el Trabajo
8. Administración de Contratistas, Subcontratistas y proveedores
9. Diseño, Construcción y Puesta en Marcha de Proyectos
10. Preparación y Respuestas frente a Emergencias
11. Gestión de Incidentes y No Conformidades
12. Monitoreo y Auditorías de Cumplimiento

Cada elemento de gestión contiene a su vez una serie de requerimientos que responden al propósito de cada uno de ellos, los cuales deben cumplir todos los centros y áreas de trabajo.

5.3 Gestión de Incidentes

El procedimiento establecido de gestión de incidentes (Bibliografía 12), tiene como objetivo establecer una metodología para estos, de tal forma de registrarlos, investigarlos y analizarlos, en orden a:

- Determinar las causas básicas que lo originaron.
- Determinar las acciones de control y monitoreo para evitar su repetición.
- Facilitar los procesos de aprendizaje en la organización a partir de los incidentes ocurridos.

Este procedimiento aplica a todos los centros de trabajo de la Corporación (Divisiones y Vicepresidencia) incluyendo las empresas contratistas y subcontratistas que desarrollan actividades al interior de alguna de las faenas de Codelco.

El proceso de gestión de incidentes se define en las siguientes cinco etapas, una vez ocurrido el incidente:

1. Avisos y Reportabilidad
2. Proceso de análisis y determinación de las causas
3. Informe final de la investigación
4. Seguimiento y Cierre de acciones correctivas
5. Sanciones

En la primera etapa, Avisos y Reportabilidad, se realizan los avisos internos inmediatos correspondientes al área de la División. Además, si es un accidente de carácter fatal, grave o de alto potencial, debe ser comunicado a las distintas instituciones como, Inspección del Trabajo, Seremi de Salud que corresponda, Sernageomin y Carabineros de Chile. Por último, en caso de accidentes fatales, se

realizan las acciones de difusión mediática interna y externa que estimen necesarias, como también el informe al Comité Ejecutivo Corporativo.

En la segunda etapa, Proceso de análisis y determinación de las causas, se tiene como objetivo el determinar las causas que lo originaron, para adoptar las medidas necesarias, suficientes y oportunas para evitar su repetición. El método de investigación utilizado en Codelco es el Método EVITA y se clasifica en 7 pasos:

1. Acciones inmediatas: Actividades que se deben realizar inmediatamente después de ocurrido el incidente.
2. Planificación de la investigación: Se definen los plazos y la conformación de la Comisión Investigadora.
3. Recopilación de Datos y Evidencias: Evidencia en cuanto a las personas, el entorno, los equipos, actividad y factores organizacionales.
4. Organización de la Información: Con la evidencia obtenida se elabora un cronograma de hechos y la metodología de análisis de los 5 por qué, para los hechos relevantes que no debieron suceder o por alguna razón se desarrollaron de forma herrada.
5. Análisis Causal: En este proceso se deben determinar las causas directas, causas básicas y fallas de control. Se utiliza el modelo denominado tradicionalmente “Dominó” que bien aplicado debe llevar a determinar las causas que originaron un incidente (Anexo B.1).
6. Acciones correctivas: son acciones o medidas de control para evitar la repetición, dando solución a las a las fallas detectadas a nivel de causas básicas y fallas de control.
7. Conclusión de la investigación: conclusión final donde se establecen las razones de ocurrencia del evento y las consideraciones para su resolución.

5.4 Normas ISO

Las normas ISO son un conjunto de estándares con reconocimiento internacional que fueron creados con el objetivo de ayudar a las empresas a establecer unos niveles de homogeneidad en relación con la gestión, prestación de servicios y desarrollo de productos en la industria.

A continuación, se presentan algunas normas ISO que podrían tener relación con el presente trabajo.

5.4.1 ISO 27001: Gestión de la Seguridad de la Información

La norma ISO 27001 es el estándar internacional para la gestión de la seguridad de la información en las organizaciones, tanto para la información física como para la

digital (Bibliografía 9). Es parte de la familia de estándares ISO 27000, las cuales ayudan a las organizaciones a mantener sus bienes de información seguros. Tiene relevancia porque en el presente trabajo se manipulan datos e información.

Esta norma tiene una gran variedad de controles, y no es obligación la implementación de todos, sin embargo, debe ser argumentado cuando no se apliquen.

Los 3 aspectos claves de esta norma son los siguientes:

- Confidencialidad: la información no está disponible o revelada a personas no autorizadas.
- Integridad: información es completa y precisa, y está protegida contra corrupción.
- Disponibilidad: información accesible y utilizable cómo y cuándo los usuarios autorizados lo requieran.

5.4.2 ISO 31000: Gestión de Riesgos

ISO 31000 proporciona los principios y las directrices genéricas sobre la gestión del riesgo. Puede utilizarse por cualquier empresa pública, privada o social, asociación, grupo o individuo. Por tanto, no es específica de una industria o sector concreto (Bibliografía 10).

Es importante aclarar que esta norma no tiene un propósito de certificación, ya que más bien aporta ciertas directrices para la implementación de una cultura organizacional.

La gestión del riesgo eficaz requiere los siguientes elementos:

- Integrada: La gestión del riesgo es parte integral de todas las actividades de la organización.
- Estructurada y exhaustiva: Un enfoque estructurado y exhaustivo hacia la gestión del riesgo contribuye a resultados coherentes y comparables.
- Adaptada: Está alineada con el contexto externo e interno de la organización y con su perfil de riesgo.
- Inclusiva: La participación apropiada y oportuna de las partes interesadas permite que se consideren su conocimiento, puntos de vista y percepciones.

- Dinámica: Los riesgos pueden aparecer, cambiar o desaparecer con los cambios de contexto de la organización. La gestión de riesgo debe detectar y responder a estos cambios de manera oportuna.
- Mejor información disponible: Las entradas del proceso se basan en fuentes de información como la experiencia, la observación, las previsiones y la opinión de expertos.
- Factores humanos y culturales: Reconoce la capacidad, percepción e intenciones de las personas, que puede facilitar o dificultar la consecución de los objetivos.
- Mejora continua: La gestión del riesgo mejora continuamente mediante aprendizaje y experiencia.

Uno de los elementos más relevantes es el de Mejor información disponible. Es una variable que se toma en cuenta en el presente trabajo.

5.4.3 ISO 45001: Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

La norma ISO 45001 sustituye a la norma OHSAS 18001 (2018) y aplica a cualquier tipo de organización independiente de su tamaño, actividad o naturaleza (Bibliografía 11). Codelco cuenta con esta certificación actualmente, por lo que es importante que el presente trabajo no perjudique los requisitos de la norma.

Es la primera norma internacional que determina los requisitos para implementar un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Sus objetivos son:

- Proporcionar condiciones de trabajo seguros y saludables.
- Prevenir lesiones y el deterioro de la salud.
- Mejorar el desempeño en seguridad y salud en el trabajo.

Sus beneficios son:

- Protección de los trabajadores:
- Reducción de riesgos.
- Cumplimiento legal.
- Integración con otros sistemas de gestión.
- Compromiso de la dirección con la seguridad y salud en la empresa.
- Cumplimiento a la cadena de subcontratistas.

La ISO 45001 tiene la misma estructura de alto nivel de las otras normas de sistemas de gestión, con 10 clausulados:

1. Objeto y campo de aplicación (alcance).
2. Referencias normativas.
3. Términos y definiciones.
4. Contexto de la organización.
5. Liderazgo y participación de los trabajadores.
6. Planificación.
7. Apoyo.
8. Operación.
9. Evaluación del desempeño.
10. Mejora.

5.5 Análisis de los datos

El análisis de datos es fundamental para sacar valor de estos y estar a disposición de la toma de decisiones (Bibliografía 8).

5.5.1 Analítica de Negocios

El objetivo de la Inteligencia de Negocios es utilizar los datos para responder preguntas relevantes y apoyar la toma de decisiones.

Analítica, puede ser definida como la conversión de los datos en información útil, usando la data para responder preguntas relevantes o para identificar patrones en los datos donde no había una pregunta inicialmente.

Usualmente, los negocios utilizan tres tipos de analítica:

- 1) Analítica descriptiva: Se basa en aprender más detalles sobre el historial de los datos. La pregunta a responder es, ¿Qué ha pasado en mi negocio?
- 2) Analítica predictiva: Utilizada para responder preguntas sobre el futuro. La pregunta a responder es, ¿Qué es probable que ocurra en mi negocio en el futuro?
- 3) Analítica prescriptiva: Esta analítica puede recomendar acciones basadas en la analítica descriptiva y predictiva. La pregunta a responder es, ¿Qué debería hacer mi negocio en respuesta a lo que ha ocurrido o podría ocurrir en el futuro?

La analítica prescriptiva es la que tiene una mayor relevancia a la hora de hablar de seguridad en minería, debido a que se debe tener en cuenta los eventos que han ocurrido, para poder proyectar en el futuro eventos probables que podrían ocurrir, y de esta forma, trabajar en prevenirlos.

5.5.2 Reportes

Luego de convertir los datos en información útil, se accede a ellos y se distribuyen mediante los reportes. Básicamente, los usuarios tienen preguntas y los softwares de Inteligencia de Negocios generan reportes para responder a esas preguntas.

Los reportes analíticos contienen información específica para la toma de decisiones estratégica, presentada de una manera en que el usuario pueda entender fácilmente. Es por esto, que los reportes son un aspecto crítico en la Inteligencia de Negocios.

Algunas características de los reportes es que puedan ser consultados por cualquier usuario, aunque no tenga gran conocimiento en tecnologías de información. Deben poder ser presentados de diferentes formas a distintos grupos de personas. Deben ser interactivos y personalizados, para poder acceder a la información que se busca particularmente. Deben poder ser compartidos con la organización para conocer de dónde vienen las decisiones y beneficiar la colaboración. Por último, se debe poder ver desde los celulares, ofreciendo flexibilidad y no tener que esperar para obtener la respuesta, ya que ocurren muchas cosas cuando los usuarios no están sentados en su escritorio.

5.5.3 Visualizaciones

Un aspecto clave de los reportes es cómo los datos son presentados a los usuarios. El objetivo es presentarlos de una forma que sea fácil de entender y, para esto, se utilizan las visualizaciones.

Algunos tipos de visualizaciones comunes son los gráficos, mapas e infografías. Algunas plataformas también ofrecen que las visualizaciones sean animadas y dinámicas, de tal forma que los usuarios puedan interactuar con ellas.

Observar la información visualmente, es una buena manera de identificar tendencias, señales negativas, positivas y oportunidades potenciales sin necesitar de un experto. Aunque diferentes reportes requieren diferentes tipos de visualizaciones, lo que todas tienen en común es que permiten a los usuarios entender los datos.

Algunos puntos clave son:

- Apuntar por visualizaciones que sean fáciles de entender.

- La consistencia en el diseño es importante, debería ser utilizado mismos diseños en la organización.
- Ir más allá de las tablas básicas, organizar los datos de esta forma no es realmente una visualización, es solo otra forma de lista. Se debe recurrir a gráficos apropiados dependiendo del objetivo que se quiera tener.
- Hacerlos interactivos, como poder obtener más información al hacer un clic en algún objeto, etc.

5.5.4 Dashboard

Debido a que es importante que cualquier usuario pueda realizar consultas fácilmente, los Dashboard o tableros se convierten en una herramienta crítica.

Los Dashboard muestran información que el usuario puede revisar rápidamente, con la opción de escoger distintas categorías para reportes y visualizaciones más detalladas.

El objetivo principal del Dashboard es entregar rápidamente a cada usuario acceso a la información que necesitan ver.

Algunas buenas prácticas de estos son:

- Mostrar solo información relevante, para poder pasar a la acción.
- Que se puedan personalizar, entregar control a los usuarios sobre lo que quieren ver.
- Incorporar visualizaciones potentes, que estén bien diseñadas y presentadas de forma clara.

5.6 Variables de cambio en un rediseño

Establecer dirección de cambio es el primer paso en la etapa de rediseño establecido por Oscar Barros, académico de la Universidad de Chile, en su libro “Rediseño de Procesos mediante el uso de patrones” (Barros, 2000).

Este explica los rediseños de procesos de una manera general que puede ser aplicado a diversos casos, y el libro está dirigido a usuarios, no solo a investigadores y académicos. También, memoristas y alumnos del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) han participado en casos de aplicación y han permitido la validación de esta teoría. Además, considera el aspecto computacional, lo cual es utilizado en el proyecto. Por lo tanto, se considera apto para el presente trabajo de título (Bibliografía 7).

Establecer la dirección de cambio es relevante, ya que la magnitud del cambio o grado de innovación que se pueda proponer depende del nivel del cuál se parte. En situaciones en las que la situación actual es muy primaria, el grado de cambio será alto, pero será limitado por lo que pueda absorber la organización en cuestión, lo cual depende de la inclinación al cambio de los ejecutivos y trabajadores. Por otro lado, en situaciones con procesos que se estiman adecuados, el cambio será en la dirección de optimizarlos, lo que puede significar innovaciones importantes, particularmente en lo que se refiere al uso de tecnología.

Dicho esto, dentro de la etapa *Establecer Dirección de Cambio* de un rediseño existen diversas variables que permiten definir esta dirección. Se describen 7 variables a continuación.

a) Mantención consolidada de estado

La mantención consolidada de estado implica una decisión de llevar la variable integración de datos a un nivel alto, justificada en la facilitación de la coordinación entre actividades de un proceso. El mecanismo más simple de coordinación es que todas las actividades del proceso tengan un conocimiento de lo que pasa en el resto del proceso, para así actuar en función del conjunto y no individualmente. El implícito es que el costo de esta integración es menor que el beneficio generado por la mejor coordinación. La integración se facilita por el hecho de que no implica, necesariamente, rehacer todos los sistemas computacionales.

En relación con esta variable de cambio, la dirección estará siempre inclinada a la integración.

b) Anticipación

Se orienta a establecer futuros requerimientos que deberá satisfacer el proceso y a crear las condiciones para atenderlos satisfactoriamente, lo cual es la esencia de la anticipación. Los mecanismos en juego para tener éxito en esto son la mantención consolidada de estado del punto anterior, que permite conocer el estado del proceso y tener antecedentes históricos para poder proyectarse al futuro; la planificación, que incluye técnicas de proyección, de asignación de recursos y de programación para adelantarse a futuros requerimientos; y la colaboración que se efectúa por medio de los flujos entre actividades.

c) Integración de procesos conexos

Se cubren varios procesos interrelacionados, lo cual permite una coordinación explícita entre ellos. Por ejemplo, integrar la obtención de recursos de los proveedores con su utilización en la generación de bienes y servicios. También se da la integración con el proceso de entrega del bien o servicio o de un recurso, favoreciendo un manejo logístico integrado de la cadena adquisición/producción y distribución.

d) Prácticas de trabajo

Esta es una variable que está a nivel general, ya que las decisiones específicas de diseño que se adopten respecto de ella dependerán de cada caso particular. Sin embargo, se dirige hacia la formalización de tales prácticas por medio de reglas, procedimientos o rutinas, en general, ya que las variables de mantención consolidada de estado, anticipación e integración de procesos conexos apuntan a mecanismos formales de coordinación entre actividades, lo cual hace necesario tener prácticas bien definidas.

e) Coordinación

La coordinación ha estado presente en todas las variables presentadas, por lo cual ella es el resultado de las decisiones que uno tome respecto de tales variables. Esto se refuerza por la clara tendencia actual hacia la mejor coordinación entre las actividades funcionales de las empresas y entre estas y clientes y proveedores.

f) Asignación de responsabilidades

Esta es una variable que se superpone sobre las ya estudiadas, en cuanto que afecta las decisiones de diseño respecto de ellas. Uno de los aspectos fundamentales de esta asignación, que tiene que ver con la dirección de cambio, es el grado de descentralización de las decisiones que se ejercerá en la organización y sobre los procesos en particular, con opciones que van desde una estructura tradicional con mucha intervención de ejecutivos funcionales, que participan en múltiples autorizaciones, hasta una estructura descentralizada con total autonomía para las unidades que operan los procesos. Esta es una decisión trascendental que puede implicar un cambio estructural de la organización en cuestión y puede conducir a resultados marcadamente diferentes en el desempeño de los procesos.

g) Apoyo computacional

El apoyo computacional es un resultado de las decisiones tomadas respecto de las variables anteriores. Así, *Mantención consolidada de estado* determina la infraestructura de datos que se requiere, *Prácticas de trabajo* establece las rutinas que usarán los datos anteriores y las partes de estas que eventualmente puede ser computarizadas, y *Asignación de responsabilidades* da orientación respecto a los sistemas que serán propios de la empresa y aquellos que serán asumidos por otros.

Relaciones entre variables

El orden en que se atacan en el rediseño va desde las variables que determinan la estructura del nuevo proceso, Asignación de responsabilidades, Integración de procesos conexos y Anticipación, por medio de establecer aspectos clave, como grado de descentralización de las decisiones, grado de integración con otros procesos y mecanismos de anticipación a usar; pasando por aspectos globales del diseño que afectan el conjunto del proceso, Mantención consolidada de estado y

Coordinación, que dependen de la estructura previamente establecida y determinan el grado de coordinación que se ejercerá y el rol de la información de estado en ello; llegando, por último, a los detalles del proceso, Prácticas de trabajo y Apoyo computacional, expresados por medio de procedimientos y rutinas realizadas por personas y sistemas computacionales de apoyo.

Se representan como se muestra en la siguiente ilustración.

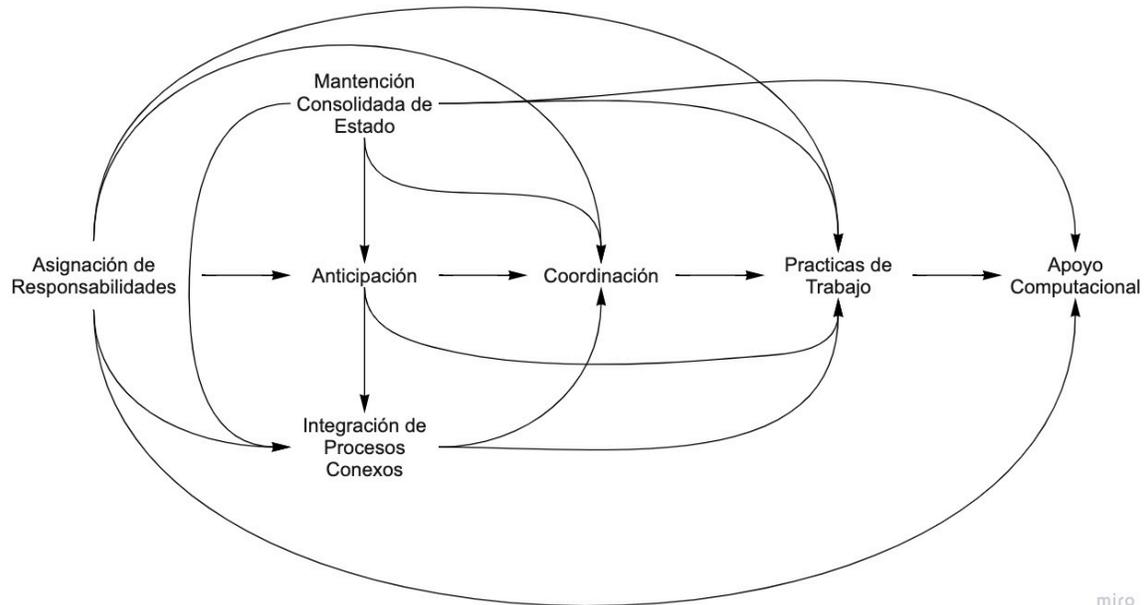


Ilustración 6. Relación entre variables de diseño

6 METODOLOGÍA

La metodología propuesta está basada en la explicitada por Oscar Barros en su libro “Rediseño de procesos de negocio mediante el uso de patrones” (Barros, 2000), en la que una de las dos vertientes que explica, propone partir de un conocimiento profundo del proceso actualmente existente (AS IS), a través de alguna técnica de documentación o modelamiento y, a partir de esto, generar una propuesta de rediseño que establece lo que debería ser.

Esta vertiente incluye un modelamiento explícito del proceso actual para usarlo como punto de partida para el rediseño, lo cual se justifica cuando lo existente ya funciona a un nivel aceptable de desempeño.

6.1 Resumen Metodología

A continuación, se presenta el resumen de la metodología propuesta:

- a) Definir el proyecto
 - i. Establecer objetivo del rediseño
 - ii. Definir ámbito de procesos a rediseñar
 - iii. Establecer si hacer estudio situación actual

- b) Entender situación actual
 - i. Modelar la situación actual
 - ii. Validar y medir

- c) Rediseñar
 - i. Establecer dirección de cambio
 - ii. Seleccionar tecnologías habilitantes
 - iii. Modelar rediseño

- d) Implementación (Solo para primera causa a abordar, el análisis de reportes preventivos) y recomendaciones.

- e) Impacto económico
 - i. Subproceso Reportes Preventivos
 - ii. Subproceso Reporte de Incidentes

7 DESARROLLO METODOLÓGICO

7.1 DEFINIR EL PROYECTO

Esta definición incluye tanto el objetivo preciso que persigue el rediseño, relacionado a cada subproceso, como el ámbito que cubrirá el proyecto. Se describe a continuación.

7.1.1 Establecer objetivo del rediseño

El objetivo del rediseño es tener la información consolidada, poder acceder, visualizarla y utilizarla para la toma de decisiones en el área de Seguridad.

Una variable importante de desempeño, asociada al Subproceso de Reportes Preventivos, es la cantidad de barreras que se tienen en la situación actual para poder conseguir información específica. Conlleva un gran trabajo, en actividades y en tiempo, el analizar los datos registrados en la plataforma SGHP.

Por otro lado, en cuanto a la propuesta del sistema digital, se considera como resultado esperado la *reducción de tiempo* del proceso, la que está asociada a desarrollar el Subproceso de Reporte de Incidentes con una mayor velocidad que la actual, a través de la automatización y digitalización de gran parte de las etapas de este.

En una Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional, donde está en juego la salud y vida de las personas, se deben poner todos los esfuerzos en la prevención de eventos que puedan ser significativos para su salud. Utilizar el mínimo de energía, y tiempo, en asuntos administrativos del manejo documental, la preparación de presentaciones, la creación de gráficos, entre otros.

De esta manera, el objetivo del rediseño se alinea con la visión estratégica de la gerencia.

7.1.2 Definir ámbito de procesos a rediseñar

En el planteamiento del problema y justificación, se mencionaron las causas a abordar del proyecto, asociadas a los Reportes Preventivos de Seguridad y a los Reporte de Incidentes. Estas causas son las que podrían tener el mayor impacto en los objetivos establecidos del punto anterior y, por lo tanto, son las de mayor importancia para la visión estratégica de los procesos de la gerencia.

Este impacto fue establecido mediante la consulta a los cargos superiores de la gerencia, dado que ellos tienen una percepción clara de los impactos que puede tener el rediseño de un proceso, dado el nivel que ocupan.

Se recurrió a varias personas de cargos superiores, de manera individual y conjunta, para llegar a un consenso de que estas causas abordadas son realmente

importantes. Tienen esperas, tiempos muertos y demoras significativas, las cuales son variables con un potencial importante de cambio para la organización. Además, tienen oportunidades de mejora relacionadas a la consolidación de datos y análisis de estos mismos para una mejor gestión.

Por lo tanto, los procesos a rediseñar están en el ámbito de los incidentes en dos momentos, antes de ocurrir y una vez ocurridos, es decir, asociado a los Reportes Preventivos de Seguridad y Reporte de Incidentes, respectivamente.

7.1.3 Establecer si hacer estudio situación actual

En algunos casos no es necesario hacer un estudio detallado de la situación actual y se puede proceder directamente al rediseño, esto es así cuando lo que se hace en el presente no aporta valor al rediseño.

Sin embargo, en el proceso que se aborda, no existe una gran discrepancia entre los valores actuales y los esperados, es decir, el proceso tiene brechas, pero lo que se realiza actualmente está en un nivel aceptable, es decir, cumple su función, pero tiene aspectos a mejorar. Además, el proceso que se realiza para ambas causas es un proceso que está formalizado, los trabajadores saben cuáles son los pasos a seguir cuando tiene que hacerlo. Por último, para una de las causas, existe un sistema computacional de apoyo llamado Sistema de Gestión de Herramientas Preventivas (SGHP), el cual se detallará en el próximo punto.

Es por estos factores, que se establece realizar un estudio detallado de la situación actual, utilizándolo como base para el rediseño y no comenzar desde cero.

7.2 ENTENDER SITUACIÓN ACTUAL

Para entender la situación actual, se realiza el modelo de cada subproceso mediante un diagrama de flujo BPMN junto a una descripción con más información.

7.2.1 Modelar la situación actual

Subproceso de Reportes Preventivos

El proceso de Reportes Preventivos (Anexo C.1) es un proceso que se lleva a cabo cuando se encuentra un hallazgo en una inspección o una caminata de supervisión. Son reportes enfocados en una situación, no un evento, que permiten prevenir algún tipo de incidente o accidente, como también puede ser un hallazgo que refuerza una conducta o entorno positivo. Existen 4 tipos de hallazgos:

- **Hallazgo Nivel 1 (N1):** Es el hallazgo más significativo a encontrar dentro de un área, es un hallazgo que, de no ser reportado, tiene una gran potencialidad de convertirse en un accidente grave o fatal. Por ejemplo, el bajar de un camión y dejar el motor encendido en un área con pendiente, o el tener una segregación deficiente en una actividad de carga y descarga de material en altura.
- **Hallazgo Nivel 2 (N2):** Es un hallazgo, que de no ser reportado, tiene gran potencialidad de convertirse en un accidente menor. Por ejemplo, el detectar un enchufe en mal estado en taller de mantención, o que en una inspección en terreno se sorprenda a un trabajador eléctrico con lentes ópticos y no de seguridad.
- **Oportunidades de Mejora (OM):** Es un hallazgo que no tiene como consecuencia un accidente, pero que tiene una brecha en la que se puede mejorar el trabajo. Por ejemplo, encontrar extintores sin mantención, el mal almacenamiento de materiales en una bodega o señales de tránsito desgastadas.
- **Hallazgo Positivo (HP):** Como lo dice el nombre, es un hallazgo que refuerza una conducta positiva de una persona en terreno o alguna situación de entorno positiva. Es una retroalimentación positiva para el área inspeccionada. Por ejemplo, el mantener las segregaciones bien hechas en una actividad en terreno, el usar todos los elementos de seguridad del protocolo para una actividad específica o el realizar un bloqueo de energía correctamente cuando se hacen trabajos eléctricos.

El proceso tiene tres etapas principales:

- 1) Identificación Hallazgo
- 2) Registro de Hallazgo en Sistema
- 3) Cierre de Brecha



En la primera etapa, el proceso se desencadena cuando se realiza una caminata de observación o inspección en algún área, en la que participa un Equipo de Caminata, encargado de realizar esta actividad.

Eventualmente, se identifica un hallazgo relevante, cualquiera de los cuatro mencionados anteriormente, donde la persona que lo identifica se encarga de reportarlo. Conversa con la persona del área y le comunica el hallazgo encontrado, lo clasifica según su criterio e indica que se levantará el hallazgo, de tal forma que el área lo comunique a su supervisor.

Luego, en la segunda etapa, si el hallazgo se considera N1, entonces el Reportador solicita ayuda a la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional para aclarar dudas y confirmar la definición del hallazgo, debido a que un N1 es más delicado que cualquier otro. El Reportador define al responsable de cerrar la brecha encontrada y registra la información en el Sistema de Gestión de Herramientas Preventivas (SGHP), la cual es una plataforma web facilitada por la Corporación para registrar este tipo de reportes preventivos.

La imagen muestra la interfaz de usuario del Sistema Gestión de Herramientas Preventivas (SGHP). En la parte superior, hay un encabezado rojo con el título "Sistema Gestión de Herramientas Preventivas" y el nombre de usuario "FELIPE SOBARZO" con su correo electrónico "correo@correo.cl" y un botón para "Cambiar Contraseña".

Debajo del encabezado, se encuentra el título "Lista de Rssso Creados" con un botón de "+" a la izquierda y un botón de "Cargar" a la derecha. A continuación, hay una sección de "Filtros de Búsqueda" con tres radio buttons: "Codelco", "EE.CC" y "Todos" (seleccionado).

Debajo de los filtros, hay una fila de campos de selección: "División Ministro Hales", "Seleccione Gerencia...", "Seleccione Superintendencia", "Seleccione Area" y "Seleccione SubUnidad".

En la parte inferior, hay una fila de campos de entrada: "ID RSSO:" (campo vacío), "Causal:" (menú desplegado con "Seleccionar Causal"), "Nivel:" (menú desplegado con opciones: "Seleccionar Nivel RSSO", "Nivel 1", "Nivel 2", "Oportunidad de Mejora", "Hallazgo Positivo"), "Fecha desde:" (campo con "01/12/2021") y "Fecha Hasta:" (campo con "07/12/2021"). A la derecha de estos campos hay un botón naranja con el texto "BUSCAR" y un ícono de lupa.

Ilustración 7. Sistema Gestión de Herramientas Preventivas (SGHP)

Cabe destacar que en la plataforma SGHP hay una gran cantidad de reportes preventivos, donde se pueden realizar búsquedas de estos filtrando por causal, nivel y rango de fechas. Sin embargo, al realizar la búsqueda entrega tablas de información, sin entregar ningún tipo de análisis de los datos (Anexo C.2).

Para finalizar el proceso, en la etapa de Cierre de Brecha, la persona que queda como responsable del hallazgo es el encargado de cerrar la brecha encontrada y actualizar el estado del reporte en el sistema.

Subproceso de Reporte de Incidente

El proceso de Reporte de Incidente (Anexo C.3) es un proceso que se lleva a cabo luego de cualquier tipo de incidente, significativo o no significativo, con el objetivo de levantar la información y registrarla en una plantilla, para luego ser difundida con las personas o áreas que corresponda.

Este proceso consta de cuatro etapas principales:

- 1) Levantamiento de Información
- 2) Primera Revisión
- 3) Revisión Final
- 4) Difusión



En la primera etapa, el responsable es el supervisor o la persona que reporta el incidente, el cual es el evento que desencadena el proceso. Sus actividades son el realizar las acciones inmediatas que correspondan, como llevar a la persona afectada al policlínico (aunque no tenga ningún tipo de lesión), comunicar el evento tanto a la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional como a la jefatura del involucrado y, por último, el ingresar todos los antecedentes del evento a un reporte de incidente llamado Reporte Flash (Anexo C.4).

En el Reporte Flash, se registran antecedentes de la empresa involucrada, de la persona afectada, del evento y de la persona que reporta, junto con la clasificación del evento y los aprendizajes que se obtienen de este.

El Reporte Flash es una plantilla que se llena en un archivo Excel, el cual se utiliza después para enviar y comunicar a otras personas y áreas. Es importante destacar que no existe una carpeta compartida o una base de datos centralizada donde quede guardado este archivo. Además, no todos se hacen en el mismo equipo o computador, de modo que los distintos reportes que se han realizado podrían estar

repartidos en distintos equipos del área. Por último, si una persona quisiera buscar algún reporte específico de un incidente que ocurrió meses atrás, es necesario hacer todo un trabajo de búsqueda para localizarlo, en el caso de que aún exista el archivo.

La segunda etapa es la de Primera Revisión de este reporte, aquí comienza la participación del Ingeniero Gestor que esté de turno, esta persona es la encargada de recibir y revisar el reporte, para hacer los ajustes necesarios en conjunto con la persona que reporta. En cuanto se tiene una revisión exitosa, comienza la tercera etapa de Revisión Final.

En la tercera etapa, el Ingeniero Gestor es el encargado de generar un Reporte de Incidente, el cual es una presentación que contiene toda la información del Reporte Flash junto a los aprendizajes preliminares, y es enviado al Director de Seguridad, quien se encarga de hacer la revisión final. El Director de Seguridad realiza los ajustes necesarios de la presentación por su cuenta y es el encargado de hacer la difusión de esta, lo que es la cuarta y última etapa del proceso.

En la cuarta etapa, de Difusión, el Director de Seguridad tiene dos casos, si es un evento significativo, el Reporte de Incidente es difundido al Corporativo, si el evento es no significativo, es difundido solo al interior de la División. Esta difusión se realiza mediante el correo electrónico de la Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional, concluyendo el proceso de Reporte de Incidentes.

7.2.2 Validar y medir

Un modelo es una abstracción de la realidad, una idealización que oculta detalles innecesarios, la cual puede estar en desacuerdo por la percepción de ciertas personas.

Por esto, es indispensable validar los modelos con las personas que operan y dirigen el proceso, para evaluar si estos reflejan lo que ocurre en la práctica, de acuerdo con su particular punto de vista.

Tanto el flujo del Proceso de Reportes Preventivos como el del Proceso de Reporte de Incidente se presentan a trabajadores que están involucrados en los procesos, algunos que participan de este en la práctica y otros que lo supervisan.

La representación inicial tiene algunas diferencias en alguna de sus partes. Sin embargo, debido a la ventaja de contar con el modelo de la situación actual, el cual facilita la comunicación con quienes conocen el proceso, permite hacer los cambios correspondientes para llegar a un acuerdo.

De esta forma, el modelo de la situación actual representado anteriormente es el resultado de una iteración, en el que se genera un modelo cada vez más representativo de las visiones de los miembros del grupo de rediseño, los participantes y supervisores del proceso.

Una vez producido el modelo aceptado, se puede entrar a medir los valores actuales de los objetivos de los procesos, es decir, obtener información cuantitativa que lleve a darle valores numéricos a tales objetivos.

En cuanto al Proceso de Reportes Preventivos, se mide a través de la *disminución de barreras* para conseguir información. Inicialmente, en este proceso no se tiene ningún tipo de información disponible respecto a los Reportes Preventivos, solo se tiene un gran registro de datos que no se utilizan y que se requiere un gran trabajo de manipulación de estos para obtener información específica.

En cuanto al Proceso de Reporte de Incidentes, se mide a través de la variable *reducción de tiempo*. Formalmente se cuentan con algunos plazos máximos en lo que se debe cumplir con partes del proceso, se presentan a continuación:

- Levantamiento de Información (primera etapa) y Primera Revisión (segunda etapa): 4 horas como plazo máximo desde que ocurre el incidente.
- Revisión Final (tercera etapa) y Difusión (cuarta etapa): 1 hora adicional como plazo máximo.

Considerando estos tiempos, se tiene un total de 5 horas desde el momento que ocurre el incidente hasta que se da a conocer a los demás trabajadores de la División.

Cabe destacar que, en la práctica, usualmente se utiliza todo este rango horario para realizar las actividades correspondientes. No se realiza de manera inmediata. Por lo que, se utilizará el tiempo máximo como referencia para comparar con los tiempos de la propuesta de rediseño.

7.3 REDISEÑAR

Esta es la fase más importante de la metodología, ya que se genera el rediseño del proceso.

7.3.1 Establecer dirección de cambio

Se entiende por dirección de cambio un conjunto de ideas que establecen la diferencia entre lo actualmente existente y el rediseño propuesto. Las ideas no entregan el detalle de este, sino que se centran en los conceptos más importantes que lo caracterizan y enfatizan.

En el caso particular de este trabajo, donde se tiene procesos que se consideran adecuados y se usan como base, el cambio será en la dirección de gestionar mejor la información, considerando aspectos tales como: estandarizar, almacenar, estructurar, visualizar, analizar y decidir. Esto puede significar innovaciones importantes, particularmente en lo que se refiere al uso de tecnología.

Siguiendo la secuencia de la Ilustración 5, se toma en primer lugar la variable *Asignación de Responsabilidades*. Dado que se proponen nuevas actividades en parte del proceso y también innovaciones tecnológicas para la Gerencia, se tendrá que involucrar a personas del equipo para realizar y supervisar estas actividades, lo cual implica en nuevas responsabilidades para su trabajo.

En cuanto a la *Integración de Procesos Conexos*, como se menciona anteriormente, algunas de las nuevas actividades son extensiones de un proceso ya establecido, lo que es un subproceso que debe ser correctamente integrado con lo que se realiza actualmente, para tener éxito en la mejora de calidad de este.

La *Anticipación* es un aspecto bastante relevante cuando se refiere a incidentes. Si bien es baja hoy en día, debido a que se actúa de manera reactiva a estos, el hecho de mejorar la calidad y reducir tiempos de los procesos actuales, apunta a tener comportamientos más preventivos de los eventos y, por tanto, a subir el nivel de anticipación.

Respecto a la variable *Mantenimiento Consolidado de Estado*, está determinada a tener un valor alto. Es decir, toda la información y datos respecto a los Reportes Preventivos y a los Reportes de Incidentes debe consolidarse y estar disponible para la consulta por los participantes del proceso, lo cual no ocurre hoy en día.

La *Coordinación* es un resultado de las variables ya mencionadas. Apunta a coordinar las nuevas responsabilidades de los trabajadores con la integración del proceso, a tener una buena consolidación de datos para trabajar de manera preventiva más que reactiva.

En cuanto a las *Prácticas de Trabajo*, se requiere que los trabajadores realicen las nuevas actividades y el uso de las nuevas tecnologías de manera correcta y en

tiempos acotados. Esto es algo que requiere tiempo de adaptación y no es inmediato, pero se debe apuntar a reducir los tiempos de espera y tiempos muertos al mínimo.

Por último, el *Apoyo Computacional*, como se dijo anteriormente, debe mantener una base de datos consolidada del estado del proceso y permitir el acceso de manera eficiente a la información para ser conocida y utilizada posteriormente en análisis de datos y reportería.

7.3.2 Seleccionar tecnologías habilitantes

Los cambios propuestos en el punto anterior dependen, en muchos casos, de que existan Tecnologías de la Información u otras tecnologías que los hagan posibles.

Los requerimientos están dados por la variable *Apoyo Computacional*, donde los tópicos son la consolidación de datos, el análisis de datos y reportería. Además, el problema se ubica principalmente a un nivel operacional.

La necesidad de tener una base de datos consolidada se puede realizar con la tecnología de Bases de datos relacional y Data Warehousing. Por otro lado, el análisis de datos y reportería se puede realizar con tecnologías de Business Intelligence (Inteligencia de Negocios).

Una alternativa bastante accesible por la organización son las herramientas que ofrece Microsoft Office, debido a que actualmente es utilizado por los trabajadores de la empresa y no sería un costo adicional alto como podría serlo el comprar licencias de otras aplicaciones o software nuevos.

Algunas de las herramientas de Microsoft Office son las siguientes:

- **Microsoft SharePoint:** es una herramienta para la gestión documental y el trabajo en equipo. Está formada por una serie de productos y elementos de software que incluye funciones de colaboración, módulos de administración de procesos, módulos de búsqueda y una plataforma de administración de documentos. Además, funciona como repositorio de datos estilo Excel, el cual permite ser conectado con las otras herramientas de Microsoft.
- **Microsoft Power Apps:** es un conjunto de aplicaciones, servicios y conectores, así como una plataforma de datos que proporciona un entorno de desarrollo de aplicación ágil para crear aplicaciones personalizadas según las necesidades de la empresa.

- **Microsoft Power BI:** es un servicio de análisis de datos orientado a proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de Inteligencia de Negocios con una interfaz simple como para que los usuarios finales puedan crear sus propios informes y paneles.
- **Microsoft Power Automate:** también llamado Microsoft Flow, permite crear y programar acciones para automatizar diferentes tareas y procesos entre diferentes herramientas, tanto de Microsoft como externas.

7.3.3 Modelar rediseño

El rediseño analizado desde el punto de vista de cambio y de la tecnología en las secciones previas, es especificado en esta sección por medio de un modelo formal BPMN. Se realiza el modelo del rediseño para cada subproceso.

Subproceso Reportes Preventivos

En este caso el proceso actual se toma como base para realizar una mejora, continuándolo con otras actividades para darle una mayor utilidad.

En las últimas actividades del proceso actual, el reporte es registrado en la plataforma SGHP y luego el responsable lo cierra con alguna acción correctiva. Esta información, que contiene campos como el nivel del reporte, empresa, gerencia, riesgo crítico asociado, estado, entre otros, no es utilizada y simplemente queda almacenada en esta plataforma.

Es por esto, que el primer paso del rediseño es utilizar esta información como input para poder ser analizada y, posteriormente, encontrar insights mediante visualizaciones de los datos.

Para realizar el rediseño se realizan las siguientes actividades:

1. Recolección de los datos
2. Conexión con plataforma Power BI
3. Definición de visualizaciones relevantes
4. Creación de reporte o Dashboard
5. Toma de decisiones
6. Actualización

A continuación, se detalla cada paso.

Recolección de los datos

El primer paso es exportar datos de los Reportes Preventivos que se encuentran en la plataforma SGHP a archivos Excel. Se debe seleccionar el nivel del reporte para poder exportar, por lo que se obtienen cuatro archivos diferentes, uno por cada nivel.

Junto a esto, se crea un archivo Excel único que unifica estos datos, sin embargo, se dejan en tablas separadas por comodidad al momento de actualizar, lo que se explica más adelante.

Conexión con plataforma Power BI

Power BI es una herramienta de Business Intelligence que nos permite realizar análisis, cálculos de datos y distintos tipos de visualizaciones. Esta es una herramienta de Microsoft Office, por lo que es óptima para utilizar en la empresa.

En este paso se realiza la conexión con la plataforma de Power BI, es decir, los datos que ya están contenidos en este archivo único son importados al modelo de datos de Power BI, donde se identifican todas las tablas del archivo, los campos y las filas que contiene.

En esta etapa se realiza también algunos ajustes en las tablas, como la creación de algunos campos nuevos o campos calculados.

Definición de visualizaciones relevantes

Este es uno de los pasos más importantes, debido a que analizar cuáles son las visualizaciones que realmente aportan o que responden las preguntas que son necesarias es vital para la creación de un Dashboard. Sin este paso, es posible crear un muy bonito tablero sin que logre responder nada de utilidad para el usuario.

Para esto, se realizan reuniones con las distintas personas que serían usuarios del tablero, planteando la siguiente pregunta: “¿Qué es lo que necesitas responder con esta información?”

Este es un proceso reiterativo, el cual se realiza más de una vez, ya que surgen ideas nuevas, ajustes a lo que ya se tiene creado o nuevas preguntas.

Algunas de las preguntas que se necesitan responder son:

- ¿Cuántos reportes se tienen en total? ¿o en un determinado tiempo?
- ¿A qué gerencia corresponden estos reportes?
- ¿Cuál es el riesgo crítico que más se está reportando?
- ¿Estamos aumentando o disminuyendo los reportes? ¿Cuál es la tendencia?

Creación de reporte o Dashboard

Luego, se comienza con la creación de las distintas visualizaciones en Power BI, las cuales van cambiando y mejorando cada vez con las reiteraciones del paso anterior. Cabe destacar que este contiene 3 de los 4 tipos de reportes, Nivel 1, Nivel 2 y Oportunidades de Mejora, debido a que el cuarto, Hallazgos Positivos, tiene una connotación positiva, el contrario de las otras 3, lo cual ensuciaría el análisis de estas últimas. Con esto, se obtiene el siguiente resultado, el cual será explicado con mayor detalle en el capítulo de la implementación.

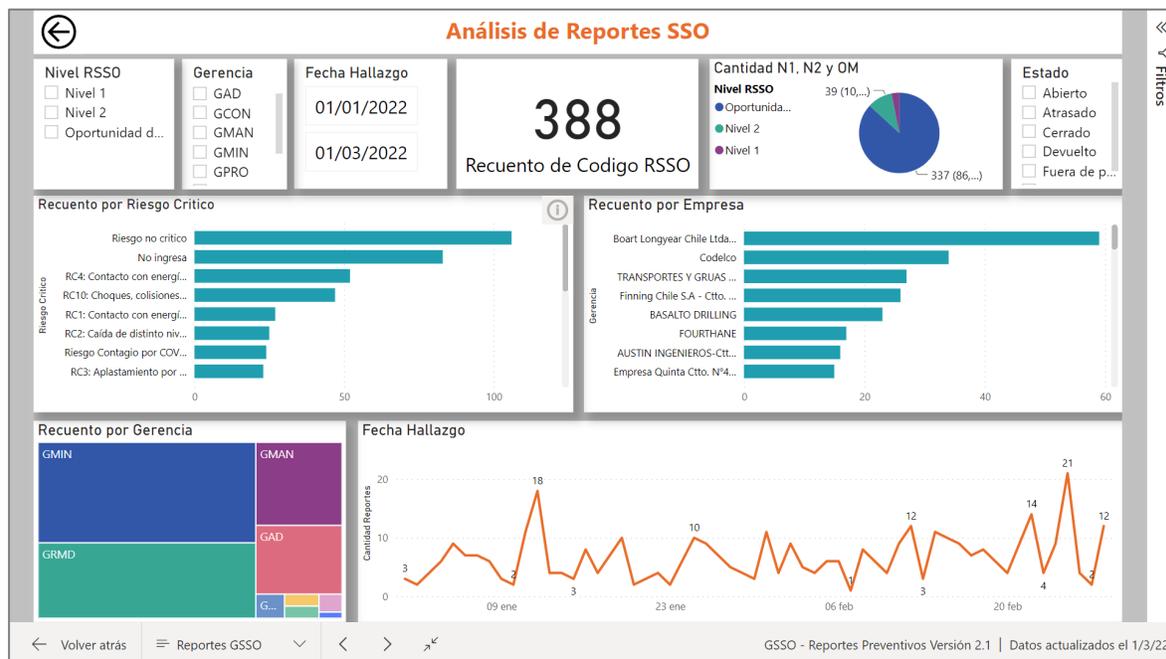


Ilustración 8. Tablero Análisis de Reportes SSO

Toma de decisiones

Otra arista importante de este rediseño es el para qué se utiliza esta información, qué acciones genera con la información que entrega.

En la gerencia, todas las semanas se definen cuáles serán los focos del Turno de Fin De Semana (TFDS), lo que hace referencia al foco que pondrán los ingenieros del área de Seguridad en sus caminatas o supervisiones. Previo al rediseño, corresponde a una decisión que no está basada en datos, sino que basada en la percepción de las personas del área, lo que se cree que deben supervisar según lo que haya ocurrido en la semana o alguna otra razón.

Por esto, la visualización y la información que entrega este reporte es utilizado para determinar los focos del TFDS, teniendo una razón objetiva del ámbito en que se va a focalizar. Se muestra en la implementación.

Actualización

Al no tener una conexión directa a la base de datos de la plataforma SGHP, estos se deben descargar manualmente para poder actualizar y alimentar el archivo unificado. Cada día, se descarga la información de la plataforma SGHP, se actualiza el archivo Excel unificado y, posteriormente, es actualizado el tablero de Power BI.

De esta forma, se tiene el análisis disponible cuando se requiera y, una vez a la semana, se difunde a las personas de la gerencia junto con los Focos de TFDS ya definidos.

Estas 6 actividades descritas, que se realizan por primera vez, son necesarias para lograr el cambio en el rediseño. Sin embargo, en el nuevo proceso a realizar, algunas de las etapas se deben omitir, ya no son necesarias para el momento que se deba registrar un reporte preventivo.

Esto hace referencia a las actividades *Conexión con plataforma Power BI*, *Definición de visualizaciones relevantes* y *Creación de reporte o Dashboard*, mencionadas previamente.

La conexión con la plataforma es un aspecto técnico y queda hecho en adelante. Mientras que las visualizaciones y el dashboard, son herramientas que se utilizan como apoyo en el nuevo proceso, pero no son actividades que se deban volver a realizar, a menos que sea necesario aplicar un cambio en el futuro.

Dicho esto, las actividades que siguen siendo parte del rediseño son la *recolección de los datos (extracción)*, la *toma de decisiones* y la *actualización*. Estas se incluyen en el proceso como se muestra en la siguiente gráfica. (El modelo formal BPMN se encuentra en el Anexo C.5.)



Este es el nuevo proceso de los Reportes Preventivos, en el que las etapas ya han sido descritas previamente. Es importante destacar que la etapa de *Cierre de Brecha* queda como una actividad paralela a la *extracción, actualización y toma de decisiones*, debido a que existen algunos reportes que se cierran de manera inmediata y otros que pueden tardar más días.

Este rediseño está alineado con las normas ISO 27001, 31000 y 45001, que tienen relación con el trabajo de alguna forma, por lo que no perjudica en el caso de realizar las certificaciones.

Subproceso Reporte de Incidentes

Para el proceso de Reporte de Incidentes se realiza una propuesta de rediseño basado en una optimización y automatización de este proceso mediante una aplicación tecnológica.

En este caso no se realiza el desarrollo ni implementación de la aplicación debido a las restricciones de desarrollar aplicaciones por parte de la Organización. Como se comenta anteriormente, es un área específica de Casa Matriz que se encarga del desarrollo de estas.

Esta propuesta nace a partir de los tiempos muertos y demoras observados en el proceso actual, además de la falta de consolidación de los datos que se registran en los Reporte de Incidentes.

La propuesta considera la utilización de las herramientas de Microsoft SharePoint, Microsoft Power Apps y Microsoft Power Automate. A continuación, se explica cómo cada una de estas herramientas se involucra y es utilizada en cada una de las etapas del proceso, desde el *Levantamiento de la Información* hasta la etapa final de *Difusión*.

Levantamiento de la Información

El levantamiento de la información es realizado en una aplicación de Microsoft Power Apps, a la cual se puede acceder desde el celular o computador. Esta aplicación tiene apariencia de formulario, donde se ingresan los mismos datos que solicita el documento de Reporte Flash (Anexo C.4).

Esta aplicación está conectada a Microsoft SharePoint, donde llegan todos los registros a un repositorio de datos y, al ingresar cualquier registro, este es notificado a los distintos trabajadores del área de Seguridad mediante la automatización de flujos de Microsoft Power Automate, quienes deben estar informados de la situación lo antes posible.

Estos cambios tienen 3 principales beneficios. Primero, el responsable de levantar la información tiene acceso inmediato a la aplicación en su celular, por lo que se

ahorra tiempo. Segundo, la información que se registra se comienza a consolidar en una base de datos centralizada, algo inexistente en la situación actual. Tercero, las personas del área son notificadas inmediatamente cuando el registro es exitoso y permite tener una trazabilidad de la información.

Primera Revisión

En esta etapa se podrían presentar dos casos diferentes. Por un lado, si el Ingeniero Gestor, quien realiza la primera revisión, está presente con el responsable de levantar la información, este podría incluir su firma en la aplicación en el momento que se envía el formulario, de tal forma que queda la primera revisión hecha. Por otro lado, si el Ingeniero Gestor no está presente, entonces debería verlo en el momento que es notificado en su correo por el flujo automatizado, hacer las correcciones en el caso que corresponda e incluir su firma digital.

Segunda Revisión

Esta etapa es homóloga a la primera revisión, con la diferencia de que es revisada por el Director de Seguridad, no deberían ser cambios mayores, solo detalles del evento. En este caso es poco probable que se esté acompañando a los otros actores, por lo que el Director de Seguridad está siendo notificado en cada etapa del proceso. De esta forma, está en comunicación constante y listo para realizar su revisión.

Cuando el Director de Seguridad realiza su revisión, la información ya se considera como oficial para ser utilizada como input en la siguiente y última etapa.

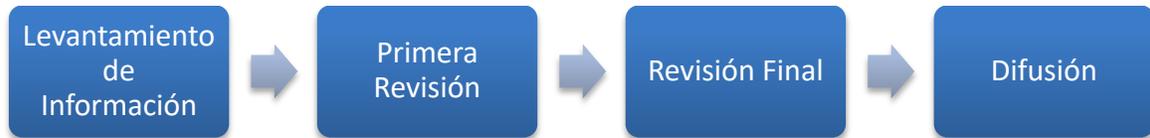
Difusión

La etapa final de Difusión es una de las más beneficiadas en términos de la automatización del proceso. Debido a que el trabajo de preparar la presentación oficial de difusión y ser enviado por correo a la División o el Corporativo, que en la situación actual es realizado por un trabajador, ahora es completamente automatizado con Power Automate.

Este flujo automatizado, cuando observa un registro firmado por el Director de Seguridad, reconoce que la etapa de segunda revisión ya está completa, por lo que toma todos los campos de este registro y lo utiliza como input para ingresarlos en la presentación estándar, la cual es guardado como archivo PDF. Siguiendo con el flujo, en el instante que la presentación es guardada, se realiza la difusión de esta mediante el correo del área de Seguridad.

De esta forma, el Director de Seguridad es responsable de la etapa de Difusión, pero no tiene que realizar acciones, ya que esta vez está automatizado.

Como se logra observar, las etapas de este proceso son las mismas que en la situación actual, como se muestra en la figura.



No cambian las etapas, sino que cambian algunas responsabilidades, debido a que actividades que realizan las personas en la situación actual, en la propuesta son automatizadas y realizadas por la aplicación tecnológica. El detalle del proceso se encuentra en el diagrama BPMN del Anexo C.6.

Al igual que el rediseño anterior, este cumple con las normas ISO 27001, 31000 y 45001, por lo que no sería perjudicial en el momento de una certificación.

7.4 IMPLEMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES

Como se menciona en los alcances del trabajo, se realiza la implementación solo para uno de los subprocesos rediseñados, Subproceso de Reportes Preventivos. El cual se muestra en esta sección junto con algunas recomendaciones relacionadas a las prácticas de trabajo.

Por otro lado, en cuanto al rediseño del Subproceso de Reporte de Incidentes, la propuesta realizada es considerada por la Casa Matriz de Codelco para que un proveedor externo pueda comenzar a trabajar en ella mediante una metodología ágil junto a la División Ministro Hales. El avance es básicamente el prototipo de la aplicación, el cual se muestra en esta sección y se realizan recomendaciones que pudieran servir para ser mejorada desde la perspectiva del autor.

A continuación, se muestra lo dicho para cada subproceso, partiendo por el Subproceso de Reportes Preventivos y, posteriormente, el Subproceso de Reporte de Incidentes.

Subproceso de Reportes Preventivos

La herramienta fundamental implementada en este proceso es el dashboard creado a partir de los registros de Reportes Preventivos.

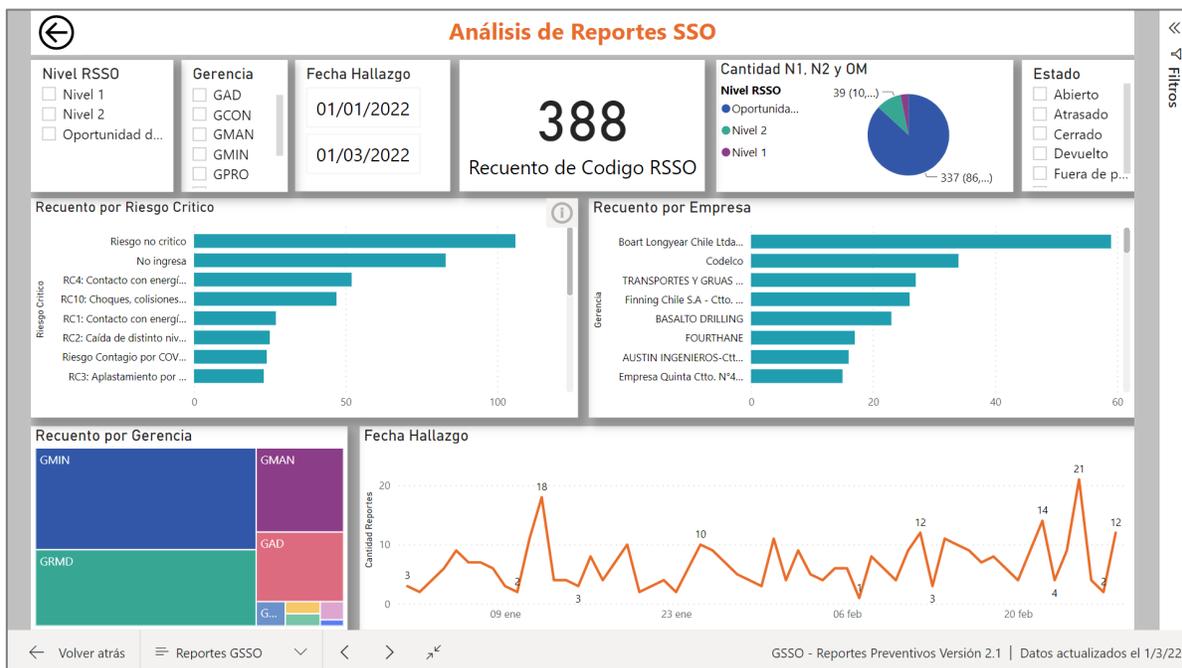


Ilustración 9. Tablero Análisis de Reportes SSO

En la parte superior se puede ver el recuento total de reportes en un determinado tiempo y un gráfico de torta para conocer rápidamente su distribución entre los distintos niveles de reporte.

En la parte central, se tienen dos gráficos de barras horizontales, el cual es utilizado para realizar comparaciones de la frecuencia de los datos. El de la izquierda hace referencia al recuento por Riesgo Crítico y el de la derecha al recuento por Empresa, con esto se logra ver fácilmente dónde se tiene la mayor cantidad de reportes y los riesgos críticos más vulnerables.

En la parte inferior, se tiene al lado izquierdo un gráfico de área para visualizar las Gerencias con mayor frecuencia de reportes y al lado derecho un gráfico de líneas para visualizar tendencia, con el que se puede ver si han ido aumentando o disminuyendo los reportes en el tiempo.

Por último, en la parte superior también se logra ver diferentes filtros, estos contribuyen a profundizar en el análisis y en lo que se quiere responder.

Una de las visualizaciones a la que se le presta mayor atención es la de *Recuento por Riesgo Crítico*, debido a que entrega información acerca de cuál es el Riesgo Crítico asociado a los reportes que más se está repitiendo en un cierto periodo de tiempo.

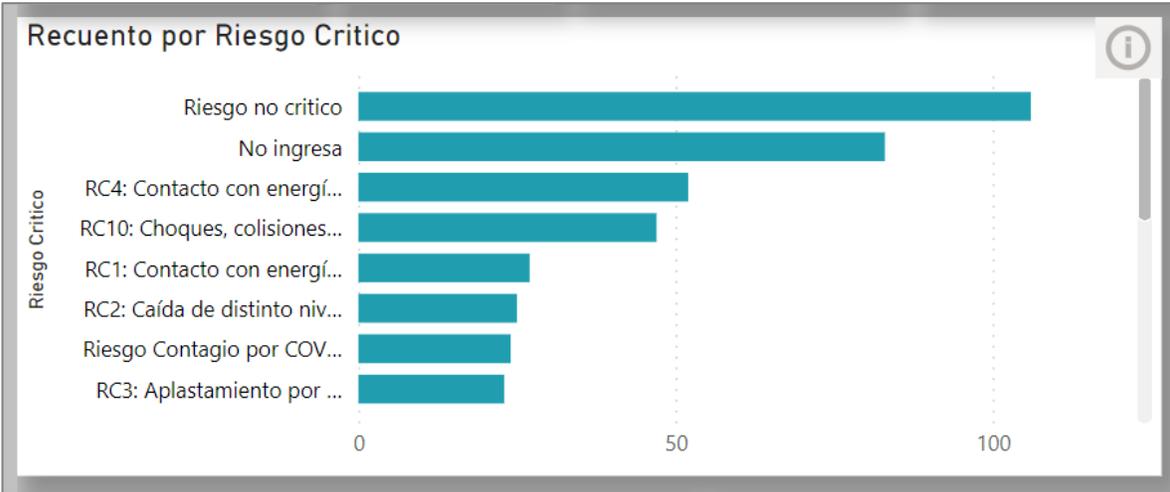


Ilustración 10. Visualización Recuento por Riesgo Crítico

Se observa que las dos primeras categorías con mayores reportes son *Riesgo no crítico* y *No ingresa*, las cuales corresponden principalmente a reportes de nivel Oportunidades de Mejora, que son los de mayor frecuencia, por lo que es normal tener esas dos primeras categorías. Los reportes de Nivel 1 y Nivel 2, siempre están asociados a un Riesgo Crítico.

Luego, las siguientes dos categorías con mayor frecuencia, son reportes asociados al Riesgo Crítico 4: contacto con energía y al Riesgo Crítico 10: Choques, colisiones y volcamientos.

Esto podría indicar dos situaciones. Por un lado, se podrían estar identificando eventos o situaciones nuevas que se están reportando en estos riesgos críticos o, por otro lado, son eventos que ya se han presentado antes y están siendo repetidos,

por lo que existe una mayor probabilidad de provocar un incidente y la repetición indica que no se están generando los aprendizajes correspondientes. En cualquiera de los dos casos, son razones para estar más atento y tomar medidas asociadas a estos riesgos críticos.

Para hacerse cargo de esto, se decide que las inspecciones y caminatas del Turno de Fin De Semana (TFDS) estén focalizadas en estos riesgos críticos identificados. Entregando un informe detallado de los controles que se deben aplicar y las evidencias del trabajo.

A continuación, se muestra un ejemplo del Riesgo Crítico 10 como Foco de TFDS.

Foco TFDS – Conducción de vehículo o equipos móviles

Riesgo Crítico N° 10

Eliminar o controlar el riesgo por conducción de vehículo o equipos móviles.

Requisito	Control
Operatividad y Mantenibilidad	[10.3.3] Que se haya realizado la difusión de rutas críticas, plan de tránsito y las medidas de control a usuarios
Entrenamiento y competencia	[10.7.3] El personal que utiliza equipos móviles o maquinaria industrial, debe estar capacitado en el no uso de teléfonos móviles o celulares durante la operación /conducción de su equipo/vehículo.

NOMBRE / EMPRESA	EVIDENCIA	CONDICIÓN	FOTOGRAFÍA	OBSERVACIÓN
	<input type="checkbox"/> Verificación en Terreno <input type="checkbox"/> Registros de Capacitación			
	<input type="checkbox"/> Verificación en Terreno <input type="checkbox"/> Registros de Capacitación			
	<input type="checkbox"/> Verificación en Terreno <input type="checkbox"/> Registros de Capacitación			

LIDERAZGO | APRENDIZAJE | RIESGOS CRÍTICOS | CULTURA DE EXCELENCIA

Ilustración 11. Ejemplo Foco TFDS Riesgo Crítico 10

Estos focos son compartidos y difundidos cada jueves con las personas de la gerencia que estarán en el turno de fin de semana, con el objetivo de tener claro donde se debe prestar más atención en las inspecciones y caminatas.

Otra utilidad que tiene la implementación de este tablero es la de realizar un mejor seguimiento y gestión de los reportes preventivos. Todos los registros cuentan con un campo llamado *Estado*, el cual hace referencia al estado actual del reporte, y solo puede ser modificado por el responsable definido en el registro.

Por ejemplo, si está *abierto*, es porque no se han aplicado las medidas correctivas. Si al continuar abierto, supera el plazo establecido, el estado cambia a *atrasado*. Si está *cerrado*, las medidas correctivas ya fueron aplicadas dentro del plazo. Si se cierra después del plazo establecido, queda con estado *fuera de plazo*.

En consecuencia, la gerencia tiene la información al alcance en cualquier momento sobre todos los reportes que están atrasados, fuera de plazo o abiertos, para tomar las acciones pertinentes y gestionar el cierre de estos en conjunto con el responsable.

Como existen menos barreras para acceder a este tipo de análisis, al no tener que realizar todo el trabajo manual de la situación actual, se cumple el objetivo de simplificar la visualización de los Reportes Preventivos, siendo utilizada para tomar decisiones basadas en datos, realizar un trabajo con mayor foco en las brechas encontradas y, además, para el seguimiento y gestión de los reportes.

Recomendaciones

Algunas recomendaciones respecto a prácticas de trabajo son las siguientes:

- **Frecuencia de actualización:** Según el historial de reportes preventivos de los últimos 10 meses (septiembre 2021 a junio 2022), en promedio se realizan 118 reportes semanales, es decir, 16 o 17 reportes diarios. Debido a esto, se debe considerar la frecuencia con la que se extraen y actualizan los datos. No es eficiente hacerlo cada vez que exista un nuevo registro, ya que en este caso es un trabajo manual. Se recomienda actualizar una vez al día, de preferencia a primera hora, con los datos registrados hasta el día anterior.
- **Marco temporal para la toma de decisiones:** Si se utiliza un intervalo de largo plazo, ocupando todo el historial disponible, es probable que no exista mucha variación en el tablero, debido a la gran cantidad de registros. Por otro lado, utilizar un intervalo de corto plazo, como la última semana, no da espacio para la repetición de estas situaciones no deseadas, que es lo que se busca. Por lo tanto, se recomienda tener un intervalo de mediano plazo, entre 1 y 2 meses.
- **Reportes prioritarios:** Se debe priorizar las acciones o situaciones no deseadas que conlleven un mayor riesgo para las personas, lo que se identifica en los reportes Nivel 1 y Nivel 2. Por esto, se recomienda que en ocasiones se utilice el filtro *Nivel RSSO* para observar cómo cambia el tablero y darle prioridad a la toma de decisiones basadas en estos reportes que son más relevantes.
- **Mejora continua:** Siempre existe espacio para la mejora, por lo que se recomienda conversar constantemente con los usuarios del tablero si tienen nuevas preguntas que responder para adaptar este a sus necesidades.

Subproceso de Reporte de Incidente

Como se menciona anteriormente, el desarrollo de la aplicación y la implementación de esta, no son parte del trabajo de título, debido a las restricciones mencionadas de la organización. Sin embargo, la propuesta es considerada para que un proveedor externo la desarrolle.

A continuación, se presentan imágenes del prototipo piloto de la aplicación digital desarrollada por el proveedor, junto a recomendaciones y/o comentarios desde la perspectiva del autor.

Bienvenida e inicio de sesión en la aplicación Reportes Flash:



Ilustración 13. App Reportes Flash, Bienvenida



Ilustración 12. App Reportes Flash, Iniciar Sesión



Ilustración 14. App Reportes Flash, Home

Esta es la pantalla principal de la aplicación después de haber iniciado sesión.

Esta es la que contiene las funciones relevantes necesarias para el proceso y se dividen en 3 categorías: incidentes, bandeja de solicitudes e históricos. Las funciones disponibles dependen del tipo de usuario asignado.

En *Incidentes* se tiene la principal funcionalidad, que es la de realizar un nuevo reporte. Además, se acompaña del historial de creados y enviados por el usuario.

Bandeja de Solicitudes es una categoría que será más utilizada por las personas responsables de revisar los reportes. Como se menciona en el modelo del proceso, existen dos etapas de revisión que se deben cumplir.

En *Históricos* se muestra el historial de reportes registrados, además de la opción de realizar una carga de datos externa.

Para realizar un registro, el usuario debe seleccionar la funcionalidad *Nuevo Reporte*.

Luego, se mostrará en la pantalla *Seleccionar División*. Este corresponde a un campo que en la situación actual no es consultado en el reporte Flash, debido a que cada división de Codelco lo maneja independientemente.

Sin embargo, esta propuesta digital ha sido pensada con el objetivo de ser una herramienta corporativa, no solo de la División Ministro Hales.

Es por esto que existe este paso, el cual es bastante importante, debido a que indica a qué base de datos debe llegar el registro, ya que cada División tiene su propia base de datos.



Ilustración 15. App Reportes Flash, Seleccionar División

Ilustración 16. App Reportes Flash, Antecedentes Empresa

Una vez seleccionada la División correspondiente, se muestra en pantalla *Antecedentes Empresa*, el cual es el formulario del reporte flash con todos los antecedentes del incidente.

Este es el mismo formulario que se muestra en el Anexo C.4, que en la situación actual es realizado en un archivo Excel.

Todos los datos ingresados en este formulario son los diferentes campos que quedan asociado a un registro o una fila en la base de datos.

Se recomienda crear una base de datos de los trabajadores y administradores de contrato, que contenga información asociada a ellos, como su teléfono, empresa a la que pertenecen, antecedentes personales, antigüedad en la empresa, años de experiencia, etc.

Esto con el objetivo de conectar estas bases de datos, de tal manera que algunos datos sean rellenos de manera automática, porque es información que no debería cambiar constantemente.

Algunos ejemplos son:

- Si la empresa involucrada es Subcontratista, el campo *Nombre Empresa Principal* debería rellensarse automáticamente.
- Cada empresa tiene un único número de contrato, por lo que el campo *N°Contrato* debería ser relleno automáticamente siempre.
- Los campos *Teléfono* de los administradores de contrato, también deberían ser rellenos automáticamente siempre.

Los beneficios de relleno de campos de manera automática cuando se conectan bases de datos son, principalmente:

- Ahorrar tiempo. El trabajador puede que no tenga algunos datos en su posesión o no los conozca de memoria, por lo que deberá ocupar tiempo en buscarlos o conseguirlos.
- Evitar errores humanos. Estos siempre van a estar presentes cuando las personas están involucradas en los procesos. En este caso, errores de tipeo podrían ser muy comunes al rellenar formularios.
- Estandarizar respuestas. Un mismo nombre, empresa o teléfono, puede ser escrito de diversas formas y esto perjudica el posterior análisis de datos, por lo que el relleno automatizado favorece a tener respuestas estándar. Estandarizar bases de datos es uno de los primeros trabajos a realizar al trabajar con datos, por lo que ingresar datos ya estandarizados es un beneficio para el trabajo posterior.

7.5 IMPACTO ECONÓMICO

Evitar las pérdidas económicas producto de incidentes es una forma de mejorar los resultados globales del negocio para la empresa. Estas pérdidas están asociadas a daños de equipos e infraestructura; la interrupción de la operación, afectando a la producción; el impacto a la salud de los trabajadores; el pago de indemnizaciones y seguros; lesiones a las personas y, en el peor caso, la consecuencia fatal de un trabajador.

Además, las lesiones graves y fatales traen consigo una serie de consecuencias, como la afectación al clima laboral, la reputación de la empresa frente a la sociedad y el poner en riesgo la continuidad del negocio.

Cuantificar el costo de los incidentes laborales no es una tarea fácil. Por un lado, en el caso de una fatalidad, la pérdida de la vida de un trabajador es un costo que no es posible estimar. Por otro lado, los costos suelen ser muy variables dependiendo de cada tipo de incidente.

Los incidentes Sin Tiempo Perdido (STP) y Con Tiempo Perdido (CTP), por lo general llevan consigo costos de tipo médico, pensiones, subsidios e indemnizaciones. Sin embargo, todos estos costos están asegurados por la organización, es decir, es un costo hundido que la empresa está pagando constantemente y se utiliza en el caso de incidentes, como cualquier otro seguro. Por lo tanto, la empresa no es impactada por este tipo de costos, por lo que no serán considerados para efectos del trabajo.

Los dos tipos de costo que son muy relevantes y definitivamente impactan a la empresa son, primero, los costos por pérdidas operacionales, los cuales se producen cuando se detiene algún proceso por falla operacional o por haber ocurrido un accidente grave o fatal en tal área, lo que se traduce en detener la producción. Y segundo, las demandas, las cuales se presentan usualmente en caso de accidentes fatales o accidentes graves en los que existe amputación.

Estas últimas ocurren con muy baja frecuencia y conllevan costos muy altos, lo que no es muy representativo para calcular el costo de un incidente. Para tener una idea, en el caso particular de la División Ministro Hales, nunca ha ocurrido un accidente fatal.

Dicho esto, el costo que realmente está presente e impacta a la organización es el de pérdidas operacionales por detención de producción. Por lo que, a partir de estas se realiza una estimación aproximada del costo de los incidentes.

Se toma una muestra de 11 evaluaciones de pérdidas de la data histórica de estos registros, considerando los años previos a la pandemia, lo cual es más representativo de un año normal. Donde el promedio de pérdida es de USD \$3.807.389 por cada evento (Anexo C.7).

Luego, según la experiencia del equipo de Seguridad en la División Ministro Hales, un evento asociado a pérdidas es causado por un incidente una vez al año. Es decir, de todos los incidentes que ocurren en un año, solo uno de ellos conlleva pérdidas como las que se toman de muestra.

Durante el año 2021 se tiene un registro de 70 incidentes, en los que se consideran 4 categorías, Con Tiempo Perdido, Sin Tiempo Perdido, Evento Significativo Sin Lesión y Evento Significativo (Anexo C.8).

Con esto, se podría estimar que el costo de un incidente es de USD \$54.391.

Teniendo este monto de base, a continuación, se analizará por cada subproceso el impacto económico que tendrían en un periodo anual, considerando los costos y beneficios asociados.

7.5.1 Estimación de costos del proyecto

Subproceso de Reportes Preventivos

Los costos asociados a este proceso son relativamente bajos, debido a que no se necesita trabajadores adicionales para cumplir con el proceso del rediseño, sino que son actividades que se le pueden asignar a personas del área. Además, el tiempo que se requiere de ellos es bajo, considerando que se continúa usando el mismo tablero.

Solo se requiere de su tiempo en el caso de realizar modificaciones a las visualizaciones, lo cual debería ser poco frecuente, y en el caso de realizar ajustes manuales respecto a la exportación de datos y actualización.

Respecto a las herramientas tecnológicas, solo se necesita licencia de la plataforma de visualización de datos, que en este caso es Power BI. Para esto, la organización ya incurre en este gasto otorgando licencias básicas a los empleados, sin embargo, se podría considerar otorgar una licencia de Power BI Premium, la cual entrega mejores funcionalidades y se podría ahorrar trabajo respecto a la extracción y actualización de datos, ya que se harían de manera automática.

El costo de una licencia Power BI Premium es de aproximadamente USD \$17 por usuario al mes. Considerando que al menos 3 usuarios del área cuenten con esta para evitar la dependencia de un usuario específico, el monto ascendería a USD \$51 al mes. Es decir, USD \$612 al año.

Subproceso de Reporte de Incidentes

El costo asociado a este proceso es del desarrollo e implementación del sistema propuesto, en este caso la aplicación digital. Al ser un proveedor externo el que la realiza, el costo total está incluido en la cotización de su trabajo, el cual asciende a un monto inicial de aproximadamente USD \$4.750.

Además, se estima un costo de mantención mensual por la plataforma de Microsoft SharePoint, la cual se utiliza como base de datos de la aplicación. Este monto es de aproximadamente USD \$1.000 mensuales.

Con esto, el primer año se tiene un costo de USD \$16.750, y desde el segundo año hacia adelante, de USD \$12.000 anual.

7.5.2 Estimación de beneficios del proyecto

Subproceso de Reportes Preventivos

El principal beneficio que se obtiene al incorporar herramientas de análisis de datos en este proceso de reportes preventivos es, como se menciona anteriormente, el de eliminar barreras para acceder a la información y el de focalizar las inspecciones y caminatas tomando decisiones basadas en datos.

Para medir esto en términos monetarios, se toma como hipótesis que un mejor uso de los datos en herramientas preventivas podría disminuir la cantidad de incidentes.

La tasa en la que podría disminuir los incidentes gracias al análisis de datos es algo que no está determinado. Sin embargo, se puede tomar como base la tasa en la que viene disminuyendo la accidentabilidad en minería según las estadísticas del SERNAGEOMIN.

Sin considerar el año 2020, debido a que hubo baja accidentabilidad debido a las medidas de cuarentena por pandemia, del año 2019 al 2021 hubo una disminución del 6% (de 2.514 a 2.360 total de accidentados/as).

Dicho esto, se puede sensibilizar alrededor de este número, considerando 3 escenarios, una tasa de disminución del 4%, 6% y 8%, aplicados a la cantidad de incidentes de 2021 en la División Ministro Hales, 70 en total.

Se obtienen los siguientes valores:

- Escenario 1: Una tasa de disminución del 4%, es decir, 3 incidentes, resulta en un ahorro de USD \$163.173 ($\54.391×3).
- Escenario 2: Una tasa de disminución del 6%, es decir, 4 incidentes, resulta en un ahorro de USD \$217.564 ($\54.391×4).
- Escenario 3: Una tasa de disminución del 8%, es decir, 5 incidentes, resulta en un ahorro de USD \$271.955 ($\54.391×5).

Subproceso de Reporte de Incidentes

Incorporar una aplicación digital en este proceso, que ayuda en la gestión de los reportes de incidentes, también podría tener un efecto futuro en la disminución de incidentes, por lo que el beneficio anterior también aplica a este subproceso, pero no se replica para no tener duplicidad en los valores.

Sin embargo, el beneficio que se considera de manera inicial es por el concepto de reducción de tiempo del proceso. Como se menciona en el capítulo de la situación actual, el tiempo en reportar un incidente asciende a 5 horas desde el momento en que ocurre hasta que es difundido.

Como la aplicación digital es una herramienta que se podrá tener en los celulares de los trabajadores y entrega alertas a las personas que los deben validar o revisar, se considera que estos tiempos podrían disminuir bastante:

- Reportador: 20 minutos desde el momento en que ocurre el incidente.
- Primera revisión: 20 minutos.
- Segunda revisión: 20 minutos.
- Difusión: etapa automatizada en su totalidad, por lo que no se considera tiempo extra.

Se tiene un total de 1 hora como tiempo estimado para el proceso utilizando la aplicación digital. Es decir, 4 horas de ahorro por cada incidente reportado. Considerando los 70 incidentes del 2021, se puede estimar un ahorro de 280 horas en el año.

El valor de una Hora Hombre (HH) es de USD \$20 aproximadamente, considerando el perfil del usuario, por lo que el ahorro anual sería de USD \$5.600.

7.5.3 Resumen

En resumen, considerando en conjunto los costos y beneficios/ahorros, se tiene lo siguiente.

Resumen Impacto Económico (USD)			
	Escenario 1 (4%)	Escenario 2 (6%)	Escenario 3 (8%)
Costos	\$ 17.362	\$ 17.362	\$ 17.362
Beneficios / Ahorro	\$ 168.773	\$ 223.164	\$ 277.555
Impacto Total	\$ 151.411	\$ 205.802	\$ 260.193

Ilustración 17. Tabla Resumen Impacto Económico.

8 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El área de Seguridad y Salud Ocupacional es vital dentro de una organización en la industria minera, la cual trae consigo diversos riesgos debido a la naturaleza del trabajo. Los trabajadores son el motor principal del negocio, por lo que se debe trabajar arduamente en cumplir con el compromiso del cuidado de su vida, salud e integridad física.

En cuanto a la metodología, realizar un correcto planteamiento a nivel de procesos antes de proponer una solución, permite un enfoque ordenado de búsqueda de las posibles soluciones de negocio con apoyo tecnológico. Además, es importante construir un rediseño de proceso tomando en cuenta los aspectos de necesidad, urgencia y aceptación de los cambios de todas las partes interesadas.

En relación con los objetivos del proyecto, el trabajo desarrollado permite dar a conocer la situación actual de los procesos involucrados mediante diagramas de flujos BPMN. Se eliminan barreras relacionadas a la manipulación de datos, como la búsqueda y extracción de estos, el análisis y reportes, por lo que se simplifica la visualización de esta información para cualquier trabajador del área. Junto a esto, se entrega una propuesta tecnológica que permite ahorrar tiempos de trabajo y consolidar los datos de manera sencilla, apuntando a la automatización de procesos. Por último, las recomendaciones y comentarios que se entregan en cada proceso permiten tener en cuenta aspectos relevantes en la implementación de este, facilitar el trabajo a personas que se integren al equipo e identificar aspectos a mejorar en futuras implementaciones.

Por lo tanto, se cumple con generar un cambio en la manera en que se gestiona la información en el área, apoyando a la toma de decisiones oportuna y a la mitigación de riesgos que puedan afectar a los trabajadores.

A través del análisis económico, se logra observar la dificultad de estimar el costo de un incidente debido a la cantidad de variables que están en juego y la magnitud en la que impacta según el tipo de incidente, donde cada caso es muy particular. Además, no es fácil relacionar directamente cómo la información y los datos podrían disminuir los incidentes que ocurren en la organización, pero no cabe duda de que ayudan y apoyan el trabajo de gestión que se realiza en el área, lo cual conlleva a tener mejores resultados en la seguridad.

Se observa que los costos de oportunidad de producción en la gran minería son de enorme magnitud, donde se pierde, en promedio, 3 millones de dólares cuando existen detenciones en el proceso. Es por esto, que es posible concluir que el proyecto es viable técnica y económicamente y que la inversión tiene un bajo riesgo para el retorno de la inversión.

También el proyecto repercute en otros aspectos, tales como: el apoyo en la trazabilidad de la información cuando se involucran varios actores, el aprendizaje

de los trabajadores al incorporar nuevas tecnologías y el cambio cultural que se debe adoptar para generar un cambio.

Generar buenas relaciones con las partes interesadas en el proceso, como también el compromiso personal con la seguridad, es esencial para obtener un buen resultado en la realización del trabajo de título. Se debe tener proactividad para conocer personas de otras áreas y conocer todos los procesos productivos en terreno, lo cual aporta un gran valor y entendimiento del negocio para, posteriormente, trabajar con datos teniendo una perspectiva real de lo que se está viendo.

Por último, cabe destacar que la seguridad no solo es importante para cuidar de la vida y salud de todos los trabajadores, sino que además es un aspecto muy relevante que impacta en los resultados globales del negocio para la empresa, en términos de daños a equipos e infraestructura, continuidad operacional y, sobre todo, la reputación de la empresa, el prestigio y el impacto en la opinión pública.

9 TRABAJO FUTURO

Con el propósito de entregar un informe útil a la Organización y que el presente trabajo sea un punto de partida para un mayor desarrollo en el futuro, se proponen a continuación algunas directrices para continuar y mejorar el proyecto, como también algunas ideas para promover el uso de datos en la seguridad de los procesos mineros.

- **Conexión directa de Power BI con modelo de datos**

Una mejora que se puede realizar en un futuro para el Subproceso de Reportes Preventivos es generar la conexión directa de la plataforma Power BI con el modelo de datos en el que se basa la plataforma de registro SGHP. Esta conexión requiere licencias de mayor costo en Power BI y también el acceso al modelo de datos, el cual es manejado corporativamente por Casa Matriz de Codelco.

Esta acción evitaría tener que extraer, cargar y actualizar los datos manualmente, automatizando este proceso, lo cual trae como principal beneficio un ahorro de tiempo para el trabajador responsable de la tarea y la actualización en tiempo real del dashboard.

- **Implementación de propuesta de aplicación digital**

Se está trabajando en el desarrollo de la aplicación digital para los Reporte de Incidentes, con todos los aspectos propuestos. Sin embargo, algo que definitivamente queda como un trabajo futuro es la implementación de esta aplicación en la empresa.

Esta debe ser implementada en un pequeño grupo de trabajo piloto, que exista un periodo de aprendizaje de tal forma de verificar las funciones básicas de la aplicación para que, posteriormente, pueda ser masificada en la división y, luego, en todo el distrito Norte, como se tiene planificado.

- **Medición más exacta del efecto producido por el rediseño**

Realizar experimentos o cambios en el proceso para ver la diferencia, son formas de poder medir de manera más precisa el efecto producido, tomando la menor cantidad de supuestos. Este aspecto es algo que está fuera del alcance del trabajo de título, pero que es relevante para una mejor medición de los efectos.

- **Análisis de datos de reporte de incidentes**

En cuanto al Subproceso de Reporte de Incidentes, una vez que la aplicación digital esté implementada y se tengan los datos consolidados en una única base de datos,

se propone realizar el análisis prescriptivo de estos, es decir, identificar lo que ha ocurrido en la empresa, para proyectar a posibles eventos futuros.

El hecho de que la aplicación esté desarrollada en Microsoft Power Apps, facilita la conexión con el resto de los productos y servicios de Microsoft. Por esto, se podrá tener una conexión directa con Power BI para visualizar datos en tiempo real.

Se debe tener en cuenta que los datos registrados en el reporte de incidente son datos reactivos, es decir, son datos que representan algo que ya ocurrió, que permiten describir el incidente. Por lo tanto, el análisis de estos datos entrega un panorama general de lo que está ocurriendo en la división, frente a la que se pueden aplicar medidas correctivas, pero no apunta hacia la predicción real de incidentes.

- **Enriquecer modelo de datos con otras variables**

Relacionado a lo que se menciona en el punto anterior, un gran avance en la seguridad en minería sería el tener la capacidad de predecir incidentes. Esto solo sería posible si se tienen registros de datos acerca de variables predictivas, es decir, información acerca del contexto y de la persona previo al momento del incidente.

Por ejemplo, monitorear constantemente comportamientos de las personas, datos sobre la salud o el estado físico de los trabajadores, comportamientos o patrones en los distintos equipos de trabajo.

La idea principal es el tener registro de datos de este tipo que podrían ser influyentes en el cómo y por qué se producen algunos incidentes.

- **Modelos predictivos**

Los modelos predictivos son un grupo de técnicas que, mediante el aprendizaje automático, la recolección de datos históricos y el reconocimiento de patrones, pretende dar una predicción de resultados futuros.

Esto es algo que ya se utiliza mucho en otros ámbitos de negocios y que sería innovador en la accidentabilidad en minería. Existen muchas herramientas que han sido validadas y comprobadas de su funcionamiento, por lo que no es una locura pensar que se podría aplicar a este caso.

Para esto es necesario mucho registro de datos, un gran historial, y no solo datos descriptivos de los incidentes que ya han ocurrido, sino que, como se menciona en el punto anterior, también de variables que se puedan medir constantemente, para analizar el comportamiento de estas previo al momento del incidente.

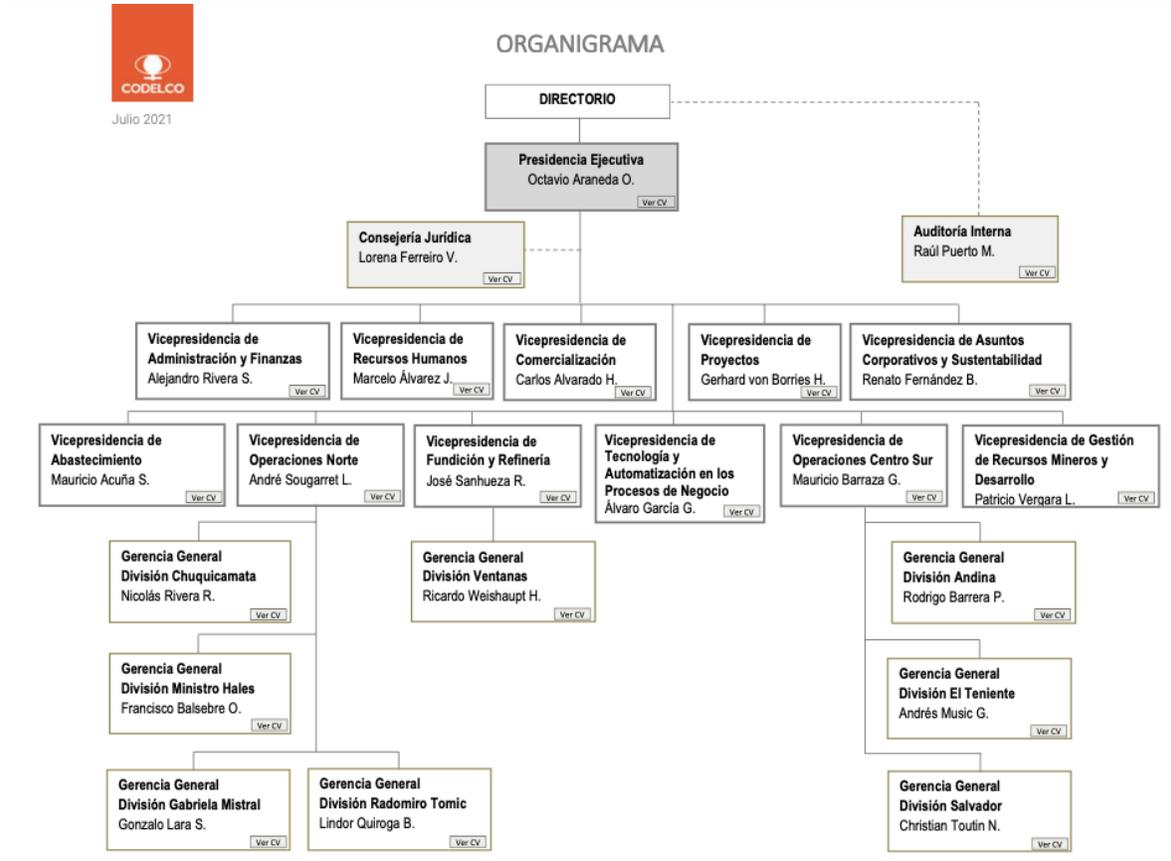
10 BIBLIOGRAFÍA

1. Resolución de Calificación Ambiental RCA [en línea] <<https://www.grn.cl/permiso-ambiental-sectorial-pas/permiso-ambiental/resolucion-de-calificacion-ambiental-rca.html>> [consulta: 05 noviembre 2021]
2. Decreto Supremo N°549 [en línea] <<https://www.ist.cl/wp-content/uploads/2016/12/siliceDECRETO-SUPREMO-N°-594-actualizado.pdf>> [consulta: 05 noviembre 2021]
3. Desempeño Organizacional Codelco 2021 [en línea] <https://www.codelco.com/codelco-genera-us-3-675-millones-de-excedentes-casi-diez-veces-mas-que/prontus_codelco/2021-07-30/103606.html> [consulta: 03 noviembre 2021]
4. Reglamento Especial de Empresas Contratistas y Subcontratistas (RESSO) [en línea] <https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20110719/asocfile/20110719102746/resso.pdf> [consulta: 06 noviembre 2021]
5. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SIGO)
6. Memoria Codelco 2020 [en línea] <https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20210303/asocfile/20210303145827/memoria2020_codelco.pdf> [consulta: 03 noviembre 2021]
7. Rediseño de procesos mediante el uso de patrones, Oscar Barros. [en línea] <https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Barros-2/publication/271515288_Rediseno_de_procesos_mediante_el_uso_de_patrones/links/54ca5d69cf22f98631af669/Rediseno-de-procesos-mediante-el-uso-de-patrones.pdf> [consulta: 03 noviembre 2021]
8. The Definitive Guide to Business Intelligence, BetterBuys. [en línea] <<https://www.betterbuys.com/wp-content/uploads/2015/05/The-Definitive-Guide-to-Business-Intelligence.pdf>> [consulta: 01 diciembre 2021]

9. ISO 27001: Seguridad de la Información. [en línea] <<https://www.normas-iso.com/iso-27001/>> [consulta: 10 julio 2022]
10. ISO 31000: Gestión de Riesgos. [en línea] <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>> [consulta: 10 julio 2022]
11. ISO 45001: Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. [en línea] <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>> [consulta: 10 julio 2022]
12. SIGO-P-003 Gestión de Incidentes v4
13. Estadísticas de la Seguridad Social 2021, SUSESO. [en línea] <<https://www.suseso.cl/607/w3-propertyvalue-10362.html>> [consulta: 10 julio 2022]
14. Accidentabilidad Minería 2021, SERNAGEOMIN. [en línea] <<https://www.sernageomin.cl/accidentabilidad-minera/>> [consulta: 10 julio 2022]
15. Anuario de la Minería de Chile 2021, SERNAGEOMIN. [en línea] <<https://www.sernageomin.cl/anuario-de-la-mineria-de-chile/>> [consulta: 10 julio 2022]

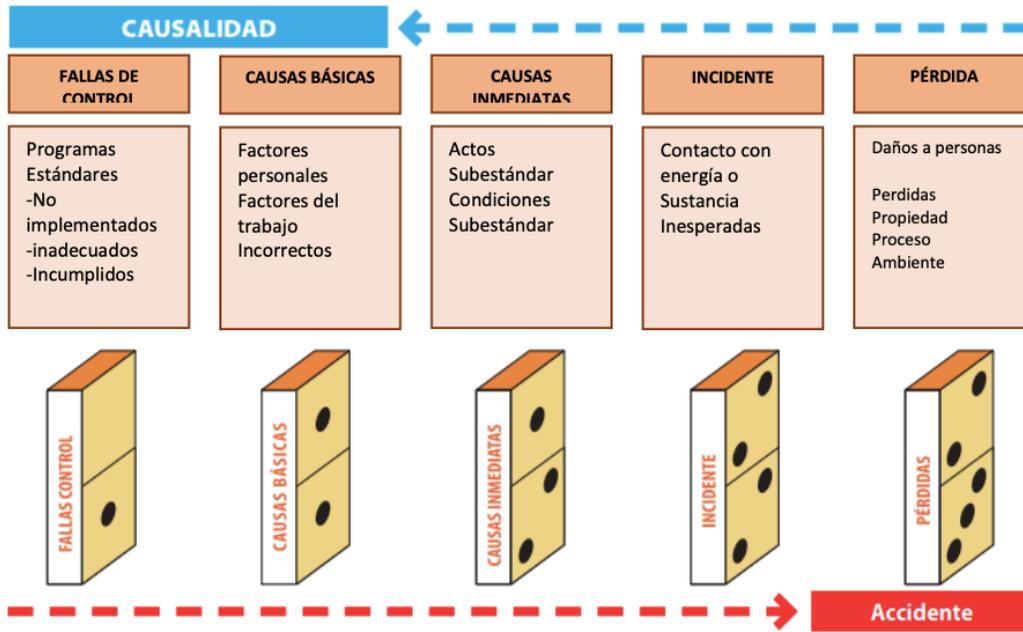
11 ANEXOS

ANEXO A



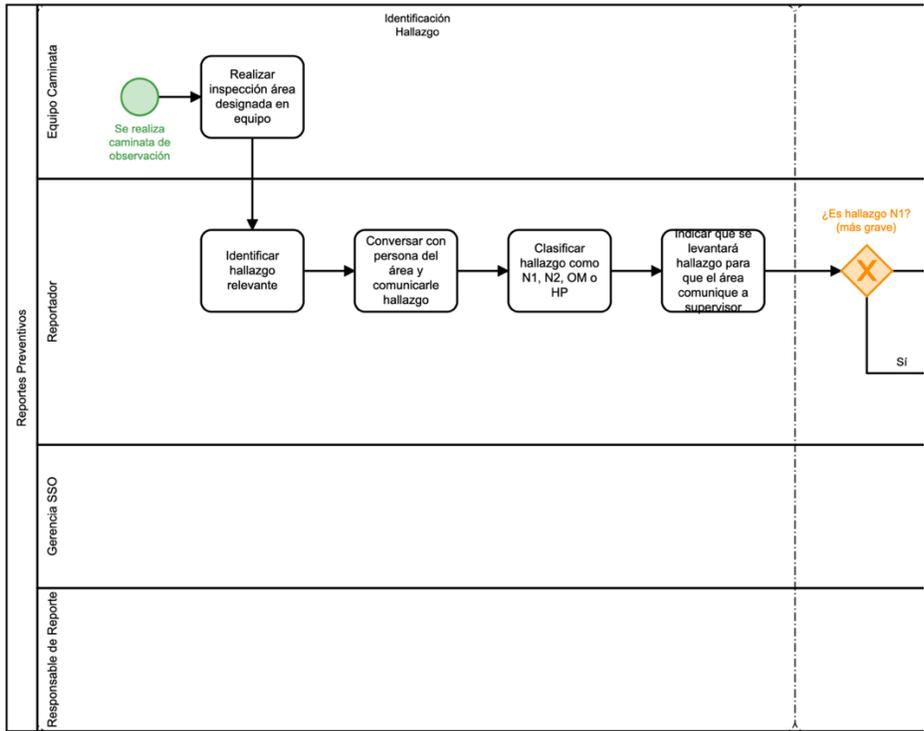
Anexo A.1. Organigrama de la corporación

ANEXO B

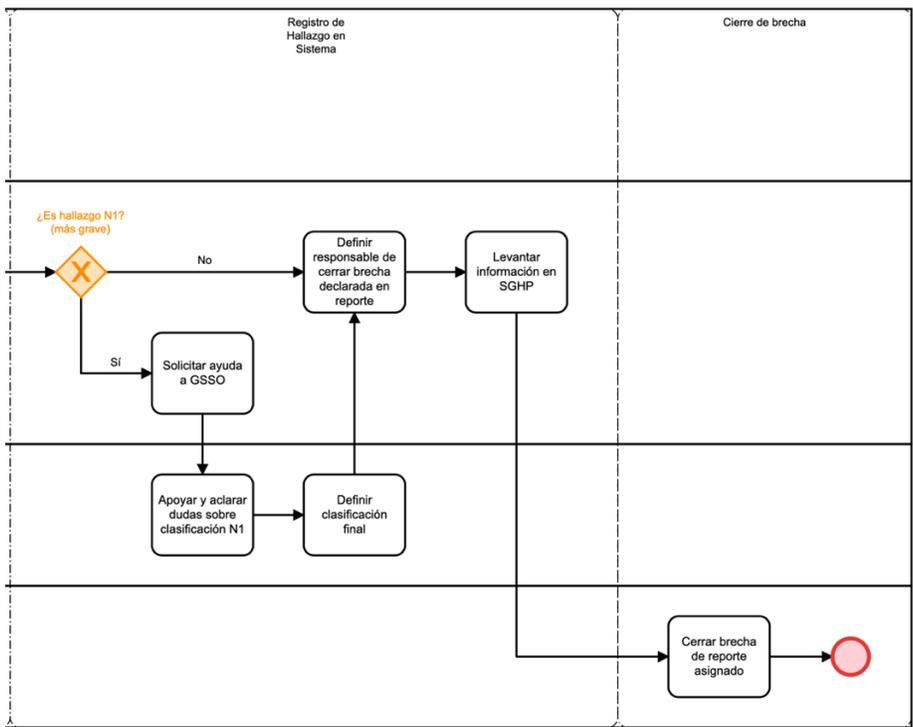


Anexo B.1. Diagrama de causalidad “Dominó”

ANEXO C



Anexo C.1. Diagrama BPMN Situación Actual Subproceso Reportes Preventivos (Parte 1)



Anexo C.1. Diagrama BPMN Situación Actual Subproceso Reportes Preventivos (Parte 2)

Lista de Rso Creados

Filtros de Búsqueda

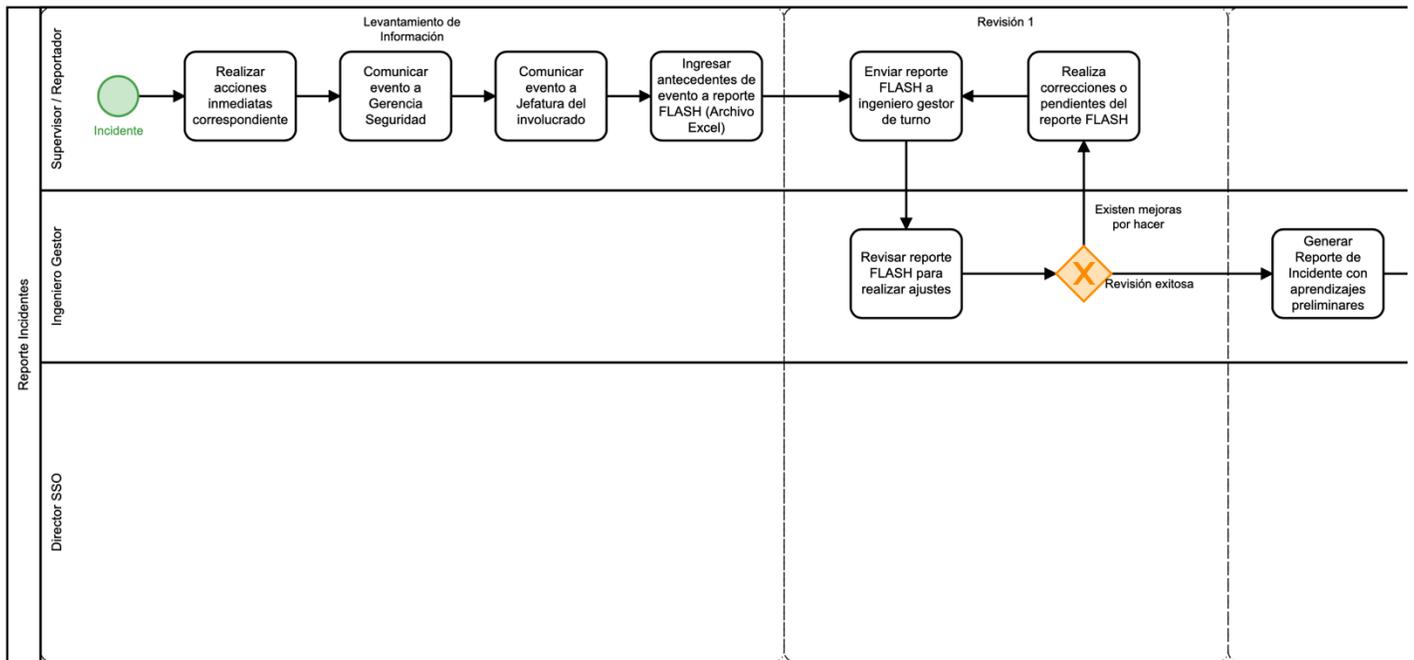
Codeico
 EE.CC
 Todos

División Ministro Hales | Seleccione Gerencia... | Seleccione Superintendencia | Seleccione Area | Seleccione SubUnidad

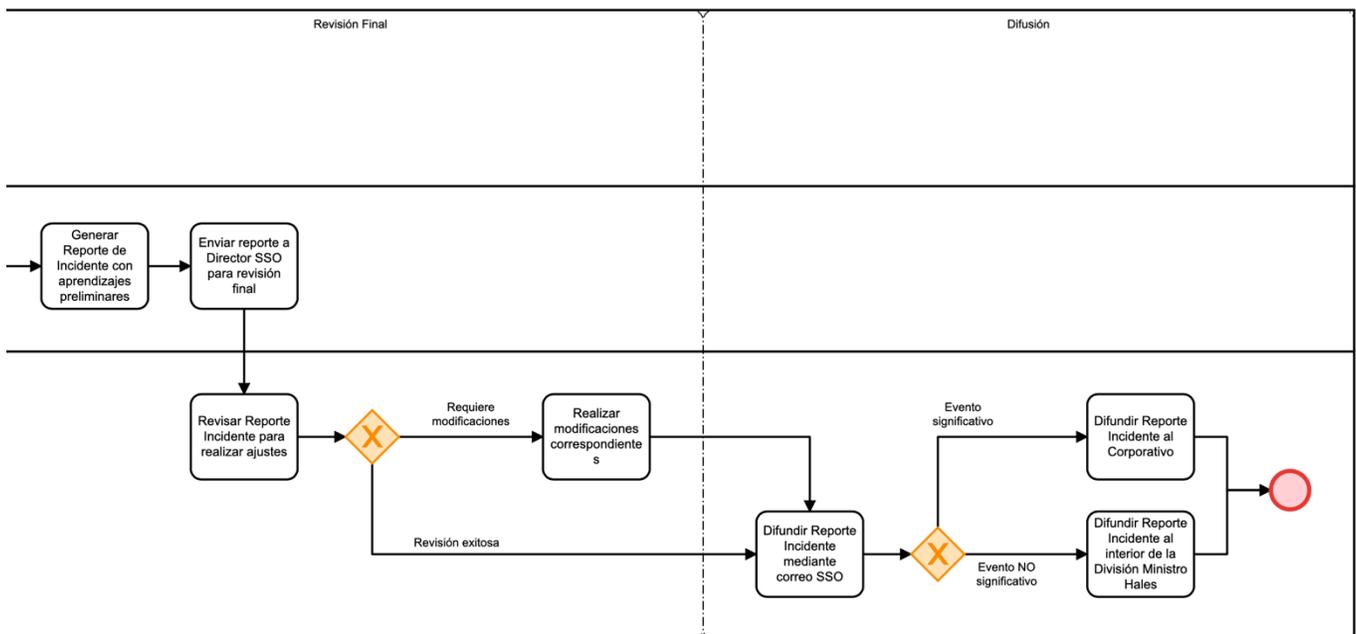
ID RSO: | Causal: Selecionar Causal | Nivel: Nivel 1 | Fecha desde: 01/11/2021 | Fecha Hasta: 07/12/2021 | **BUSCAR**

ID	Estado	Tipo	Causal	Organización	Fecha Hallazgo	Sap Informante	Informante	SAP Reponsable	Responsable
1966297	Cerrado	Seguridad	Condición	Gerencia de Mina	05/11/2021	300032	RAUL ALEXIS BARRAZA CASTRO	300032	RAUL ALEXIS BARRAZA CASTRO
1967545	Cerrado	Seguridad	Condición	BASALTO DRILLING	06/11/2021	300032	RAUL ALEXIS BARRAZA CASTRO	300032	RAUL ALEXIS BARRAZA CASTRO
1970039	Cerrado	Seguridad	Acción	CONSTRUCTORA CERRO NEVADO S.A	09/11/2021	64748	GONZALO OLIVER RAYMONDI	37630	PEDRO JOSE SANTELICES OYARCE
1970103	Cerrado	Seguridad	Condición	Finning Chile S.A- Ctto. N°4600009584 (Palas)	09/11/2021	59644	ALBERTO SENDO JARA CERDA	59644	ALBERTO SENDO JARA CERDA
1970677	Cerrado	Seguridad	Acción	EXSA CHILE SPA Contrato N° 4600016347	10/11/2021	63738	ROBERTO CISTERNAS ALISTE	7957374	JOSE LUIS ORTEGA HORMAZABAL
1971137	Cerrado fuera de plazo	Seguridad	Condición	EXSA CHILE SPA Contrato N° 4600016347	09/11/2021	59636	JAIME RODRIGO VASQUEZ PIZARRO	11510137	JOSE LUIS MEDINA GODOY

Anexo C.2. Tabla de Información entregada por plataforma SGHP



Anexo C.3. Diagrama BPMN Situación Actual Subproceso Reporte de Incidentes (Parte 1)



Anexo C.3. Diagrama BPMN Situación Actual Subproceso Reporte de Incidentes (Parte 2)

REPORTE INMEDIATO DE INCIDENTES

FECHA REPORTE

Antecedentes de Empresa

Codelco DMH	<input type="checkbox"/>	Empresa Contratista	<input type="checkbox"/>	Empresa Subcontratista	<input type="checkbox"/>
-------------	--------------------------	---------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------

EMPRESA INVOLUCRADA

 (En caso de ser empresa subcontratista)
 NOMBRE EMPRESA PRINCIPAL

 N° CONTRATO
 ASOCIADO

SUPERVISOR ENCARGADO DE TURNO

FONDO

ADM CTTO. CODELCO

SE DIO AVISO

SI

NO

ADM CTTO. EE.CC.

FONDO

Clasificación del Evento

Reporte Nivel 1	<input type="checkbox"/>	Reporte Nivel 2	<input type="checkbox"/>	Incidente de Alto Potencial	<input type="checkbox"/>
Cuasi Accidente	<input type="checkbox"/>	Daño Material o a la propiedad	<input type="checkbox"/>	Falla Operacional	<input type="checkbox"/>
Con tiempo Perdido	<input type="checkbox"/>	Sin Tiempo Perdido	<input type="checkbox"/>	Trayecto	<input type="checkbox"/>

Antecedentes de Persona Afectada

NOMBRE

RUT

CARGO

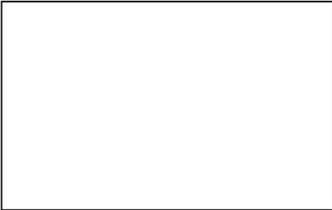
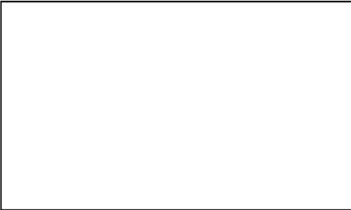
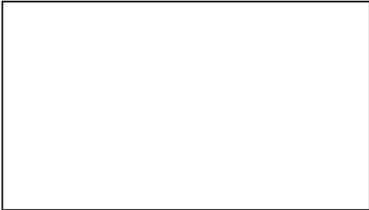
EDAD

PARTE DEL CUERPO EFECTADA

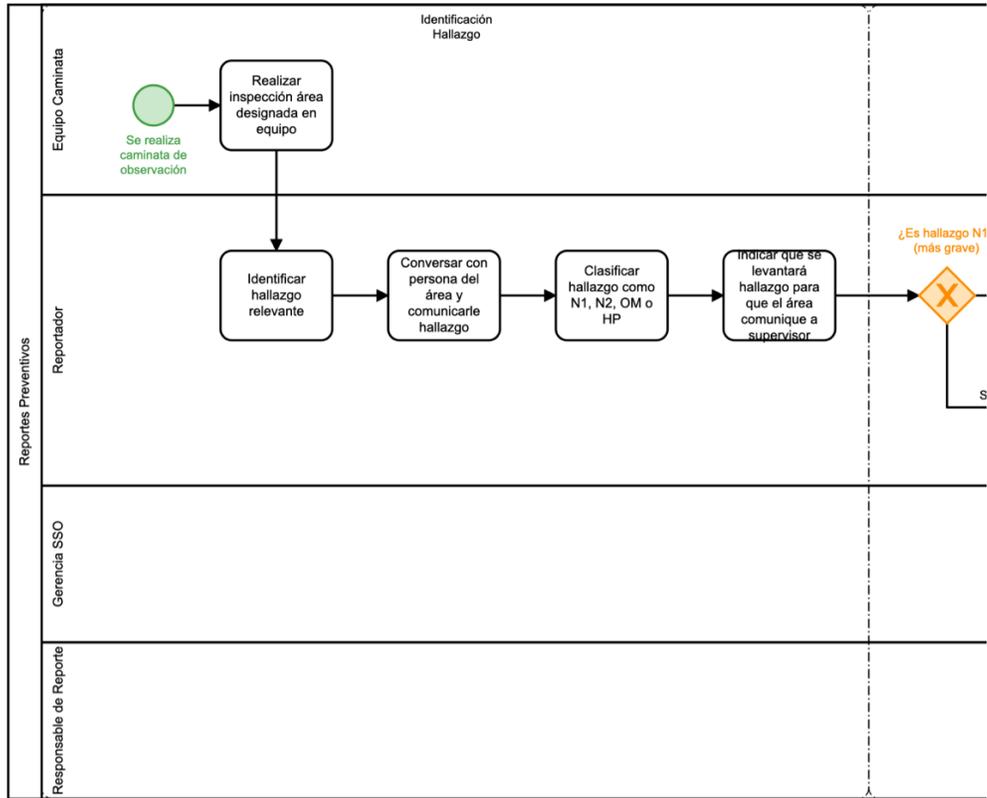
EXPERIENCIA EN EL CARGO (Meses)

EXPERIENCIA EN MINERIA (Meses)

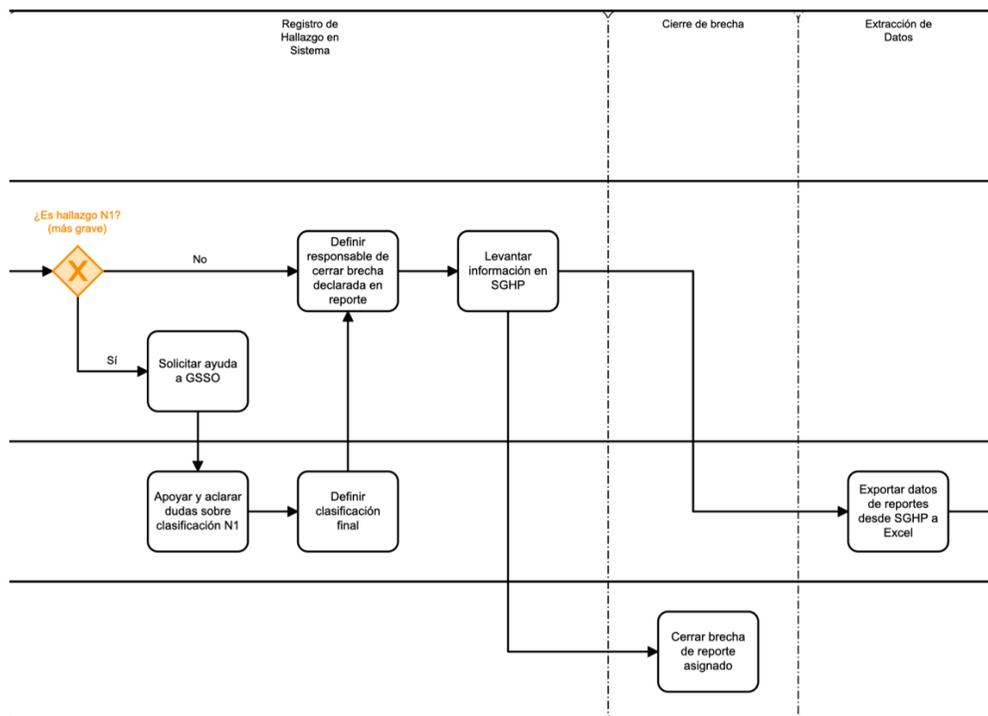
Anexo C.4. Reporte Flash de Incidentes (Parte 1)

Antecedentes de Evento		
DIA DE EVENTO		HORA
LUGAR EXACTO		
DESCRIPCIÓN EVENTO		
IMAGEN REPRESENTATIVA		
		
General del lugar	Especifica del lugar	Daño Persona (representativa)
ACCIONES INMEDIATAS		
Traslado a SPM <input type="checkbox"/>	Aviso a Jefatura Codelco <input type="checkbox"/>	Aviso a Jefatura EECC <input type="checkbox"/>
	Nombre	Nombre
Aviso Gerencia de Seguridad <input type="checkbox"/>	Detención o segregación <input type="checkbox"/>	Declaración Involucrados / Testigos <input type="checkbox"/>
Nombre		
Antecedentes Persona que Reporta		
PERSONA QUE INFORMA		FONO
APRENDIZAJE (USO GSSO)		
DESCRIPCIÓN DE APRENDIZAJES TRANSVERSALES A DMH		

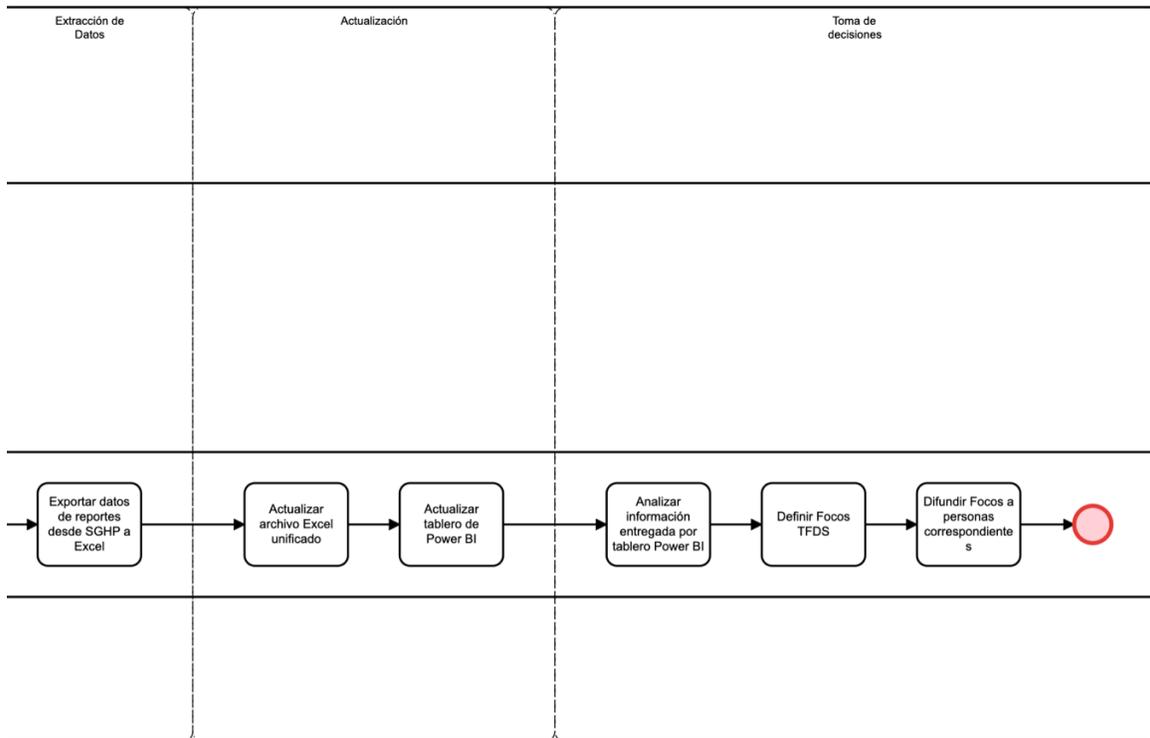
Anexo C.4. Reporte Flash de Incidentes (Parte 2)



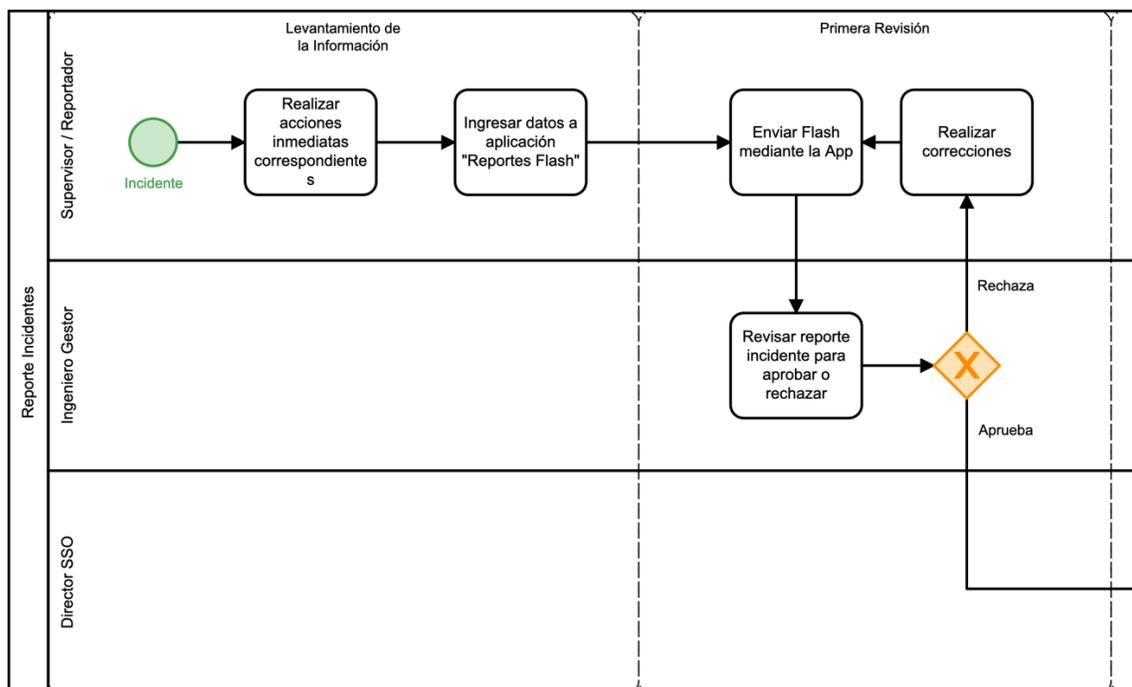
Anexo C.5. Diagrama BPMN Rediseño Subproceso Reportes Preventivos (Parte 1)



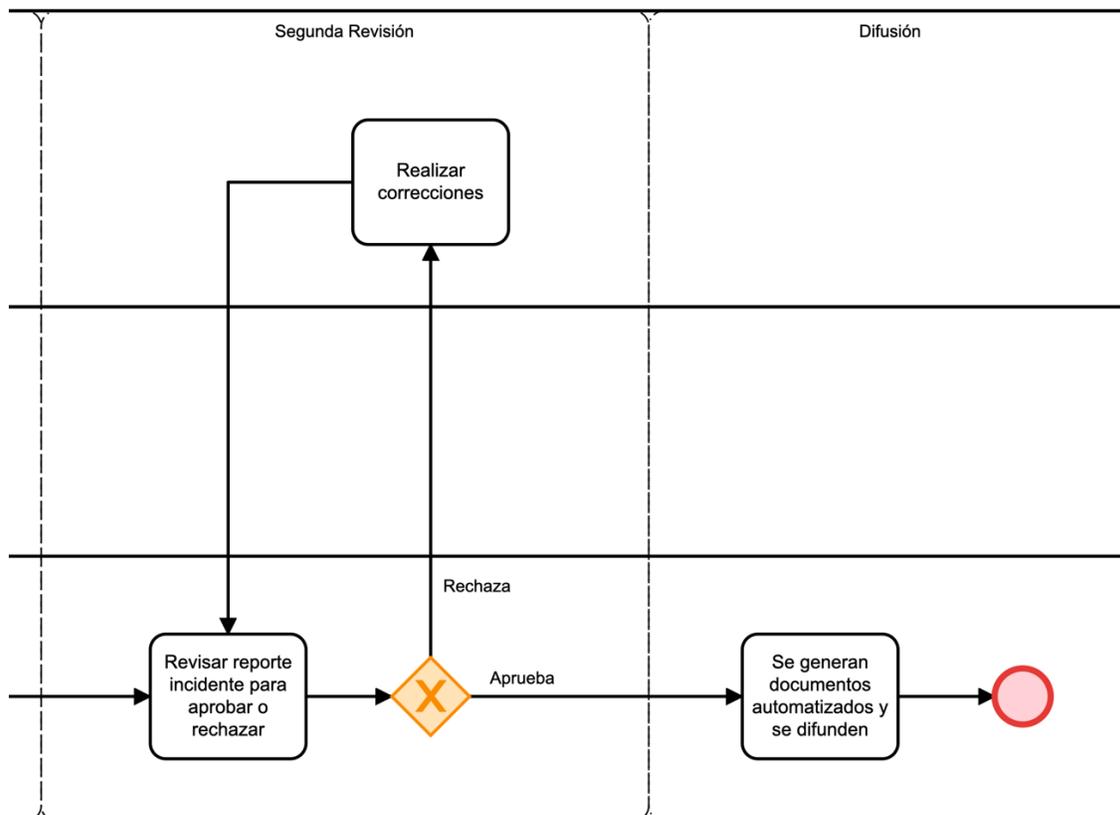
Anexo C.5. Diagrama BPMN Rediseño Subproceso Reportes Preventivos (Parte 2)



Anexo C.5. Diagrama BPMN Rediseño Subproceso Reportes Preventivos (Parte 3)



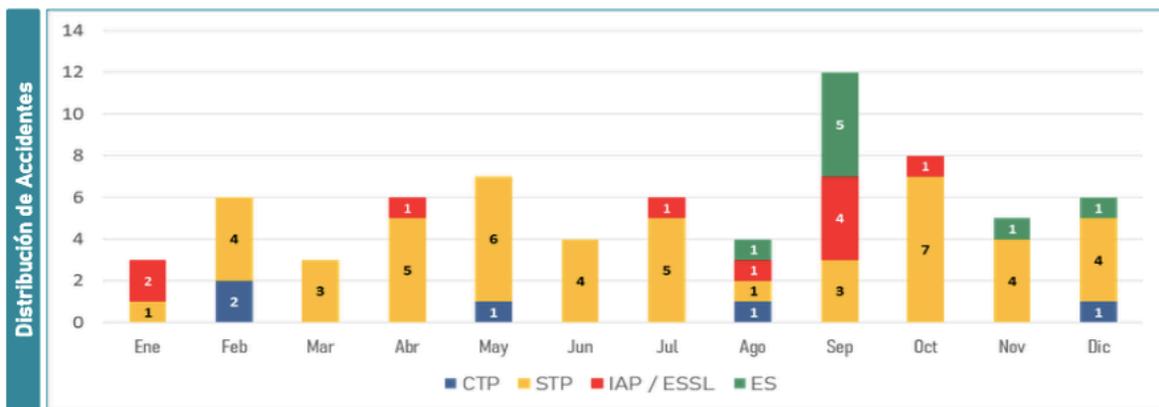
Anexo C.6. Diagrama BPMN Rediseño Subproceso Reporte de Incidentes (Parte 1)



Anexo C.6. Diagrama BPMN Rediseño Subproceso Reporte de Incidentes (Parte 2)

Nº Evaluación	Fecha	Descripción Breve	Estimación Pérdidas (USD)	Gastos Operaciones y/o mantenimiento (USD)	Total Pérdidas (USD)
Caso piloto	21-11-18	A las 14:15 horas, se produce trip por 51N (sobrecorriente) y 59N (sobrevoltaje) en interruptor 52E07 M.Bolas 1. Posteriormente, a las 14:31 hrs, se cierra interruptor 52E07 desde Sala de Control COR, produciéndose la explosión de la mufa y parte de la aislación primaria y secundaria del Transformador.	\$3.506.648	\$224.662	\$3.731.310
43	01-05-19	Paralización de operaciones del complejo de tostación durante el mes de Febrero 2019, a causa de obstrucciones detectadas en distintas unidades de proceso de la Planta de Limpieza de Gases y Planta de Ácido del Complejo de Tostación. Se adiciona impacto en Concentradora por cambio de plan asociado a generar concentrados bajo arsénico.	\$10.037.210	\$277.000	\$10.314.210
80	01-05-19	Filtración de agua en casete enfriador de calcaña n°1. Manifold roto enfriador 02.	\$1.644.166	\$0	\$1.644.166
113	25-03-19	Se produce extensión de la mantención programada en el complejo tostación, producto de retraso en cambio de cinta de correa tubular CTR-002.	\$2.617.069	\$2.311	\$2.619.380
-	25-03-19	Extensión mantenimiento Chancado/Concentradora	\$2.510.910	\$0	\$2.510.910
Evento climático	21-11-18	Pérdidas asociadas a evento climático ocurrido el día Jueves 07 febrero	\$1.606.474	\$0	\$1.606.474
34	25-03-19	Durante inspección de campos precipitador electrostático seco durante mantenimiento del mes de Enero 2019, se detecta el colapso estructural del campo 1	\$8.799.979	\$0	\$8.799.979
42	21-11-18	Por condiciones de alto torque al intentar subir rastra de espesador de relave 2, se cortan los 62 pernos instalados entre el drive y la rastra. Esta condición genero dejar fuera de servicio el espesador y bajar tratamiento a molino SAG.	\$5.279.186	\$1.067	\$5.280.253
70	21-11-18	Para este evento se distinguen dos periodos: en el primero de ellos, entre el 18 y 24 de marzo, la planta recibió mineral con ley inferior a lo planificado, paralelamente el tratamiento fue menor a lo proyectado, en conformidad a la modificación de límite de torque para la operación de los espesadores de relave; estos factores son los que en mayor medida repercutieron sobre la disminución de Cu fino filtrado. En el segundo periodo comprendido entre el 25 y 31 de marzo, el factor que causó mayor impacto sobre el Cu fino filtrado fue la disminución en el tratamiento por la razón previamente expuesta.	\$3.670.036	\$0	\$3.670.036
91	05-06-19	El día 30 de Abril en turno A tornillo 5140-EDP-14, asociado a ciclón primario línea 1, se traba el eje del tornillo sin fin contando los pernos de la base. El evento de detención se extiende por 26,88 horas. El día 02 de Mayo se detiene horno de tostación por mantenimiento programado de 24 horas, sin embargo debido a atrasos en la ejecución de las actividades la detención se extiende por 8 horas adicionales.	\$558.646	\$0	\$558.646
92	05-06-19	El Domingo 03 de Mayo a las 16:48 horas se detiene el complejo de tostación en su totalidad por incidente de carácter grave acontecido en el área DOMO. La detención del complejo de tostación se mantiene por 55.4 horas por autosuspensión de faena.	\$1.145.912	\$0	\$1.145.912
			PROMEDIO	\$	3.807.389

Anexo C.7. Tabla Resumen Evaluación de Pérdidas



Anexo C.8. Incidentes 2021 (5 CTP, 47 STP, 10 ESSL, 8 ES = 70 TOTAL)