



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

**REDISEÑO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE RELEVO MINA EN LA
OPERACIÓN LOS BRONCES DE ANGLO AMERICAN**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
INDUSTRIAL**

DANIEL ABRAHAM VERGARA ARENAS

**PROFESOR GUÍA:
GERARDO DÍAZ RODENAS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
MANUEL DÍAZ ROMERO
ENRIQUE JOFRE ROJAS**

**SANTIAGO DE CHILE
ABRIL 2016**

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: DANIEL VERGARA ARENAS
FECHA: 19/04/2016

PROF. GUÍA: SR. GERARDO DIAZ RODENAS

REDISEÑO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE RELEVO MINA EN LA OPERACIÓN LOS BRONCES DE ANGLO AMERICAN

El sector minero en Chile y en particular Anglo American, ha tenido que enfrentar grandes desafíos en términos de competitividad y productividad. Sobre estos desafíos es muy importante trabajar, ya que las ventajas frente a la competencia, en el caso de producir un commodity, como el cobre, está dada principalmente por el buen manejo de los costos y la minimización de estos mismos, los cuales se correlacionan directamente con la productividad al interior de una Operación.

Este trabajo de Título, presenta el rediseño de procesos del evento con mayor oportunidad de mejora de productividad en la división Los Bronces actualmente -el procedimiento de relevo Mina-, con el fin de establecer un procedimiento único de relevo, que permita minimizar la caída del movimiento mina en los horarios almuerzo y con esto aumentar la productividad de la Operación. Para esto, lo primero que se realiza, metodológicamente, es una evaluación de la situación actual mediante la definición del proceso, para luego hacer un levantamiento de los procedimientos de relevo de cada uno de los cuatro grupos de trabajo que existen en la mina, a partir de observaciones en terreno y work-shops de trabajo con operadores de transporte de cada grupo. Mencionar también, que el alcance de esta memoria es hasta la propuesta de rediseño y estandarización de los procedimientos de relevo mina y en ningún caso engloba la implementación de esta propuesta. También señalar que el trabajo se enmarca en una metodología de resultados rápidos donde se evalúan resultados cada 100 días.

Finalmente, se propone como solución dos propuestas, cada una con un foco estratégico distinto. Una muy estática, enfocada en respetar el Convenio Colectivo de la Anglo American con los trabajadores y una segunda, con más foco en minimizar la cantidad de camiones detenidos en horario de relevo, siendo esta última la elegida por la compañía para ser ejecutada. Con esta se logra aumentar el KPI TPH relevo/TPH productivo de un 81,8% a un 86,9 % y lograr un movimiento adicional de material en los primeros 100 días de 569.000 toneladas, ambos valores por sobre la meta establecida de 85,7% y 300.000 toneladas extras.

A mis padres,

A mis hermanas,

A mi todody.

Agradecimientos

A mis padres, Abraham y Ana María, por el apoyo durante estos largos años y por esas eternas noches en vela,

A mis hermanas, Natalia y Javiera, por estar ahí distendiendo el ambiente en muchos momentos que todo se veía complicado,

A mis tatas, Nelly y Modesto, por siempre estar presentes durante todos estos años.

A mi polola, Ignacia, por ser un pilar incondicional en la última parte de mi carrera y por todo el apoyo y comprensión que siempre tuvo para con mis deberes de la Universidad.

A todos esos amigos de Bachillerato e Ingeniería que alegraron momentos desde el primer día de la Universidad e hicieron amenas todas esas largas noches de estudio.

A mi profesor guía, Gerardo Díaz, por todos los consejos que me dio durante toda la memoria en informes y presentaciones.

A Anglo American, por permitirme ser parte de su organización y realizar la memoria en sus dependencias, en particular la Gerencia de Business Improvement, quiénes siempre estuvieron dispuestos a ayudarme siempre que los necesité.

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción.....	1
2	Antecedentes Generales	
2.1	Anglo American.....	2
2.1.1	Operación Los Bronces.....	5
2.1.1.1	Gerencia de Business Improvement.....	6
3	Planteamiento del problema y justificación.....	6
4	Objetivos	
4.1	Objetivo general.....	14
4.2	Objetivos específicos.....	14
5	Marco Conceptual	
5.1	Rediseño de procesos.....	15
5.1.1	Procesos de negocios.....	15
5.1.2	Rediseño de procesos.....	15
5.2	Sistemas de Control de Gestión	
5.2.1	Sistema.....	16
5.2.2	Control.....	16
5.2.3	Sistemas de Control.....	16
5.2.4	Sistemas de Control de Gestión.....	16
5.3	Key Performance Indicator.....	17
5.4	Diagrama de Ishikawa.....	17
5.5	Diagrama de Pareto.....	18
6	Metodología	
6.1	Conceptualización del problema.....	19
6.1.1	Análisis de información.....	20
6.2	Línea base.....	20
6.3	Modelamiento de procesos.....	20
6.4	Validación de causas.....	20
6.4.1	Work shop inicial.....	21
6.5	Diagnóstico.....	21
6.6	Rediseño.....	21
6.6.1	Requerimientos.....	21
6.6.2	Capacidad.....	22
6.6.3	Rediseño.....	22
6.6.3.1	Taller de estandarización.....	22
6.6.3.2	Rediseño.....	22
6.6.4	Validación.....	22
6.7	Work shop validación de resultados.....	22
6.8	Resultados rápidos.....	22

7 Alcances.....	24
8 Levantamiento de información y diagnóstico de la situación actual	
8.1 Estrategia de la compañía.....	25
8.1.1 Estrategia de Anglo American PLC.....	25
8.1.2 Estrategia Unidad de Negocios de Cobre.....	27
8.1.2 Estrategia de la Operación Los Bronces.....	27
8.2 Productividad.....	28
8.2.1 Producción y dotación de la Operación.....	28
8.3 Procedimiento de relevo de transporte.....	30
8.4 Convenio Colectivo.....	31
8.5 Sistema de turnos.....	32
8.6 Infraestructura asociada a relevos.....	34
8.6.1 Estacionamientos.....	35
8.6.2 Mangas de relevo.....	35
8.6.3 Choqueras.....	35
8.7 Transporte GTS.....	35
8.8 Pérdidas económicas por camión detenido.....	36
8.9 Análisis por grupo de operadores.....	37
8.10 Diagnóstico post levantamiento situación actual.....	42
9 Rediseño de los procedimientos de relevo.....	45
9.1 Consideraciones.....	45
9.2 Características de un procedimiento único de relevo.....	47
9.3 Procedimientos de relevo actuales.....	47
9.4 Rediseño de los procedimientos de relevo.....	61
10 Resultados.....	62
11 Conclusiones.....	66
12 Bibliografía.....	68
13 Anexos.....	69

1. Introducción

Tener buenos indicadores de productividad para minimizar la magnitud de los costos, es una necesidad actual del sector minero en Chile. Por esto es que ha tenido que enfrentar grandes desafíos en términos de competitividad y productividad. La forma de hacer atractiva la minería en el país y atraer “nuevas inversiones” ha sido uno de ellos. La tarea es difícil si se consideran los altos costos de producción de cobre que se tiene en Chile, comparado con otros países mineros del mundo. Estos costos se asocian principalmente a la mano de obra, energía eléctrica y recursos hídricos principalmente. Considerar que la energía eléctrica representa un 20% de los costos de producción en la minería y que si a esto se suma la falta de proyectos de generación en el país, que puedan dar respuesta al crecimiento del sector y aumento de la demanda de energía, entonces el problema es aún mayor. En esta misma línea el agua es otro recurso muy costoso para la minería. Los altos costos del agua se deben principalmente a un factor clave como lo es la altura de los yacimientos. Finalmente, los otros desafíos se refieren a la escasez de trabajadores calificados y la manera de desarrollarse de manera sustentable.

En la siguiente memoria, para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial, se busca dar una solución a la situación antes planteada, mediante el “Rediseño de Procesos”, complementado con el Control de Gestión, principalmente de indicadores asociados a estos mismos procesos.

El trabajo se estructura de la siguiente manera; primer se definen los antecedentes generales de la compañía, para luego pasar a la justificación del problema, seguido de los objetivos, alcances, marco conceptual y metodología a usarse posteriormente en el desarrollo de este mismo.

En el desarrollo como tal, se realiza un levantamiento de los procesos de cada uno de los grupos de transporte de la mina, se modelan en el software Bizagi y se da un diagnóstico de la situación inicial del proyecto.

Luego, en base al diagnóstico, se elaboran dos propuestas de rediseño basadas en respetar el Convenio Colectivo de Anglo American con sus trabajadores y minimizar la cantidad de camiones detenidos en el horario de relevo. Finalmente, se muestra el impacto de la propuesta elegida al implementarse al interior de la mina y se respalda con números la eficiencia de esta. Señalar que todo lo antes propuesto, se enmarca dentro de una metodología de “Rapid Results”, una metodología que tiene como objetivo obtener resultados de un gran proyecto, en ciclos cortos de 100 días.

2. Antecedentes Generales

2.1. Anglo American

El grupo minero Anglo American es uno de los mayores grupos mineros en el mundo, tiene su sede en Londres, Reino Unido, cotiza en la bolsa de Londres y Johannesburgo y opera principalmente en África y Sudamérica, sin embargo tiene operación en los cinco continentes, es decir también cuenta con bases en Norteamérica, Europa, Asia y Australia, a parte de los antes mencionados, contando con una dotación del orden de 100.000 empleados de manera permanente en todas sus operaciones. Dentro de los activos mineros de alta calidad que explota se encuentra distintos grupos de metales, que van desde metales del grupo platino hasta el cobre, pasando también por diamantes, mineral de hierro, carbón (térmico y metalúrgico) y níquel. Finalmente, para tener una dimensión, se tiene que el beneficio logrado por la compañía el año 2013 fue de US\$6.600 millones, logrando un crecimiento de un 6% respecto al año 2012, siendo el hierro y el cobre los metales que más aportaron en este beneficio.

Las operaciones de Anglo American en Chile se remontan al año 1980, donde adquiere en primera instancia un porcentaje de la Empresa Minea Mantos Blancos S.A., la que tenía su yacimiento, en la II Región de Antofagasta, del mismo nombre que la empresa, Mantos Blancos, empresa de la cual se convertiría en el socio mayoritario a mediados de la década de los 80's. Posteriormente entre 1988 y comienzos de la década del 90's, Anglo American compra el yacimiento Mantoverde, sobre el cual tenía una opción de compra que hace efectiva en este período, pasando a ser parte de la Empresa Minera Mantos Blancos S.A.. Luego, el año 1996, Anglo American adquiere un 44% de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. Después, el año 2000, aumenta su participación en la propiedad de la Empresa Minera Mantos Blancos S.A. alcanzando un 99,97% de participación, siendo hoy lo que se conoce como Anglo American Norte S.A. Ya en el año 2002, Anglo American adquiere la Compañía Minera Disputada de Las Condes, lo que hoy es Anglo American Sur S.A., integrando a sus operaciones las divisiones "El Soldado", "Chagres" y "Los Bronces", sobre las cuales la empresa llevaría a cabo importantes proyectos.. Finalmente otro hito a destacar es lo que ocurre el año 2012, donde después de una disputa por una opción de compra-venta con CODELCO, de las operaciones de Anglo American Sur S.A, Anglo American llega a acuerdo y termina vendiendo el 29,5 % a la empresa conjunta compuesta por CODELCO y Mitsui y vendiendo otro 20,4% a Mitsubishi, quedándose así con el 50,1% de la Compañía Anglo American Sur S.A. De esta forma, con las anteriores operaciones mencionadas, más una oficina corporativa en Santiago, se componen Anglo American Chile, con un número de trabajadores del orden de 10.800 entre trabajadores propios y contratistas [1].

A continuación en la ilustración 1, se muestra la distribución geográfica de las operaciones productivas, antes mencionadas, de Anglo American Chile.

Ilustración 1: Distribución geográfica de las operaciones de Anglo American en Chile



Fuente: Elaboración propia

En líneas de organización, Anglo American presenta una estructura organizacional basada en Unidades de Negocio y en el caso particular de Anglo American Chile, esta se encuentra bajo la unidad de negocios de Cobre (Anglo American Cobre). Esta unidad de negocios de Cobre posee también otras operaciones e inversiones, que son las que se pueden observar en el siguiente cuadro.

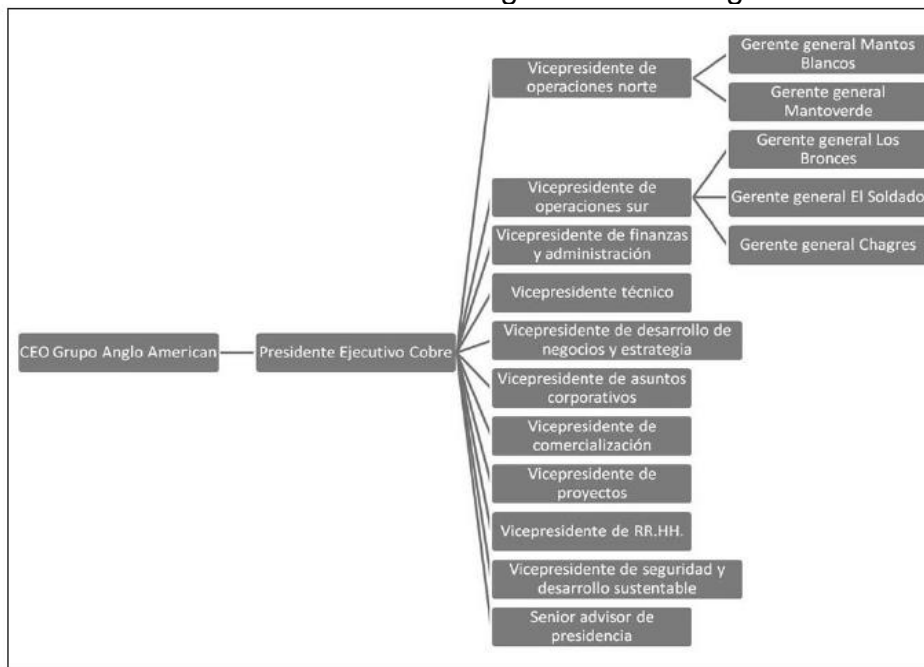
Cuadro 1: Operaciones de Anglo American Cobre y porcentaje de participación

Filial	Inversiones en Holdings	Operación	Porcentaje de Participación
Anglo American Chile	Anglo American Sur	Los Bronces	50,1%
		El Soldado	50,1%
		Chagres	50,1%
	Anglo American Norte	Mantos Blancos	100%
		Mantoverde	100%
	Collahuasi	Collahuasi	44%
Anglo American Perú	Anglo American Perú	Lima	100%
		Michiquillay	100%
		Quellaveco	100%
Anglo American	Pebble	Pebble	50%

Fuente: Elaboración propia basada en memoria anual 2013

Con respecto a Anglo American Chile y su organigrama, se tiene el CEO del Grupo Anglo American, luego el Presidente Ejecutivo de Cobre y debajo de él están los Vicepresidentes a cargo de zonas geográficas, quienes son reportados por los Gerentes generales de cada operación. En la ilustración siguiente se muestra lo antes descrito [2].

Ilustración 2: Estructura Organizacional Anglo American Chile (Cobre)



Fuente: Elaboración propia, en base a organigrama Compañía

Como se observa, dentro de las operaciones correspondientes a la zona sur se encuentra la Operación Los Bronces, la cual tuvo un 37% de participación el año 2013, en la producción total de cobre fino explotado en Anglo American Chile.

2.1.1. Operación Los Bronces

El trabajo se desarrolla en la Operación Los Bronces, la cual se ubica en la Región Metropolitana a 65 kilómetros de Santiago, perteneciendo a la comuna de Lo Barnechea, y a 3.500 metros sobre el nivel del mar. Los Bronces es una mina a rajo abierto y se trata de la mina de cobre más importante para Anglo American. Representa el 54% de la producción total de cobre de la compañía a nivel mundial.

Respecto a la operación como tal, se tiene que el proceso productivo del mineral al interior de la mina para la producción de cobre, a grandes rasgos, en la operación Los Bronces, comienza con un trabajo de geología y exploración, previo a la explotación, en donde a través de diversos métodos se logra localizar el yacimiento de interés, con sus dimensiones, leyes del mineral y profundidad.

Posteriormente el proceso de producción prosigue con la etapa de perforación y tronadura. Luego de que la roca ha sido tronada se procede a la etapa de carguío y transporte. Este proceso consiste en separar la roca que contiene mineral del estéril (sin mineral), para luego ser transportados a la planta o a los botaderos respectivamente.

Después la roca con mineral de interés que ha sido transportada hasta la planta pasa a continuación por el proceso de chancado. Este consiste en extender la conminución de la roca obteniendo partículas de menor tamaño a través de movimientos vibratorios del chancador.

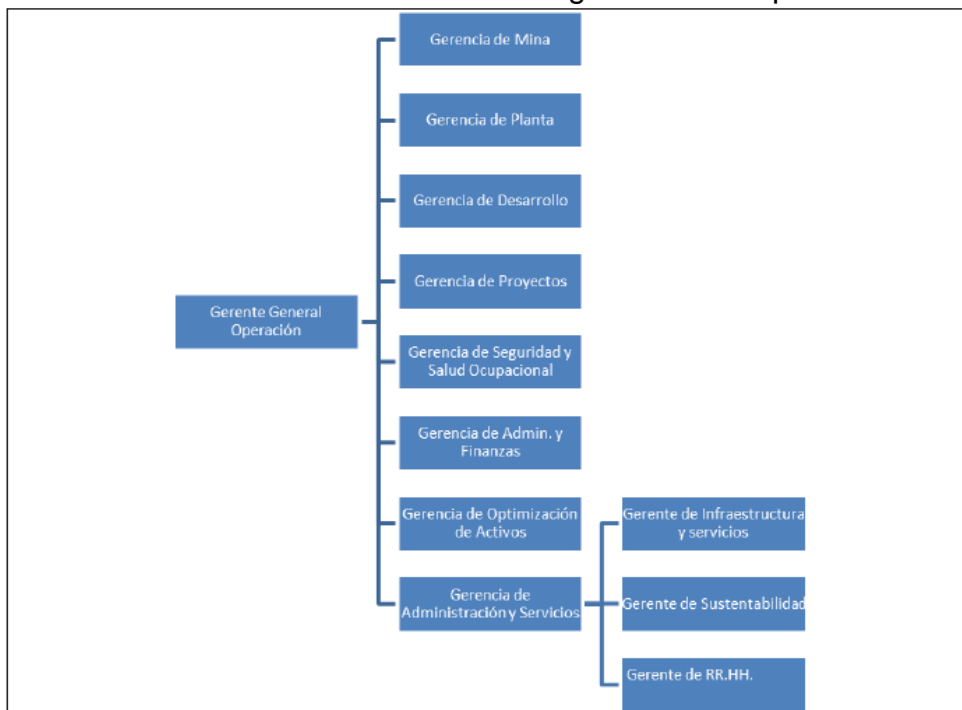
Luego, para continuar con la conminución de la roca se procede a la molienda. En esta etapa se recibe el mineral desde las correas transportadoras y luego es introducido a los molinos o equipos giratorios. Para el caso de Los Bronces, el mineral molido es enviado a través de un minero ducto de 56 kilómetros de largo hasta la planta Las Tórtolas.

El siguiente proceso es el de flotación que consiste en adherir químicos que cambian las propiedades hidrofóbicas del mineral. Esto se realiza en unas "piscinas" llamadas celdas de flotación. Con este método se logra separar el mineral deseado del no deseado. El mineral de interés queda en la superficie y es conocido como concentrado de cobre, el cual tiene una pureza del orden de 25-30%, en cambio el mineral no deseado es decantado en el fondo. Posterior a la flotación, el concentrado es filtrado para reducir la humedad a un 9%.

Finalmente según el modelo de negocio de la empresa o según el tipo de demanda de los clientes, el concentrado de cobre puede ser comercializado o enviado a la fundición Chagres para obtener cátodos de cobre con una pureza del 99,99%.

Para finalizar en materia de La Operación Los Bronces, respecto a la organización, se puede observar en la Ilustración 3 se puede observar la estructura organizacional, donde dentro de las gerencias, se encuentran la Gerencia de Business Improvement, dedicada a la optimización de activos, que le reporta al Gerente General de Los Bronces, el señor Cristian Thile y al Vicepresidente Corporativo de Business Improvement de la Unidad de Cobre, el señor Rodrigo Subiabre. Señalar que es en esta área en donde se realiza el trabajo de título.

Ilustración 3: Estructura organizacional operación Los Bronces



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.1. Gerencia de Business Improvement

La Gerencia de Optimización de Activos de Los Bronces tiene como objetivo otorgar un enfoque estructurado para optimizar las operaciones del negocio mediante la identificación, definición, planificación e implementación de

iniciativas que generen mejoras potenciales de valor significativo en los activos de la compañía, desde incrementar la productividad, o aumentando la eficiencia y la optimización en el gasto de capital. Para esto, la gerencia debe apoyar y participar en conjunto con las otras unidades de negocios, divisiones y procesos para compartir buenas prácticas y realizar benchmarking de optimización de activos para así alcanzar las metas de beneficios. Este enfoque en el caso de la unidad de negocios de cobre, ha dado beneficios sobre los US\$157 millones con las iniciativas de optimización de activos.

Para los objetivos que tiene la gerencia, esta debe hacer seguimiento del desempeño de unos indicadores relevantes a todos los procesos presentes en la operación. Estos indicadores son los Key Value Driver (KVD) y los Key Performance Indicators (KPI).

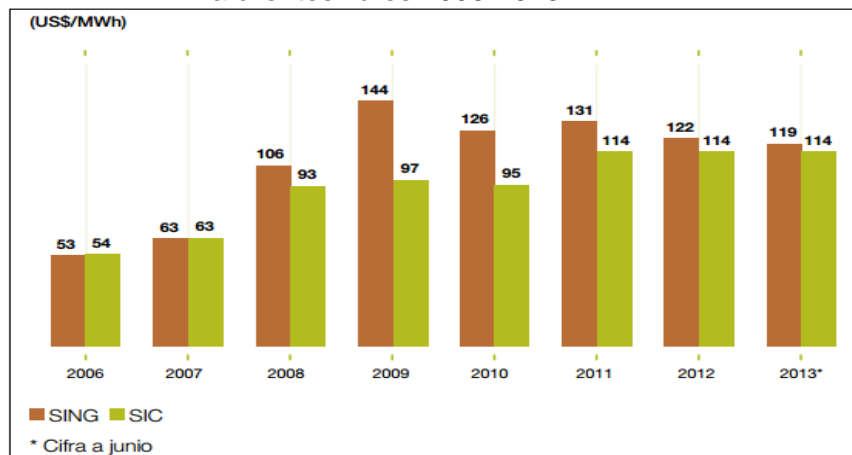
3. Planteamiento del problema y justificación

La gran minería chilena, en particular Anglo American, enfrenta desafíos importantes de **productividad**. Estos son:

- Energía Eléctrica

Chile tiene costos de energía eléctrica un 91% más alto que países como Colombia, Perú y México. A esto se suma que la energía eléctrica representa un 15-20% de los costos de producción de las mineras [3]. En la ilustración 4 se encuentra la tendencia de los costos de la energía eléctrica.

Ilustración 4: Precio medio de mercado de la energía eléctrica a clientes libres 2006-2013



Fuente: Consejo Minero, con datos CNE

Ver en la sección A de “Anexos” el aumento del consumo del sector minero los últimos años.

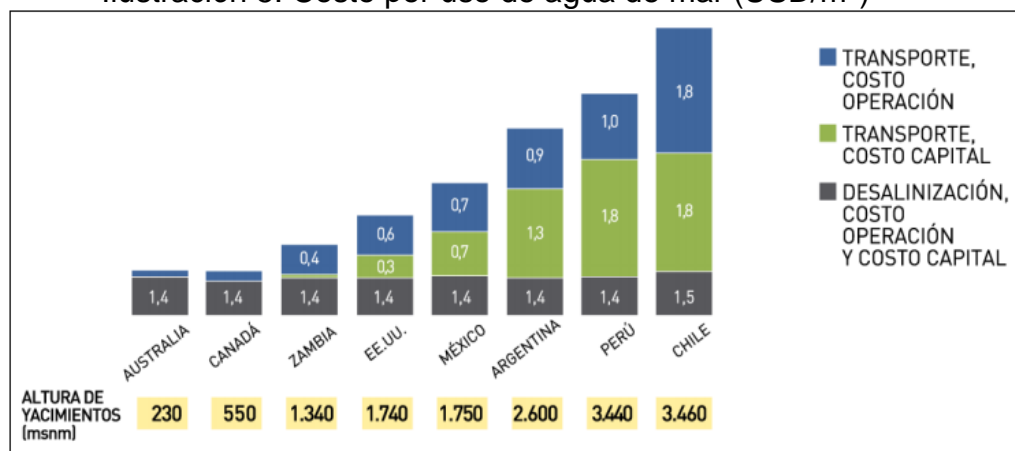
Ver en sección B de “Anexos, el detalle la proyección del consumo de energía eléctrica para la minería al año 2020.

- Recursos Hídricos

Los dos grandes problemas relacionados a recursos hídricos en la minería son la escasez de agua y los altos costos de transportar agua de mar.

Para enfrentar el problema de escasez, el uso de agua de mar es otro camino que está siguiendo la gran minería. Los costos de uso de agua de mar que enfrenta el país son altos comparado con el resto de países mineros [4]. En el gráfico de la Ilustración 5 se observa lo antes descrito.

Ilustración 5: Costo por uso de agua de mar (USD/m³)



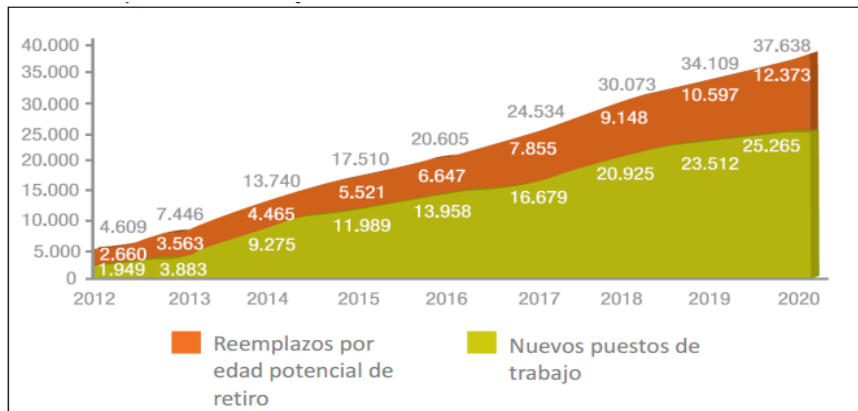
Fuente: Wood Mackenzie, CRU Group, Análisis McKinsey

Ver sección C de “Anexos” para ver la eficiencia del uso de agua en minería

- Capital humano calificado

En minería existe escasez de trabajadores calificados [5]. En la Ilustración 6 se observa un gráfico con el desglose de este aumento de la demanda de trabajadores, entre nuevos puestos de trabajo y reemplazos por edad potencial de retiro.

Ilustración 6: Demanda proyectada de trabajadores, 2012-2020



Fuente: Consejo Minero, con datos de Consejo de Competencias Mineras (Informe de la Fuerza laboral de la Gran Minería, 2012-2020)

Sin embargo, según datos presentados por el Consejo Minero en su presentación de “Minería 2020: Competitividad y Desarrollo”, el 44% de las carreras vinculadas a los perfiles mineros, la demanda supera a las vacantes de puestos de trabajo [6].

- Entorno social y medio ambiente

La minería en este ámbito tiene desafíos asociados principalmente a avanzar en términos de sustentabilidad, lo que implica producir minerales velando por un desempeño responsable en lo económico, social y ambiental para el beneficio de los distintos grupos interesados. Y uno de los principales grupos de interés para el sector minero en Chile, en su esfuerzo por avanzar en la sustentabilidad, son las **comunidades** [7].

- Permisos

En esta materia, el desafío que enfrenta la minería es, la demora y la burocracia que existe actualmente en los permisos. Esto es especialmente preocupante ya que un proyecto de gran magnitud involucra más de 500 permisos, lo que implica atrasos en los tiempos de desarrollo de proyectos, atrasos que se traducen en pérdidas de valor económico. A modo de referencia, un año de atraso en comenzar la operación puede significar hasta un 18% de menor valor económico, lo que eventualmente podría hacer el proyecto inviable [8].

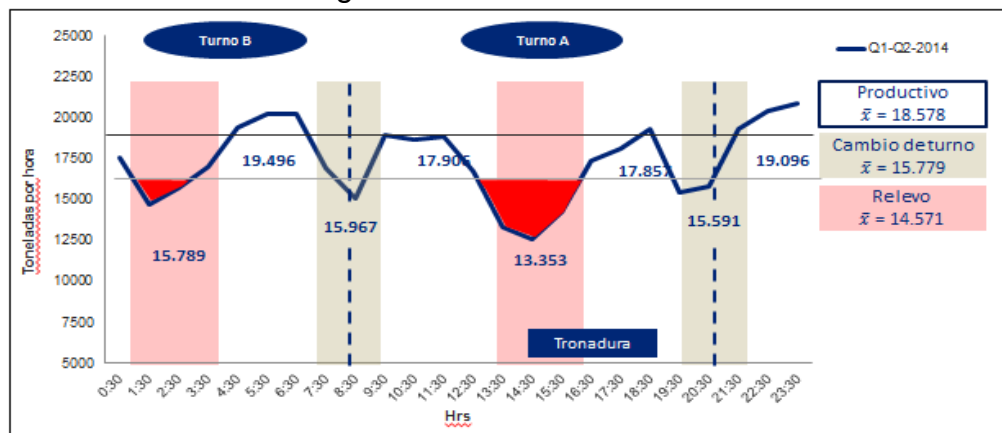
En el caso de la Operación Los Bronces, la productividad se mide según un KPI definido por el cociente entre las toneladas de cobre fino producido anualmente y el número de operadores en la faena (t Cu fino/ n° trabajadores),

es decir señala la cantidad de cobre fino producido al año por cada trabajador de la operación.

En términos de este indicador, el desempeño de la Operación no ha sido el esperado y las oportunidades que se presentan respecto a este tema son muy grandes y la compañía así lo entiende, por lo que su disposición a hacer frente a esta situación, ha pasado a ser el foco de los planes de acción del año 2014, más aún si se tienen presente los desafíos de productividad antes descritos que enfrenta la gran minería chilena. En particular se identifica el horario de relevo, correspondiente a las horas de colación, como el punto crítico, y por ende, el problema con mayores oportunidades de mejora en términos de material movido al interior de la mina.

A continuación, en la Ilustración 7, se puede observar lo anterior para La Operación Los Bronces, con los resultados promedio del primer y segundo trimestre del año 2014.

Ilustración 7: Productividad en términos de TPH, primer y segundo semestre año 2014



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dispatch

Esto es lo que se conoce como el “efecto gaviota”, término muy conocido en minería, ya que es un problema sin solución que afecta a muchas compañías mineras, grandes y pequeñas. Recibe este nombre debido a la forma del gráfico, que muestra las toneladas por hora (TPH) que mueven los camiones en la mina en un día laboral, conocido también como movimiento mina, en el cual se observa claramente una considerable caída de productividad en los horarios de relevo, tal como se señaló anteriormente. Así es como la gráfica toma entonces una forma sinusoidal, parecida a la forma de una gaviota.

En el gráfico se tienen tres zonas de distintos colores. Por una parte están las zonas rosadas que comprenden las horas afectadas por relevos en un día. Considerar un día como dos turnos de 12 horas (2 grupos de operadores trabajan

en un día). También se tienen zonas grises que indican las horas que se ven afectadas en productividad por el cambio de turno de operadores, que corresponde al relevo del equipo completo y finalmente las zonas blancas que aparecen, son las horas productivas que no se ven afectadas por temas de relevo ni cambios de turno. Es importante señalar que en un turno de trabajo de 12 horas, las horas afectadas por cambio de turno son la hora 1 y la hora 12, mientras que las que se ven afectadas por relevos son la hora 5, 6,7 y 8. El resto de las horas en efecto son las horas productivas y corresponden a las horas 2, 3, 4 y las horas 9,10 y 11. Como se observa en la gráfica, el TPH en horario productivo promedio de los dos trimestres es de 18.578 y se pueden observar caídas importantes en cambio de turno y en horario de relevo, siendo esta última causa la que presenta las bajas más importantes en productividad, con un TPH de 15.789 en el turno de noche (20:00 hrs-08:00hrs) y un TPH de 13.353 en el turno de día (08:00hrs-20:00hrs), promediando de esta forma un TPH en horario de relevo de 14.571, 21,5% más bajo que el TPH en horario productivo. De esta forma se define un KPI para medir el desempeño en términos de TPH durante un día de operación, que corresponde al cociente entre el TPH de relevo y el TPH productivo ((TPH relevo/TPH productivo) %) y en este caso en particular el KPI definido, dado los valores de TPH relevo y productivo antes mencionados, es de un 78,4%. Es así como esta brecha en la productividad se posiciona como el foco a resolver de la Operación y en particular de la Gerencia de Business Improvement.

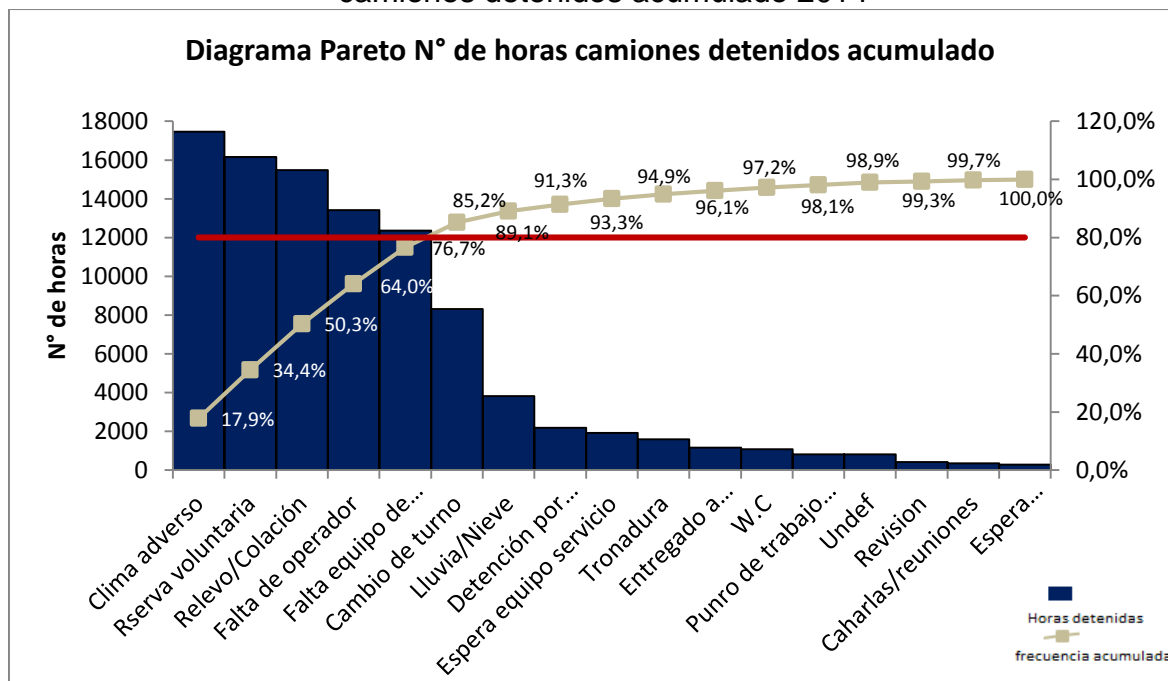
En este caso, existen dos formas de resolver problemas, o más bien de mejorar indicadores de productividad. Eventualmente la compañía podría **disminuir el personal o aumentar el performance de la operación**. La primera opción tiene relación directa con disminuir el denominador del KPI de productividad que se mide (toneladas cobre fino/ n° operadores), mientras que la segunda opción se plantea como un mayor desafío, ya que la mejora del performance de la Operación hace referencia directamente a realizar de manera más eficiente los procesos al interior de esta, manteniendo la cantidad de recursos que se tienen, tanto de personal como de infraestructura. En este aumento de performance, se ven involucrados principalmente los **procedimientos de relevo**, ya que uno de los momentos del turno en donde el movimiento mina (TPH) disminuye, es en este horario, por lo que un aumento del performance en este horario sería un gran aporte al aumento de productividad.

El movimiento mina, o TPH, está dado por el material que trasladan los camiones al interior de la mina, lo que significa en consecuencia que un camión detenido en la Operación disminuye el potencial movimiento mina, y es justamente esto lo que ocurre en los horarios de relevo, la detención de camiones, lo cual es posible conocer en tiempo real gracias al software de información en línea que se tiene en la Compañía, llamado “Dispatch Control”, que va mostrando en tiempo real el estado de indicadores e información de la Operación. Como es de esperar una detención de camión se puede deber a múltiples factores, por lo que se puede hacer un análisis de datos para evaluar estos y así justificar que la detención sea en mayor parte debido a los procedimientos de relevo en horas de colación de los operadores.

En las siguientes ilustraciones se muestran dos diagramas de Pareto, que muestran la cantidad de horas detenidas de los camiones y las causas atribuidas a cada una de estas horas. En la ilustración 8 se muestra el número de horas acumuladas de camiones detenidos el año 2014 hasta el mes de Junio, mientras que en la ilustración 9 se muestra también el número de horas de camiones detenidos, pero esta vez solo del mes de Junio.

Analizando la ilustración 8, se tiene un Diagrama de Pareto que muestra que el 80% del problema de horas de detención de camiones se explica por el conjunto de causas clima adverso, reserva voluntaria, relevo en colación, falta de operador y falta de operador de carguío principalmente. Como se puede observar el factor de clima adverso es la primera causa de la detención de camiones con un 17,9%, sin embargo no se puede intervenir en este factor, ya que es una variable exógena a los procesos de la Operación, ya que se debe principalmente a las condiciones de la altura a la que se encuentra el yacimiento. En segundo lugar se encuentra reserva voluntaria, lo que hace referencia a los operadores de transporte que al comienzo del turno no operan por decisión del despachador del grupo a cargo, con el objetivo que estos operadores en “reserva” puedan hacer el primer relevo cuando comienza el horario de colación, por lo que en sí, esta causa tiene relación directa con el tema de los relevos al interior de la mina y la dotación de personal. Por último, en tercer lugar aparece la causa relevo/colación, explicando un 15,9% del total de horas de detención. De esta forma queda claro que para aumentar el uso de la flota de transporte y por ende aumentar el movimiento mina, las mayores oportunidades están asociadas a los procedimientos de relevo al interior de la mina.

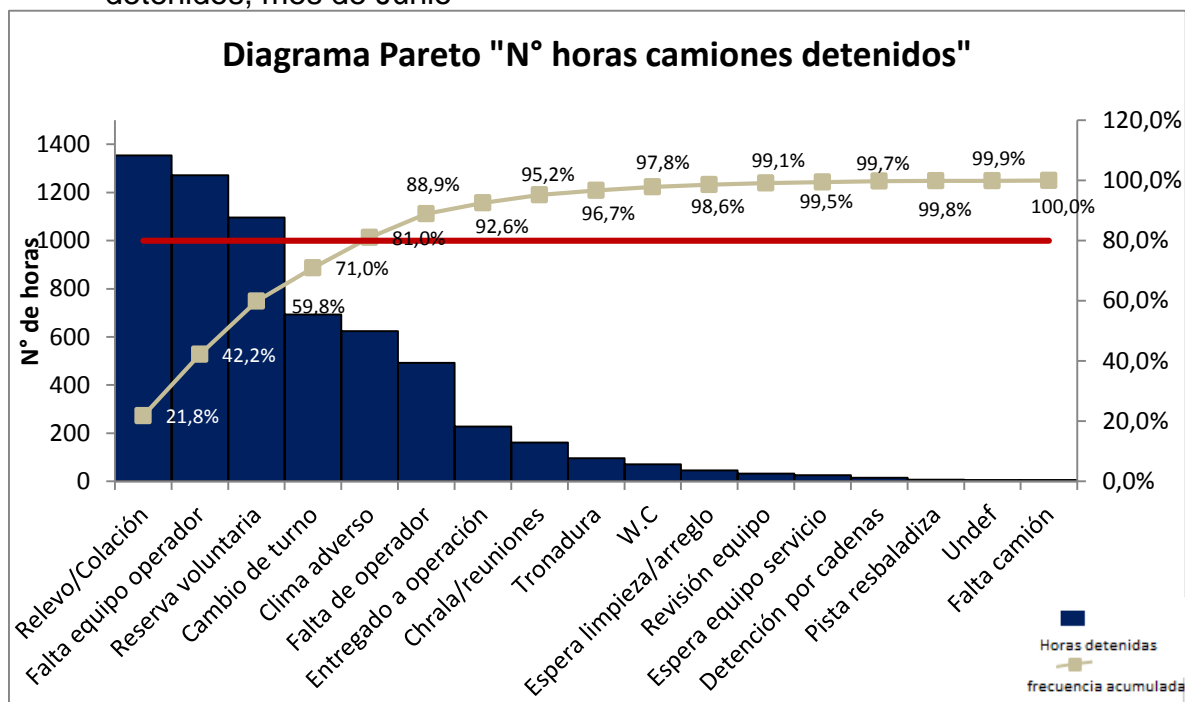
Ilustración 8: Diagrama de Pareto, Número de horas camiones detenidos acumulado 2014



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dispatch

Lo mismo se puede inferir de la Ilustración 9, que muestra el diagrama de Pareto de horas de detención de camiones para el mes de Junio. Es más, en este gráfico se tiene en primer lugar la causa relevo/colación y en segundo y tercer lugar se tiene falta de operador y reserva voluntaria respectivamente, que son dos variables asociadas también a los procedimientos de relevo como tal, una ya explicada anteriormente (reserva voluntaria) y la otra que también tiene relación con los relevos, porque en gran medida, las veces que hace falta un operador, esto se asocia al comienzo de un turno o a la falta de operador para enfrentar el horario de relevo.

Ilustración 9: Diagrama de Pareto, Número de horas camiones detenidos, mes de Junio

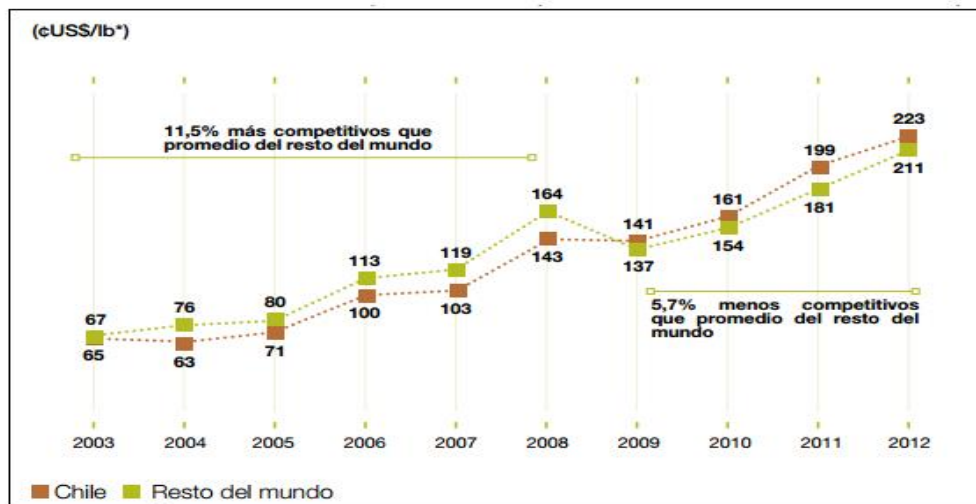


Fuente: Elaboración propia, con datos de Dispatch

Es así entonces como el tema de los procedimientos de relevo al interior de la mina se presenta como una gran oportunidad, con un gran potencial, para poder contrarrestar la disminución de la productividad en la Operación Los Bronces, lo que a su vez es muy importante señalar, ya que en un escenario en que los precios de los commodities están dados internacionalmente, los países que obtienen mayores beneficios son los más competitivos, es decir los que producen mayor cantidad a un menor costo. Es más, en el caso de Chile, los desafíos antes presentados, han hecho que el costo de producción se pueda identificar como una señal agregada de un evidente problema de competitividad que enfrenta esta actividad económica en el país. Es particular, si se considera el costo de producción de cobre en Chile como indicador de competitividad y se compara con el resto del mundo, se tiene la tendencia, a partir del año 2009, de

que los costos para Chile están por sobre los del resto, lo que antes de este mismo año no ocurría. Esto se puede observar en la Ilustración 10. El costo a considerar es el costo “C3”, que considera el costo total como la suma de los costos directos de caja, depreciación, intereses y costos indirectos, es decir los costos netos de producción de cobre [11].

Ilustración 10: Costos en la minería del cobre en Chile y en el mundo 2003-2012



Fuente: Consejo Minero, con datos de COCHILCO

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Rediseñar los procedimientos de relevo mina en la Operación Los Bronces para aumentar la productividad en horarios de relevo y disminuir el efecto gaviota en la Operación.

4.2. Objetivos específicos

- Llevar a cabo un levantamiento de la situación actual de la Operación y procedimientos de relevo de los cuatro grupos de operadores, de la flota de transporte.
- Identificar las causas del problema y buenas prácticas de cada uno de los grupos de operadores.
- Definir un procedimiento de relevo óptimo estandarizado, acorde a la infraestructura de relevo actual que existe en la operación.

5. Marco Conceptual

Este trabajo se trabaja con el marco conceptual de Rediseño de Procesos principalmente, ya que el objetivo de la memoria es rediseñar los procesos de relevo, para aumentar el movimiento mina. En menor medida, pero no menos importante, también incluye Sistemas de Control de Gestión, ya que es necesario conocer y analizar comportamientos de distintas variables a través del seguimiento y control de los KPI's correspondientes. Además que una consecuencia del rediseño se traduciría en agregar un indicador relacionado al horario de relevo.

5.1. Rediseño de procesos

Para entender acabadamente el marco conceptual de Rediseño de Procesos es importante describir los conceptos asociados, los cuales se presentan a continuación.

5.1.1. Proceso de negocios

Un proceso de negocio es cualquier agrupamiento de actividades dentro de una organización, relacionadas lógicamente, que tiene como objetivo desarrollar y lograr un resultado de negocio definido. Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones y salidas. Las entradas son requisitos que deben tenerse antes de que una función pueda ser aplicada. Cuando una función es aplicada a las entradas de un método, tendremos ciertas salidas resultantes [9].

5.1.2. Rediseño de procesos

Establece los cambios que deberán efectuarse en la situación actual del proceso de negocio de la empresa y detalla cómo se ejecutarán los nuevos procesos. Además define las nuevas formas de operar y su desempeño. Las áreas de rediseño posibles son, estructural y responsabilidades [10]. En el caso un rediseño estructural, la modificación se realiza en el proceso mismo, es decir, cambian las operaciones y se eliminan duplicidades. Por su parte, un rediseño de responsabilidades se refiere a la modificación de la asignación de responsabilidad (personal, incorporación de tecnología, centralizar o descentralizar responsabilidades, etc.).

5.2. Sistemas de Control de Gestión

Al igual que en el punto anterior se describen conceptos que ayudan a entender el marco conceptual referente a los Sistemas de Control de Gestión.

5.2.1. Sistema

Un sistema es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados entre sí, que realizan una actividad, en un determinado entorno, con el fin de alcanzar objetivos comunes y con capacidad de auto control. Los sistemas operan sobre entradas y generan salidas [11].

5.2.2. Control

Es aquella función que pretende asegurar la consecución de los objetivos y planes prefijados en la fase de planificación. Como última etapa formal del proceso de gestión, el control se centra en actuar para que los resultados generados en las fases anteriores sean los deseados.

5.2.3. Sistemas de Control

Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados [12].

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los sensores, el controlador y el actuador. Los sensores permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema, mientras que el controlador utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia. Finalmente, el actuador es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

5.2.4. Sistemas de Control de Gestión

Es un sistema estructurado y definido, cuantitativamente orientado, que está basado en estándares de desempeño con el objeto de monitorear y comparar los resultados reales de manera de ajustar las acciones futuras de la organización. El hecho que el control de gestión sea una herramienta de apoyo a la dirección de la empresa significa que es y debe ser visto como un “sistema de dirección”, un instrumento para dirigir, para hacer que puedan ocurrir las cosas deseadas en la organización. Además el control de gestión utiliza información generada periódicamente, y no excepcionalmente [13].

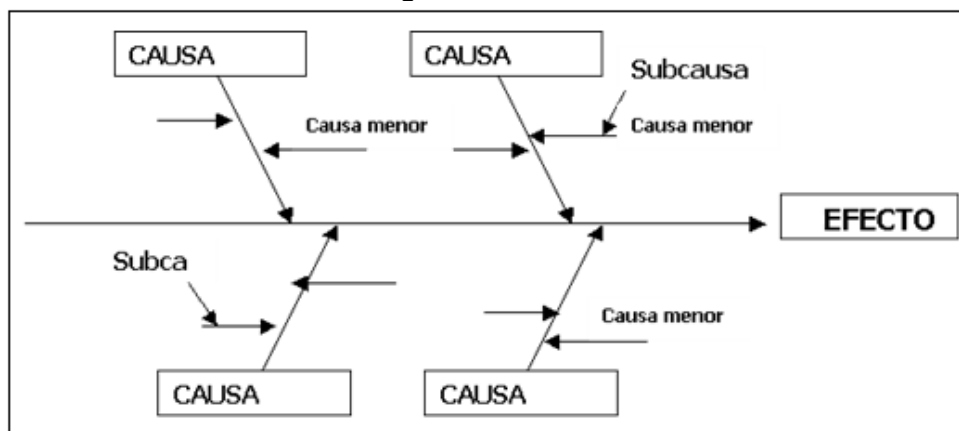
5.3. Key Performance Indicator

Los Key Performance Indicators (o KPI's) representan a un conjunto de medidas que se centran en los aspectos de desempeño de la organización que son los más críticos para el éxito actual y futuro de la organización (Parmenter, 2010). En términos de sistema de control de gestión, estos indicadores corresponden a los detectores o sensores.

5.4. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa también conocido como diagrama de Causa-Efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta que se utiliza para mostrar de manera clara y sencilla, las diversas relaciones causa-efecto que existen entre las variables que están en juego en un proceso las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. En la Ilustración 11, se observa un layout del diagrama de Ishikawa a modo de ejemplo. La línea horizontal en el medio de la ilustración representa el problema que se quiere analizar (correspondería a la espina del centro de un pescado). Por otra parte las líneas (diagonales) que llegan a la línea horizontal, representan las causas, las que a su vez se explican por sub causas o causas menores, que se representan por pequeñas líneas horizontales que llegan a las líneas diagonales. De esta forma el conjunto de líneas, que representan la causa principal y las secundarias generan un grupo de causas con naturaleza común, que se representan en el esquema por los cuadros con la palabra "CAUSA".

Ilustración 11: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Además del diagrama de Ishikawa, también existen otras herramientas que analizan el efecto causa raíz y que se ocupan a lo largo de la realización de este trabajo, la herramienta de "Los 5 por qué" y el "Análisis árbol factor casual". La primera herramienta es un método seguido para identificar y profundizar en las causas que originan un

problema y encontrar, en el mismo nivel de profundidad, las soluciones correspondientes. Consiste en que se pregunte “por qué” al menos cinco veces, o se trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil responder al “por qué”, la causa más probable habrá sido identificada. El objetivo principal de este método es identificar la causa raíz. Por su parte el análisis árbol factor casual: Método de análisis para identificar las causas de los accidentes y sus relaciones, mediante un análisis retrospectivo. Las causas se clasifican en dos, próximas y subyacentes. Las primeras tratan sobre las causas obvias, superficiales o inmediatas, en cambio las subyacentes tratan sobre el origen de las causas próximas, remotas o de factores predisponentes.

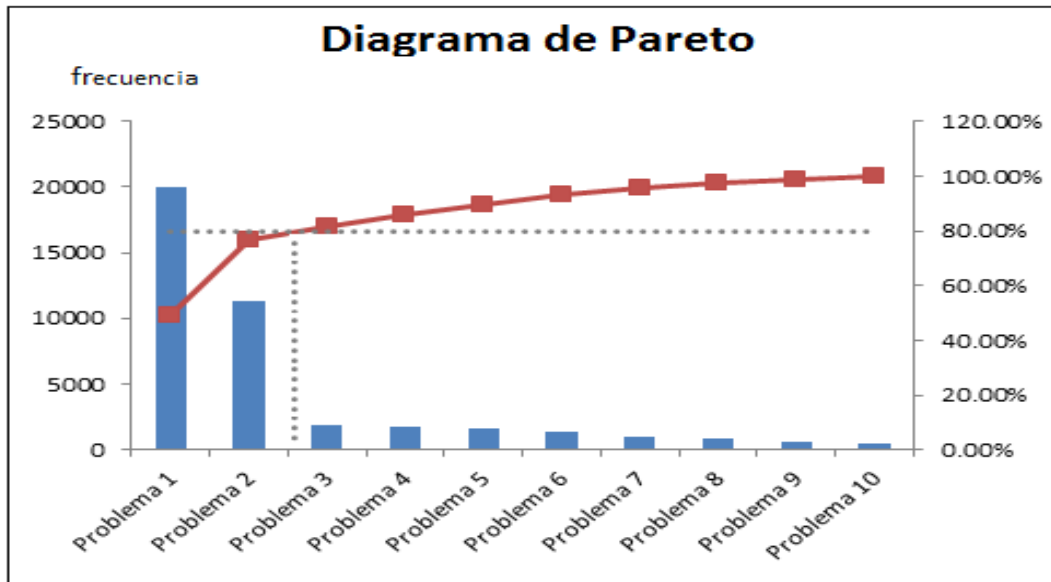
5.5. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis de datos que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades, ya que consiste en un gráfico de barras que distribuye datos asociados a ciertas causas de un problema, ordenando estos datos de manera descendente de izquierda a derecha (según el número de veces que se ha producido cada causa). Es así como gráficamente se observa el principio de Pareto, que establece que hay muchos causas de un problema que no son significantes, frente a pocas causas que sí lo son para el problema analizado. En particular establece que el 20% de las causas totales explica el 80% del problema en cuestión, que es lo que efectivamente se observa en la ilustración 12.

Esta metodología es muy utilizada para:

- Conocer cuál es el factor o factores más importantes en un problema.
- Determinar las causas raíz del problema.
- Decidir el objetivo de mejora y los elementos que se deben corregir.

Ilustración 12: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

6. Metodología

A continuación se presentan los lineamientos generales para el desarrollo de la presente memoria, definiendo las tareas que hay que ejecutar para cumplir los objetivos y de esta manera llegar a los resultados esperados.

6.1. Conceptualización del problema

La conceptualización del problema permite identificar y contextualizar donde se encuentra enmarcado al interior de la organización, es decir el entorno y las variables que existan en este medio, lo cual se desprende de una charla del tutor a cargo de memoria. Permite también identificar y dimensionar acerca de los efectos que genera el problema en la compañía. A su vez la identificación de las variables da un esbozo de las causas, las cuales deben ser validadas posteriormente y por último en esta etapa se define a grandes rasgos los procesos del interior de la Operación sobre los cuales se tiene que trabajar y hacer respectivos análisis según las necesidades del cliente, en este caso Anglo American Chile, dejando en claro de esta forma el alcance de del proyecto, los objetivos y los resultados esperados. Con todo lo anterior definido, se está en buen pie de seleccionar **lo o los** procesos que se rediseñarán.

a. Levantamiento de información

En esta etapa, se pretende recolectar la mayor cantidad de datos e información acerca de los procesos que expliquen la situación actual referente al problema previamente identificado y sus variables, para de esta forma poder comprender más acabadamente los procedimientos de relevo al interior de la mina y todo lo relacionado a estos. Señalar que el levantamiento de información se basa en el software Dispatch, el cual cuenta con los datos de la mina en tiempo real.

6.1.1. Análisis de información

Una vez se levantan los datos e información necesaria, se procede a analizarlos con el propósito de validar el problema planteado por la compañía e identificar las oportunidades de mejora

6.2. Línea base

Una vez se tiene claridad de la situación actual y contexto general del problema se define una línea base, que no es más que una forma de establecer un punto de partida del presente Trabajo de título, dando el inicio al estudio del problema en cuestión. Esta línea base servirá además, como un elemento de comparación a la hora de evaluar el cumplimiento de objetivos y resultados esperados. Esta línea base tiene una dimensión cuantitativa y otra cualitativa, las cuales hacen referencia al status actual de los KPI y de los procesos respectivamente.

6.3. Modelamiento de procesos

En paralelo a la definición de una línea base, ya con el levantamiento de información realizado, se pueden modelar los procesos. Generalmente los procesos y sub procesos integrados en una organización, son difíciles de comprender, amplios, complejos y muchas veces confusos, por lo que con un modelo se puede organizar y documentar la información. Los modelos por lo general se apoyan en un diagrama gráfico el cual permite apreciar con más facilidad las interrelaciones existentes entre distintas actividades, analizar cada actividad y definir los puntos de contacto con otros procesos. El modelamiento se lleva a cabo con el software BIZAGI.

6.4. Validación de causas

Una vez se lleva a cabo el **modelado** de procesos entonces se pueden validar o descartar las causas que se definieron a priori en la conceptualización del problema. En esta etapa también se suman nuevas causas, inherentes al problema pero que no habían sido previamente identificadas. Para ello se lleva a cabo un trabajo participativo a través de work-shops realizados con distintos agentes involucrados en el proyecto.

6.4.1. Work shop inicial

Como se ha establecido que el proyecto sea integral, es necesario realizar un work shop inicial como punto de partida con el equipo multidisciplinario, el cual estará finalmente a cargo de la implementación. En este work shop o sesión de trabajo, los operadores son inducidos a encontrar las causas del problema, a partir de una visión basada en sus experiencias y sus labores al interior de la Operación, mediante distintas herramientas metodológicas para analizar el efecto raíz, entre ellas están el Diagrama de Ishikawa y la dinámica de los “cinco por qué”. Con esto se pretende validar a nivel operacional las causas antes ya validadas y encontradas al hacer el modelamiento de los procesos. De esta forma se alinea la estrategia a nivel administrativo y operaciones.

6.5. Diagnóstico

Ya con todas las etapas completadas, se puede proceder a dar un diagnóstico final del problema, definiendo cuales son los procesos o variables que afectan de forma más significativa a la problemática. Estas son las causas raíces y se pueden representar de manera clara con el diagrama de Ishikawa.

6.6. Rediseño

6.6.1. Requerimientos

Antes de realizar el rediseño como tal, es necesario entender a cabalidad los requerimientos del cliente, en este caso la Gerencia de Business Improvement, que a su vez se alinea con la Gerencia General y por ende con la estrategia operacional de Los bronce para el periodo 2014-2015, para dejar en claro los lineamientos y lo que se espera del rediseño y el Trabajo de Título, es decir, que es lo que contempla y no contempla el desarrollo de este.

6.6.2. Capacidad

En esta etapa, se analiza la capacidad de respuesta a los requerimientos del cliente, se analizan las herramientas que se tienen a mano para abordar el problema, herramientas relacionadas al conocimiento profesional y a las habilidades técnicas que demanda trabajar en minería, y de esta forma se evalúa la posibilidad de responder o no al cliente, y en qué medida. Dependiendo la capacidad, se procede a efectuar el rediseño o a proponer un nuevo plan de acción de acuerdo a la capacidad.

6.6.3. Rediseño

6.6.3.1. Taller de estandarización

Esta etapa es paralela al rediseño como tal, y en esta son convocados los despachadores de los grupos de la mina para identificar cuáles son las buenas y malas prácticas que ellos detectan en sus procedimientos. Esto permite además identificar las posibles diferencias en el proceder de cada grupo y por ende entonces apuntar a un procedimiento único de relevo estándar para todos los grupos, alineado con las buenas prácticas y oportunidades rescatadas del taller de trabajo.

6.6.3.2. Rediseño

Se plantean las posibles soluciones a la problemática antes descrita, mediante la redefinición de ciertas actividades y responsables que participan en ellas, la eliminación de otras que no agregan valor y la suma de otras antes no existentes, si fuese necesario, además de agregar un KPI ad hoc que mida el desempeño de la solución propuesta. Todo esto alineado con los resultados obtenidos en el Taller de estandarización.

6.6.4. Validación

El cliente valida la solución propuesta de Rediseño orientada a un procedimiento único de relevo, para ser implementada por el equipo multidisciplinario antes de los 100 días de “Resultados Rápidos” y así obtener resultados antes de la finalización del proyecto.

6.7. Work shops validación de resultados

Finalmente, se hacen work shops a lo largo de los 100 días como una manera de hacer un seguimiento, en el cual se valida la solución propuesta de Rediseño en base a los resultados obtenidos en este periodo, según el cumplimiento de las metas propuestas y se dan los feed-back por parte de los operadores acerca del Rediseño de Procesos ejecutado.

6.8. Resultados Rápidos

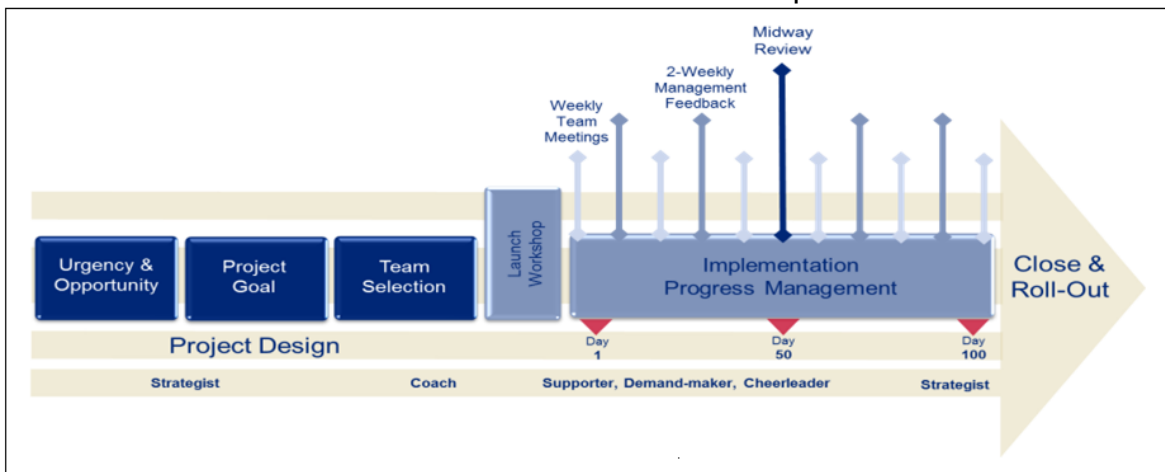
Si bien los puntos antes explicados corresponden a la metodología como tal, de manera secuencial, según la realización de la memoria, cabe destacar que toda esta metodología académica, se enmarca en una gran metodología de trabajo traída a Anglo American Chile desde Anglo American Sudáfrica llamada “Rapid Results” (Resultados Rápidos), la cual consiste en un proceso estructurado, que comprende pequeñas partes de la estrategia a

largo plazo y su implementación en ciclos alcanzables a corto plazo de 100 días. El enfoque destaca a los equipos como responsables de los desafíos y sus soluciones asumiendo que los equipos generalmente conocen las soluciones y solo necesitan tiempo y enfoque estructurado para aplicar ideas innovadoras y resolver los problemas de forma creativa y eficaz.

Lo que se pretende con esta metodología es que todos los actores de los procesos sean partícipes de la solución, lo que tiene un gran impacto sobre el desempeño de las personas, además de involucrar la energía creativa de los actores para explorar las soluciones según los desafíos definidos. De esta forma se trabaja hacia un objetivo común, donde las personas de todos los niveles comprenden cómo sus roles afectan la estrategia general de la operación y generan una cultura de valor. Este es el componente destacado para la sustentabilidad del proceso de Resultados Rápidos.

En la Ilustración 13 se observa el proceso de Resultados Rápidos que comienza con la identificación de una urgencia y oportunidad, seguido de la definición del objetivo del proyecto y la selección de equipos. Luego de esto, se inicia el periodo de los 100 días con un work shop inicial y se hace seguimiento y revisiones periódicas en este periodo mediante más work shops y reuniones de trabajo hasta el final del proyecto.

Ilustración 13: Proceso de “Resultados Rápidos”



Fuente: Anglo American, Resultados Rápidos

7. Alcances

La presente memoria se desarrolla en Anglo American Chile, específicamente en la Gerencia de Business Improvement and Asset Optimization de la Operación Los Bronces y esta tiene una duración de 7 meses en las que el alumno debe trabajar full time, 45 horas semanales.

El proyecto como tal en el que se enmarca la memoria se basa en el trabajo en conjunto con un equipo multidisciplinario, para así tener todas las perspectivas del problema y poder desarrollar de esta forma un plan integral. Lo anterior implica que el desarrollo del trabajo se realice en conjunto con otras Gerencias, en particular con las Gerencias de Recursos Humanos y Mina, siendo esta última la más relevante, ya que el Rediseño de Procesos se realiza en los procedimientos de relevo relacionados a la flota de transporte, la cual pertenece al área de Carguío y Transporte de la mina. Finalmente mencionar también que se trabaja con el área de Desarrollo, con los propios operadores de Transporte de la sala de despacho e inclusive con sindicatos, lo que reafirma la idea de una búsqueda de solución alineada con todos los agentes involucrados en la organización.

La implementación del rediseño no es abordada en este trabajo de título, como se acordó en un principio con el Cuerpo Docente en vista de los plazos que el alumno contempla para su realización, sin embargo su implementación se hará efectiva en la Operación durante la segunda parte del año 2014 y primera parte del 2015, mientras la infraestructura de la mina asociada a relevos se mantenga, pero lo que sí se presentará en este trabajo de título serán los resultados obtenidos de la implementación con su respectivo análisis.

Respecto a los datos de la Operación, provenientes del software "Dispatch", se asume que estos son confiables para hacer el análisis y la descripción de la situación actual de la productividad de la flota de transporte en la mina, sin embargo, se define un nuevo KPI para el Control de Gestión, con variables ya existentes, que permitirá complementar un seguimiento en tiempo real, o cuando se requiera, de las toneladas por hora que se mueven en la mina. Este KPI relaciona las toneladas por hora movidas en horario de relevo con las toneladas por hora movidas en horario productivo y se espera que este forme parte de los análisis de la Gerencia de Mina.

En concreto, los resultados que se esperan alcanzar durante el desarrollo de este son:

- Levantamiento de información y descripción acotada del estado actual de la productividad de la mina, en términos de toneladas por hora movidas, en cada uno de los horarios de un turno (horarios de relevo, cambio de turno y productivo).
- Levantamiento de información en terreno de los procedimientos de relevo de cada uno de los cuatro grupos de operadores de la flota de transporte.

- Realizar en conjunto con los despachadores de los cuatro grupos de operadores de la mina, un taller de trabajo donde se identifiquen las oportunidades de cada uno de los procedimientos de relevo de los grupos y también las buenas prácticas que se están utilizando dada a la infraestructura asociada a relevos que se tiene actualmente.
- Diseñar un procedimiento único de relevo para la mina, a partir de la estandarización de los procedimientos de relevos de los cuatro grupos de operadores, el cual sea desarrollado a partir de las buenas prácticas y oportunidades anteriormente identificadas con despachadores.
- Aumento del movimiento mina (KPI definido) una vez se acabe la primera ola de 100 días.

8. Levantamiento de información y diagnóstico de la situación actual

8.1. Estrategia de la compañía

Antes de realizar un levantamiento de la situación actual y poder dar un eventual diagnóstico, es importante considerar las declaraciones de estrategia de la compañía, las cuales son bastantes nuevas, después del cambio de CEO de la compañía el año 2013. Es importante por ende en primer término considerar las declaraciones en todo su espectro, desde la casa matriz hasta la de la Operación Los Bronces en particular, para ver si efectivamente esta última se alinea con los objetivos de la estrategia corporativa y sus procesos operacionales se ajustan para poder cumplir las metas de producción que implica las nuevas directrices de la nueva estrategia.

Enfocarse primeramente en las estrategias, permite dar consistencia al trabajo y entrega una base definida para iniciar el análisis de la situación actual.

8.1.1. Estrategia Anglo American PLC

La estrategia de Anglo American PLC se resume principalmente en tener el foco de convertir a la compañía en una compañía líder en minería a nivel mundial. Para esto Anglo American busca ser el “INVERSIONISTA, SOCIO y EMPLEADOR” preferido, a través de estándares de excelencia operacional, como así también de seguridad y sustentabilidad en todas y cada una de sus faenas.

Esta estrategia se puede resumir en cuatro puntos importantes (Anglo American PLC, 2013) [14]:

1. Inversiones en activos de clase mundial en los commodities más atractivos. “Somos propietarios, operamos y hacemos crecer los activos mineros de clase

mundial en los commodities que nosotros creemos que otorgan los mejores resultados a través del ciclo económico y el largo plazo. Nuestro objetivo es centrarse en aquellos productos en los que tenemos posiciones de ventaja y de los activos a gran escala con larga vida, perfiles de bajo costo y con un claro potencial de expansión como lo son el cobre, diamantes, hierro, carbón metalúrgico, níquel, platino y carbón térmico.”

2. Organización, efectiva y eficiente. “Nuestra estructura tiene como objetivo facilitar la entrega de rendimiento y eficiencia para superar a la competencia. Cada unidad de negocio de productos básicos se centra en la excelencia operativa, la ejecución de proyectos y la conducción de su posición de costos bajo la curva de la industria, mientras que el centro corporativo facilita la extracción de valor más allá de lo que se puede lograr por las empresas solas. A través de una estrecha colaboración, el liderazgo basado en valores, el intercambio de mejores prácticas, la innovación técnica, know-how operativo y la búsqueda de sinergias en las principales funciones de valor de conducción, tales como supply chain y la optimización de activos, se realizan los importantes beneficios de escala de Anglo American y su rendimiento. En el caso de nuestra optimización de activos (AO) y las iniciativas de valor de la supply chain, hemos vencido a nuestras propias expectativas. El objetivo se estableció para capturar mil millones dólares de valor de cada iniciativa a finales de 2011. Ese objetivo ha sido superado de manera significativa en el grupo con la realización de \$ 3.2 mil millones de valor en su conjunto a finales de 2011.”

3. Operación, de forma segura, sostenible y responsable. “La operación segura, sostenible y responsable está integrado en todo lo que hacemos. La seguridad de nuestra gente es un valor fundamental y son implacables en la lucha para lograr nuestra meta de cero daños. Estamos comprometidos con el cuidado del medio ambiente y minimizar el impacto ambiental de nuestras operaciones. Nuestro objetivo es hacer una diferencia sostenible y positiva para el desarrollo comunitario y actuar con integridad para construir relaciones respetuosas con las sociedades en las que trabajamos. Comportarse de esta manera, con el apoyo de una sólida gobernanza y los procesos de gestión del riesgo, nos permite desarrollar y mantener la confianza con todos nuestros grupos de interés y crea valor, que es fundamental para nuestra capacidad de ofrecer una mayor rentabilidad a largo plazo para nuestros accionistas.”

4. Empleado, la mejor gente. “Nuestra gente es tan vital para nuestro éxito como nuestros activos mineros. Estamos comprometidos con nuestra gente, quienes determinan cuán eficientemente trabajamos y construimos nuestra reputación con nuestros inversores, socios y compañeros de trabajo todos los días y quienes se requieren para defender nuestros valores. En última instancia, es nuestra gente que va a darse cuenta de nuestra ambición y entregar nuestra estrategia de ser la empresa líder en la minería mundial.”

8.1.2. Estrategia Unidad de Negocios de Cobre

La estrategia de la unidad de negocios de cobre (Anglo American PLC, 2013) es encontrar o adquirir, desarrollar y operar minas de una larga vida útil, a bajo costo, de una manera social y sustentable.

8.1.3. Estrategia de la Operación Los Bronces

Respecto a la Operación Los Bronces, donde el alumno desarrolla su memoria, se tiene en primer término la visión de la Operación, la cual es “ser reconocidos por nuestra excelencia operacional”.

Luego la misión es, “Agregar valor desplegando ágilmente toda nuestra capacidad de negocio”.

Acerca de la estrategia como tal de la Operación Los Bronces, esta se especifica en la “Declaración Operación Los Bronces-Anglo American, 2012”.

Estas son:

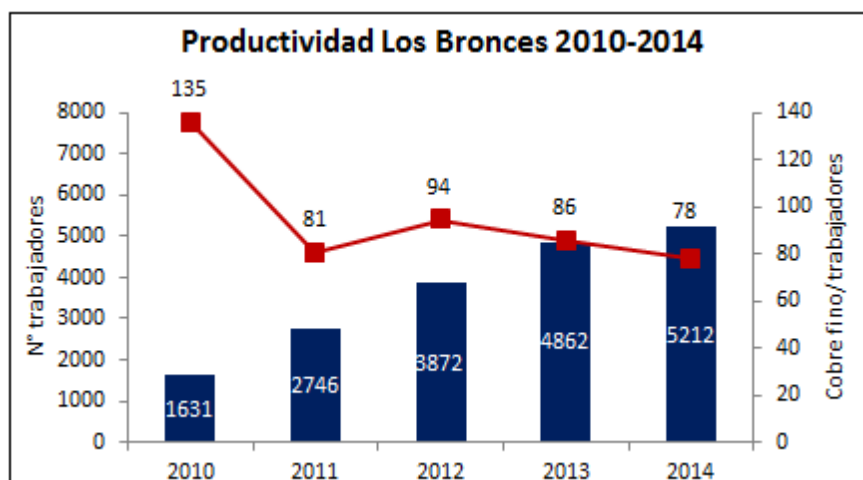
1. Seguridad y Salud Ocupacional. Cero daño (accidentes y cero enfermedad profesional) y mantener los estándares de riesgo fatales en cuanto a Seguridad y Salud Ocupacional.
2. Cero incidentes ambientales y/o de impacto social. Lograr las metas de reducción de consumos de energía, agua y emisiones de CO2 en materia de Medio Ambiente
3. Personas y Desarrollo Organizacional. Mejorar productividad y excelencia, a través del modelo de competencias. Ampliar la diversidad, incrementando la dotación femenina. Fortalecer el clima laboral para lograr ambientes de trabajo gratos en materia de Desarrollo Organizacional
4. Producción y Gestión Financiera. Cumplir los compromisos:
 - a. Producción de cobre fino > 389 Kton
 - b. Costos Controlables < 141 c/lb
 - c. Productividad > 101 ton de Cu fino/hombre – año
 - d. Plan de Inversiones = 269 MUS\$
5. Desarrollo del Negocio. Avanzar en el Desarrollo del Distrito Los Bronces. Copar la capacidad de las plantas de cátodos. Incorporar tecnología.

Ya expuestas las estrategias de la compañía en cada nivel, se tiene un punto de partida para levantar la información necesaria y así poder analizar y comparar la productividad de la Operación con los estándares u objetivos pretendidos.

8.2. Productividad

El problema presentado en esta memoria, referente a la disminución del movimiento mina en horarios de relevo, impacta directamente a una de las variables críticas de la Operación, más si se consideran los desafíos de la Gran Minería Chilena, la productividad. Es por lo mismo, que se hace fundamental tener conocimiento real de lo que ocurre en la mina en términos de productividad, tanto su tendencia en los últimos como su situación actual. Con los datos de la misma mina, a partir del software Dispatch Control, se puede realizar la gráfica de productividad de Los Bronces en el periodo 2010-2014, la que puede observarse en la Ilustración 14. En esta, se aprecia una caída en la productividad muy significativa entre los años 2010-2014, de 135 toneladas a 78 toneladas de cobre fino por trabajador, equivalente a un 42% menos de productividad. En detalle, si bien el año 2010 la productividad era de 135 toneladas de Cobre fino por trabajador, esta cayó abruptamente a 81 toneladas por trabajador el año 2011 y aunque el año 2012 tuvo un leve repunte, este no fue sostenible y la tendencia de los últimos años 2013 y 2014 fue a la baja nuevamente, llegando a las 78 toneladas por trabajador antes mencionadas.

Ilustración 14: Productividad Los Bronces 2010-2014



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dispatch

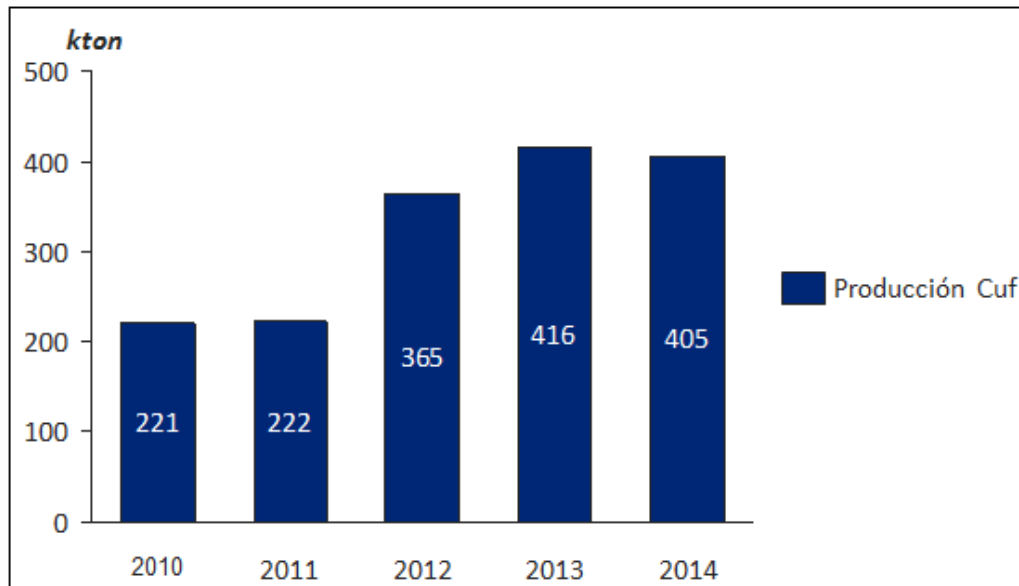
8.2.1. Producción y dotación de la Operación

En el apartado anterior, en la Ilustración 14, se observa que en el periodo 2010-2014, se alcanza el compromiso de producción y gestión de productividad solo el año 2010, compromiso de producción establecido en la declaración de la Operación Los Bronces, de tener una productividad de 101 toneladas de cobre fino por trabajador al año. Esto viene a confirmar que existe la necesidad de

aumentar el movimiento mina al interior de la faena y así poder ser más competitivos. Como ya se mencionó en apartados anteriores la productividad viene dada por dos variables, producción anual de cobre fino y dotación de trabajadores de la empresa, por lo que se hace necesario analizar el comportamiento de estas dos variables los últimos años para tener visibilidad de lo que ocurre en todos los planos.

En términos de producción, se tiene que Los Bronces es una mina a rajo abierto y se trata de la mina de cobre más importante para Anglo American, habiendo producido 416.300 toneladas de cobre fino el año 2013, representando el 54% de la producción total de cobre de la compañía a nivel mundial. Con más detalle, en la Ilustración 15 se puede observar las toneladas anuales de cobre fino producido en Los Bronces, desde el año 2010 hasta el 2014, periodo en el cual el aumento de la producción fue de un 83%.

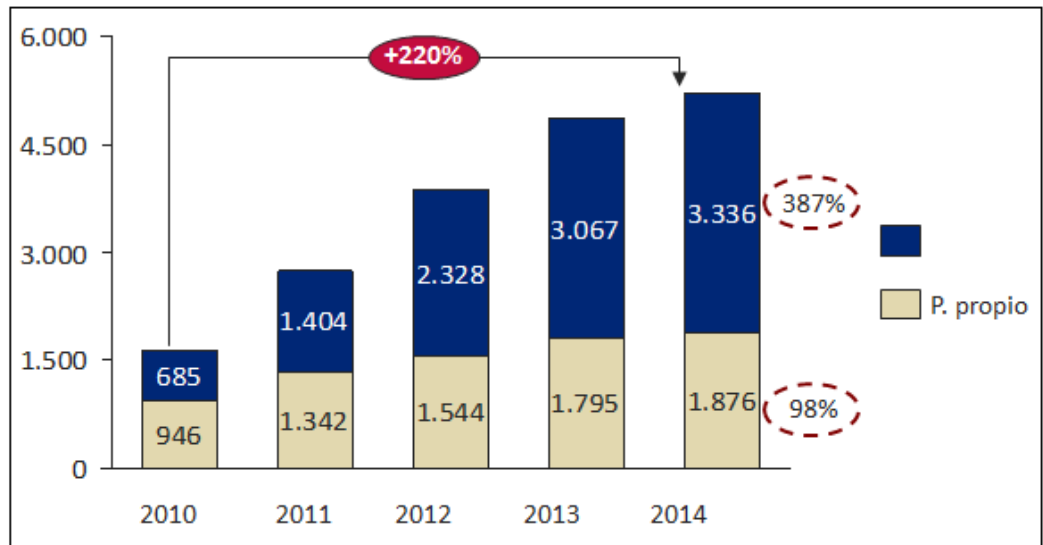
Ilustración 15: Producción anual cobre fino 2010-2014



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dispatch

En el mismo periodo que se evalúa la producción anual de Cobre, se hace necesario considerar analizar el avance que ha tenido la cantidad de trabajadores al interior de la empresa. En el mismo periodo, la dotación de personal aumento y de forma muy significativa. Se puede observar en la Ilustración 16 este aumento de dotación, tanto de personal propio como contratista, equivalente a un 220% más de trabajadores el año 2014, respecto al año 2010, pasando de un número de 1631 trabajadores en un comienzo a 5211 trabajadores actualmente. En el detalle se puede desglosar este aumento entre contratistas y personal propio donde se tiene que la dotación aumento 387% y 98% respectivamente.

Ilustración 16: Dotación Los Bronces 2010-2014



Fuente: Elaboración propia, con datos de Dispatch

8.3. Procedimiento de relevo de transporte

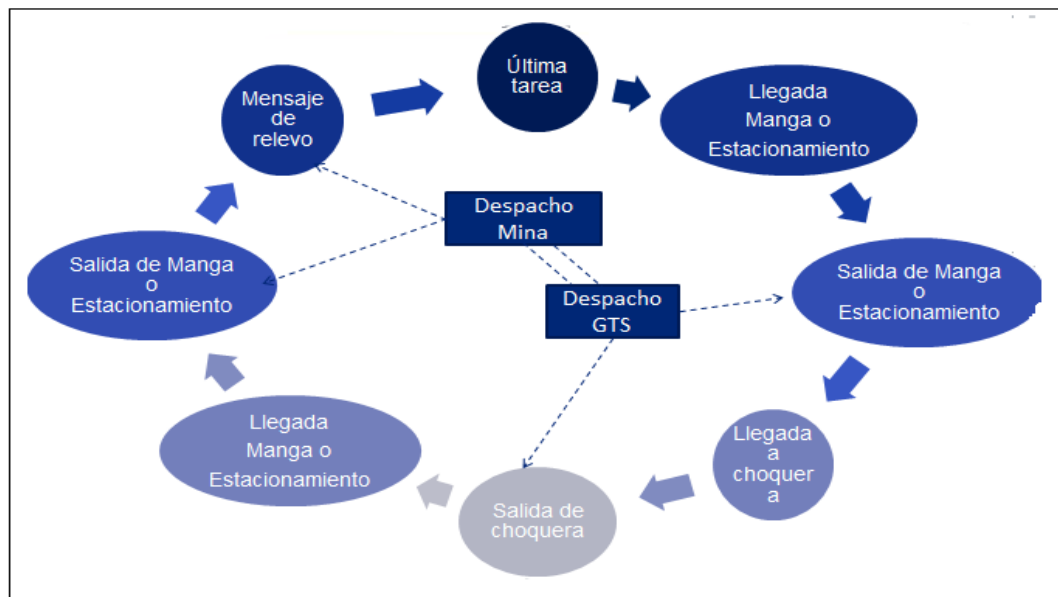
Considerando que la memoria se realiza sobre mejorar los procesos que involucra los procedimientos de relevo de transporte, entonces se hace imprescindible identificar como se ejecutan los relevos al interior de la Operación.

Un relevo al interior de la mina, en particular de la flota de transporte, se puede definir como un proceso coordinado entre el despacho de la mina, despacho GTS y los operadores de las distintas flotas de transporte. Los despachos son las entidades que se encuentran a cargo de coordinar las tareas y ejecutarlas según la planificación que los mismos despachadores estimen conveniente. En el caso del despacho de la mina, coordina todos los movimientos de los distintos camiones de las distintas flotas, desde las rutas de trabajo, los tiempos de llenado de combustible hasta las horas en que cada operador de transporte debe almorzar, mientras que el despacho GTS es el encargado de prestar servicio de transporte a los operadores al interior de la mina entre dos puntos, en el caso de los relevos, desde los estacionamientos de camiones a las choqueras (casinos) y viceversa, ya sea servicio de camionetas o van dependiendo del número de operadores a trasladar. Señalar que los relevos se pueden hacer en estacionamientos o mangas de relevo, siendo estas últimas estructuras las óptimas en cuanto al tiempo que dura hacer un relevo.

Como se observa en la Ilustración 17, como base del procedimiento existe una constante comunicación entre el despacho de la mina y el despacho GTS.

El despachador a cargo en la mina envía un mensaje de relevo al operador, directo al camión, el cual se muestra en una pantalla que se encuentra al interior dl camión, acompañado también de un mensaje por radio. Este último sigue con la tarea asignada hasta terminarla (última tarea), luego de esto recién se dirige a la manga de relevo o al estacionamiento que le han asignado desde despacho. Luego, cuando llega a la manga o estacionamiento, este sale de ella y se dirige a la choquera asignada para almorzar, si es en maga de relevo lo hace caminando, mientras que si es en estacionamiento, lo hace en camioneta o VAN mediante GTS. A partir del momento en que el operador entra a la choquera, comienzan a correr sus 60 minutos efectivos de colación, según rige el “convenio colectivo”. Al momento de terminar este tiempo, el operador debe salir de la choquera y dirigirse a la manga de relevo nuevamente para relevar a otro compañero, o mediante GTS dirigirse al estacionamiento y recobrar sus funciones en el camión que dejó estacionado. Finalmente una vez ya estando en el camión, se da por finalizado un relevo y el operador vuelve a las labores que le indiquen el despachador de la mina.

Ilustración 17: Procedimiento relevo mina, operación Los Bronces



Fuente: Elaboración propia, basado en operación Los Bronces

8.4. Convenio Colectivo

Como anteriormente se menciona que el tiempo de colación se rige según el convenio colectivo, se necesita precisar en el convenio colectivo actual de Anglo American.

Un convenio colectivo es un acuerdo entre los representantes de las empresas y los representantes de los trabajadores como resultado de una previa negociación colectiva en materia laboral. Mediante un convenio de este tipo, la empresa y los trabajadores regulan las condiciones de trabajo y productividad y a la vez se acuerdan obligaciones recíprocas entre ambas partes para mantener la paz laboral. En el caso de Anglo American y en particular de la operación Los Bronces, el convenio colectivo es un acuerdo entre los dos sindicatos que existen al interior de la operación y los representantes de la compañía, rol que cumple el área de recursos humanos y éste es negociado cada 4 años, siendo la última negociación la del año 2012 que está vigente hasta el año 2016.

Respecto a lo que incumbe a los horarios de relevo y por ende a los procedimientos de relevo al interior de la mina, el convenio colectivo en su capítulo 4, apartado 8, punto 2 establece lo siguiente:

- “Los trabajadores interrumpirán su jornada durante 60 minutos efectivos para su colación y descanso”
- “Con el fin de permitir la continuidad de la operación, la colación deberá verificarse en el lapso comprendido entre una hora y media antes y una hora y media después de la mitad turno. (12:30 a 15:30 turno A)”
- “Los operadores serán responsables de reiniciar su operación al cumplirse el tiempo de 60 minutos efectivos de su colación/choca, según los requerimientos operacionales”
- “Jefe de turno podrá decidir hacer relevo y/o cambio de operador durante la colación o detener el equipo durante éste lapso”
- “El instante y el lugar de su detención será definido y comunicado por el despachador mina según programa”
- “El operador saliente será trasladado a efectuar su colación”

8.5. Sistema de Turnos

Otro cambio muy reciente y que vale la pena tener en consideración, tiene que ver con un gran cambio organizacional a nivel operativo, que se relaciona directamente al tema de los procedimientos de relevo mina al interior de la compañía. En Los Bronces hasta el mes de Agosto del año 2013, existía un sistema de turnos de 9x3 en jornadas de trabajo de 8 horas, es decir los operadores trabajaban 9 días seguidos, 8 horas cada día y descansaban 3 días. También cabe destacar que la el tiempo de colación de

los trabajadores era de 30 minutos, los cuales debían tomarse dentro del horario de relevo, definido como el horario en que los operadores pueden hacer efectivo su tiempo de colación, el cual comprendía 4 horas . Sin embargo el escenario cambió a partir del mes Septiembre del mismo año, donde se pasó a un sistema de turnos de 4x4, es decir 4 días de trabajo y 4 días de descanso, en jornadas de trabajo de 12 horas diarias. A esto también se sumó un cambio en el horario de relevo, el cual pasó de ser de 4 horas a 3 horas y un cambio en la duración de la hora de colación de los operadores de 30 a 60 minutos, es decir, los operadores pueden en esta nuevo contexto hacer efectiva su hora de colación en un rango de 3 horas y no de 4 horas como antiguamente, lo cual es un cambio importante si se considera que ahora son 12 horas de jornada laboral, es más, si se observa en proporción, los operadores con el antiguo sistema contaban con un horario de relevo que correspondía a un 44,4% del total del turno (4 horas de un total de 9), mientras que con el nuevo sistema, el horario de relevo corresponde solamente a un 25% del total de la jornada (3 horas de un total de 12). El resumen de lo anterior, más la cantidad de relevos esperados en cada sistema de turnos, se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Comparación jornada 9x3 v/s 4x4

Puntos	9X3 (Antigua jornada)	4X4 (Nueva jornada)
Turnos	A) 22:00 - 06:00 B) 06:00 - 14:00 C) 14:00 - 22:00	A) 08:00 - 20:00 B) 20:00 - 08:00
Comida/Descanso	1/2 hora de colación	1 hora de comida/ Descanso en choquera
Relevos esperados	4 horas (7 tandas de relevo)	3 horas (3 tandas de relevo)

Fuente: Elaboración propia

Es así entonces como el tema de los relevos al interior de la mina se presenta como un gran desafío, con un gran potencial para poder sobrellevar de mejor manera la disminución de la productividad en la operación Los Bronces

Este nuevo escenario pone de manifiesto un problema, el cual si bien siempre ha existido, hasta entonces no hacía mucho ruido o no era relevante en la Operación Los Bronces, sin embargo o ahora con las nuevas condiciones quedó al descubierto presentando mayores oportunidades para la compañía en términos de productividad. Este. Este tema antes era menos relevante porque el mayor problema relacionado con productividad se daba

en los cambios de turno, que es el momento en que un grupo de operadores sale de su jornada laboral para que entre un nuevo grupo de operadores a la mina, ya que al haber dos cambios de turno al día, eran más las horas que se veían afectadas en productividad por este motivo

8.6. Infraestructura asociada a relevos

Actualmente existen tres fases que están siendo explotadas dentro de la operación Los Bronces: Donoso, Infiernillo y Casino 2. En cada una de estas fases se opera un conjunto de equipos de carguío, transporte y equipos de servicios y la infraestructura asociada a relevos se compone de estacionamientos, mangas de relevo y choqueras, las cuales se pueden observar en la Ilustración 18, con su correspondiente distribución al interior de la mina.

Ilustración 18: Infraestructura de Los Bronces asociada a relevos



Fuente: Business Improvement

En color azul se señalan los estacionamientos de la mina, que pueden ser usados por la flota de transporte, en rojo las mangas de relevo de fase Infiernillo, de sector chancado, las mangas que están en la ex choquera Donoso e igualmente en color rojo se encuentra señalado el estacionamiento BGAR y las mangas de cambio de turno. Finalmente en amarillo se destacan las dos choqueras de la operación, choquera Donoso y choquera San Francisco. Es importante destacar que las zonas donde se están llevando a cabo los relevos son las zonas rojas, además de en el estacionamiento Tolva, correspondiente a las dos zonas con mangas y al estacionamiento BGAR.

Mencionar que un relevo eficiente y óptimo en minería es aquel que se realiza en una manga de relevo al lado de una choquera, ya que así el operador no pierde tiempo en bajarse del camión y el operador que lo relevará no pierde tiempo en subirse, además que así tampoco existen tiempos perdidos por estacionar ni por traslados a choqueras

8.6.1.1. Estacionamientos

Los estacionamientos en el interior de la mina son lugares físicos amplios, planos y despejados, donde operadores de la flota de transporte y equipos de servicios pueden detener sus equipos en caso de ser necesario, ya sea para realizar relevos, cambios de turno o en caso de emergencias. Respecto al tema de los relevos, se tiene solo un estacionamiento que está siendo ocupado como punto de relevo, el estacionamiento “Tolva”.

8.6.1.2. Mangas de Relevo

Las mangas de relevo son plataformas de forma de cubo con dos accesos, que hacen el papel de entrada y salida, en caras opuestas de este cubo, que facilitan el acceso al camión o la bajada desde estos mismos. Por otra parte las mangas de relevo se instalan en lugares estratégicos de la mina y a una altura igual a la que se encuentra el operador sentado en el camión, para que así este no tenga que bajar escaleras o subir escaleras en cualquier caso, más bien lo que permite es que el operador con tan solo un par de pasos cruce del camión a la manga o de la manga al camión, quedando inmediatamente disponible para una próxima tarea, sea cual sea el caso. En Los Bronces se cuenta con 3 mangas de relevo en Infiernillo y 3 mangas de relevo en la zona de chancado.

8.6.1.3. Choqueras

El término “choquera” en la minería hace referencia a los casinos, donde el personal, tanto de Anglo American como contratistas, puede almorzar. En toda la operación, Anglo American cuenta con dos choqueras, la choquera Infiernillo y la choquera San Francisco.

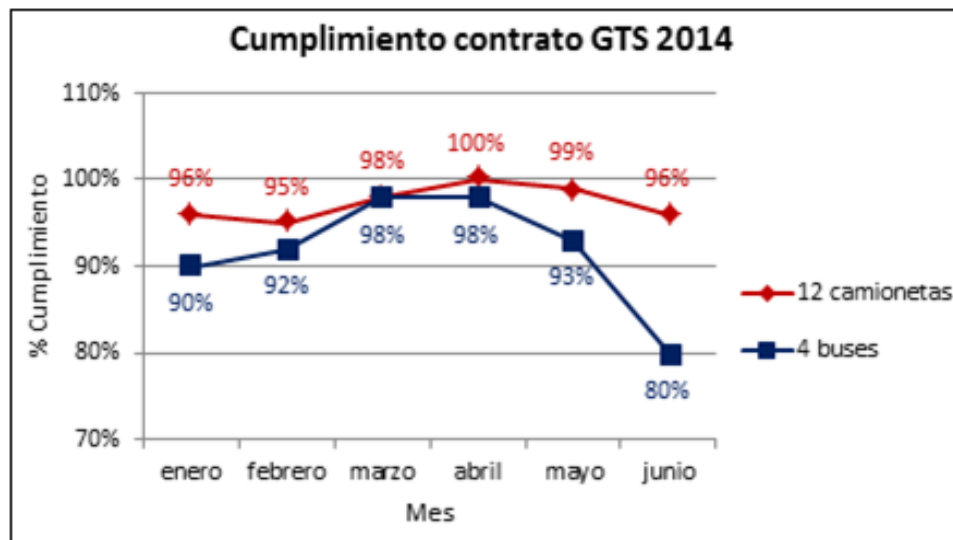
8.7. Transporte GTS

GTS Transportes limitada, es una empresa dedicada al servicio de transporte en minería. En la operación Los Bronces, la empresa presta servicio a través de camionetas y mini buses, dependiendo la cantidad de

operadores que se requiera trasladar, cuenta con una dotación de 89 personas y realiza un trabajo en conjunto con el equipo de despacho de la mina, ya que son los encargados de todos los traslados de operadores al interior de esta. En lo que respecta a los relevos, son los encargados de todos los movimientos de operadores que requieran de uso de transporte para movilizarse a las choqueras sea cual sea el punto donde este se encuentre y cualquier combinación que implique los puntos de relevo que están utilizando los operadores de transporte. Estos puntos son: mangas de chancado, mangas en Bgar, mangas de ex choquera Donoso, mangas de Infiernillo y el estacionamiento Tolva. De esta manera, el rol que cumple esta empresa contratista es clave en los procedimientos de relevo al interior de la mina.

Los requerimientos que exige la mina, por contrato, a GTS Transportes para cubrir la necesidad de los relevos de forma adecuada, son mantener en operación, tanto en el turno A (día) como en el turno B (noche), 12 camionetas y 4 mini buses, sin embargo, este número de vehículos no siempre se encuentra. Lo anterior se observa en la ilustración 19, donde se muestra el porcentaje de cumplimiento a nivel mensual de GTS Transportes, el cual ha sido deficiente en todos los meses medidos el año 2014, lo cual se presenta otra oportunidad asociada al tema de los relevos.

Ilustración 19: Cumplimiento contrato GTS Transporte 2014



Fuente: Elaboración propia, con datos Dispatch

8.8. Pérdidas económicas por camión detenido

Se hace imprescindible, dado que ya se conoce de mejor forma los problemas que enfrenta la Operación, evaluar y cuantificar las

oportunidades que tiene esta misma, las cuales se traducen en potenciales beneficios que están detrás de esta brecha de productividad, en horarios de relevo, que existe en la Operación Los Bronces, en caso de una posible mejora del performance asociado a los procedimientos de relevo. Para esto se puede considerar la diferencia de toneladas entre el horario productivo y el de relevo y a partir de esto, estimar un beneficio basado en el mineral extra que se pueda obtener de esta diferencia de tonelaje. Para hacer este cálculo también se necesitan la ley de mineral de la Operación Los Bronces, la recuperación del mineral extraído, y el precio y los costos de producción por libra de cobre para la compañía.

De esta forma y dada las cifras presentadas anteriormente, se tiene que la diferencia de tonelaje entre el horario productivo y horario de relevo es de 4.007 toneladas por hora, las que se deben multiplicar por 4 horas, que son las que se ven afectadas por turno debido a los relevos, a su vez esta cantidad multiplicarla por los 2 turnos del día y finalmente multiplicar el resultado diario por los 365 días del año, llegando así a un número total de 11.700.440 toneladas de material, las cuales se pierden anualmente en horario de relevo. Si bien es un número muy grande, no todo el material que se deja de mover corresponde a mineral, por lo que se debe ponderar la cantidad de toneladas por la ley de mineral de Los Bronces, que es de un 0,79%, dando así como resultado 92.433,5 toneladas potenciales de mineral, equivalentes a 203.538.514,2 libras, sin embargo, no todo el mineral existente en las rocas puede ser extraído completamente desde ellas, es por esto que existe un factor de recuperación, que en el caso de Los Bronces es de un 89%, es decir que este porcentaje es el que extrae finalmente de todo el existente, por lo que si se pondera el mineral antes calculado por este factor de recuperación, se tienen 82.265,8 toneladas, equivalentes 181.149.324,6 libras que son las que eventualmente se podrían extraer. Así entonces, lo único que falta es valorizar esta cantidad de mineral en términos monetarios, para lo cual se debe considerar el precio del (US\$/lb) y los costos de producción de cobre de Los Bronces (US\$/lb), para lo cual se considera la diferencia entre estos dos flujos de dinero, obteniendo así la utilidad por libra de cobre para Los Bronces, la cual corresponde a US\$1,62, por lo que si se hace el cálculo, el potencial beneficio de la operación, asociado a las oportunidades presentadas por relevos, es de US\$293.461.905.

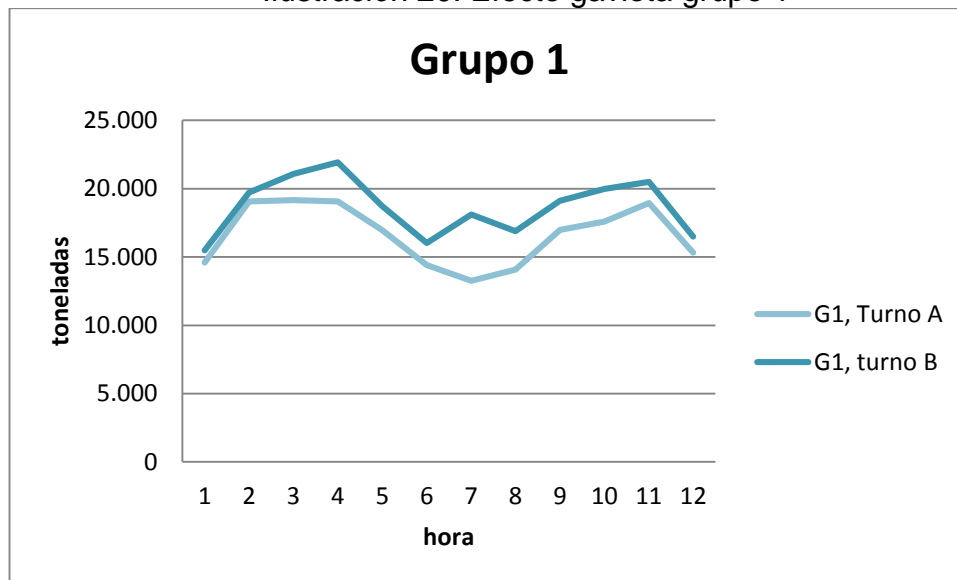
8.9. Análisis por grupo de operadores

Ahora, ya habiendo expuesto el contexto actual de la Operación, habiendo expuesto las oportunidades y habiendo cuantificado el problema y las oportunidades referentes a este mismo, se puede precisar en la situación actual referente directamente a los grupos de la flota de transporte de la Operación, que son los que finalmente influyen en el desempeño del movimiento mina y por ende en quienes se debe enfocar el estudio y hacer el levantamiento de procesos e información correspondiente.

En la mina trabajan cuatro grupos de operadores, en turnos de 4x4 y jornadas laborales de 12 horas como se ha mencionado ya con anterioridad (notar que un día, 24 horas, es cubierto por dos grupos, uno en turno A (día) y el otro en turno B (noche)). Cada grupo de operadores cubre todos los procesos de la mina, es decir tronadura, perforación, carguío, transporte y servicios. En particular si se analiza el desempeño de los operadores de transporte (camiones) en términos de TPH, se encuentra que estos grupos tienen desempeños muy distintos los unos con los otros, siendo que todos disponen de los mismos recursos, tanto humanos como de equipos, e incluso se pueden encontrar diferencias significativas al interior de los grupos dependiendo del turno en el que estén, A o B.

En la Ilustración 20, se muestra el desempeño del grupo 1, de los dos primeros trimestres del año 2014. Se puede observar el efecto gaviota antes explicado, tanto del grupo 1, turno A como del grupo 1, turno B. Analizando la gráfica se tiene que el movimiento mina del grupo es menor en turno A que cuando operan en turno B.

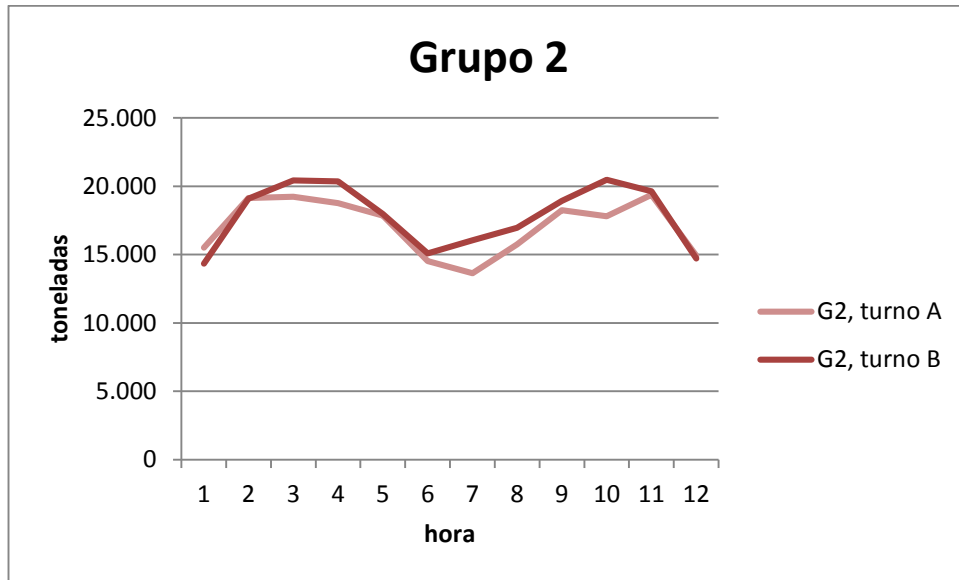
Ilustración 20: Efecto gaviota grupo 1



Fuente: Elaboración propia con datos de Dispatch.

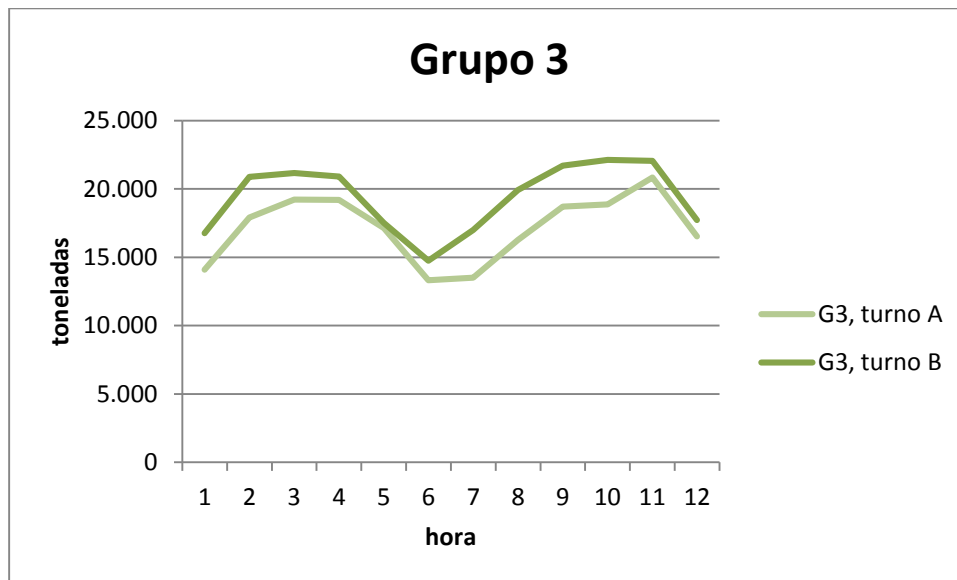
Lo mismo ocurre con el resto de los grupos, lo cual puede observarse a continuación en las Ilustraciones 21, 22 y 23, para los grupos 2, 3 y 4 respectivamente.

Ilustración 21: Efecto gaviota grupo 1



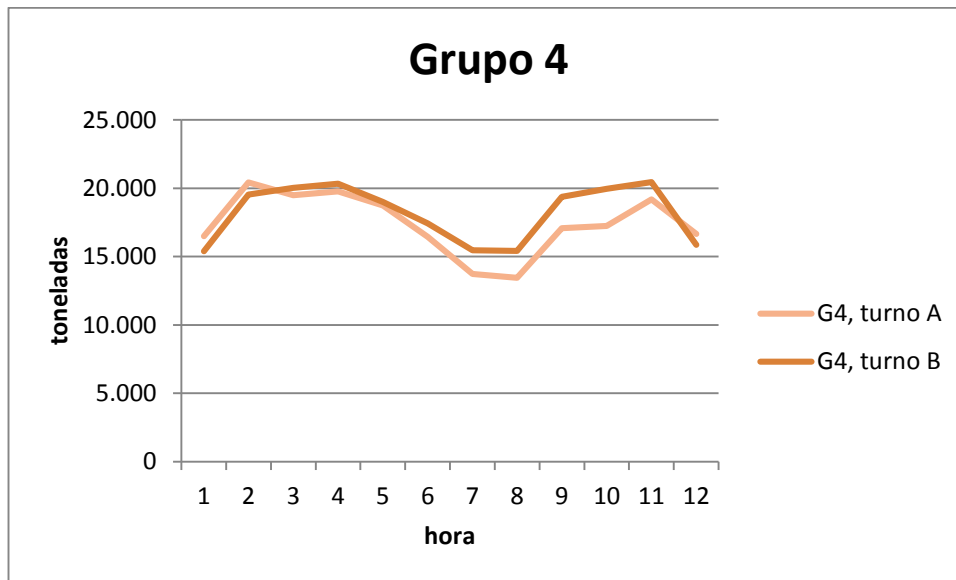
Fuente: Elaboración propia con datos de Dispatch.

Ilustración 22: Efecto gaviota grupo 1



Fuente: Elaboración propia con datos de Dispatch.

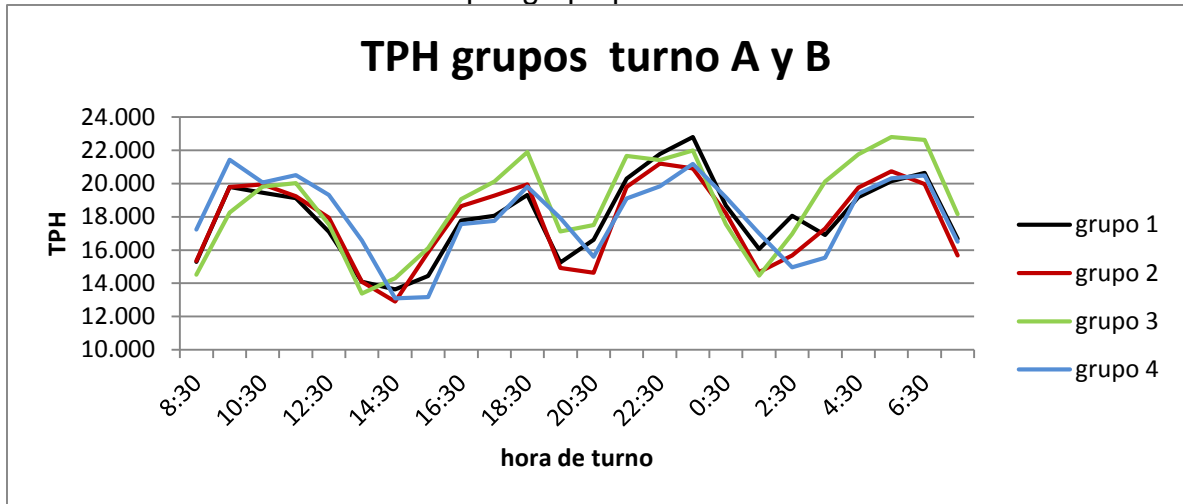
Ilustración 23: Efecto gaviota grupo 1



Fuente: Elaboración propia con datos de Dispatch.

Una vez observado el efecto gaviota para cada uno de los grupos, se pueden juntar las rectas, de cada turno para cada grupo, en un gráfica que muestre las 24 horas del día y también contraponer los el desempeño de los grupos para observar de mejor forma las diferencias. En la Ilustración 24 se muestra el desempeño de cada grupo medido por el movimiento mina que mostraron en los dos primeros trimestres del año 2014. Lo primero que se observa a simple vista, dado que las curvas en el turno B (20:30 – 08:30) se desplazan a sectores más altos, y es lo que justamente se vio en el análisis individual, que en el turno de noche, la productividad de los grupos mejora en horas de cambio de turno, de relevos y en horario productivo. Así también se observa que si bien se mantienen las tendencias de caída en la productividad en los horarios de relevo y cambio de turno, los grupos difieren significativamente en su TPH, en ambos turnos. Por ejemplo en el turno A, la diferencia de TPH en horarios de relevo entre los grupos 1 y 4 es del orden de 700 toneladas, lo mismo ocurre en turno B, donde la diferencia entre el grupo 1 y grupo 2 es de 1.000 toneladas en horario de relevo. Ahora si se compara la diferencia entre horarios de relevo y productivo se observa que las mayores caídas de movimiento mina en relevos las tiene el grupo 3, en ambos turnos, con caídas respecto al horario productivo de 4.500 y 4.700 toneladas respectivamente.

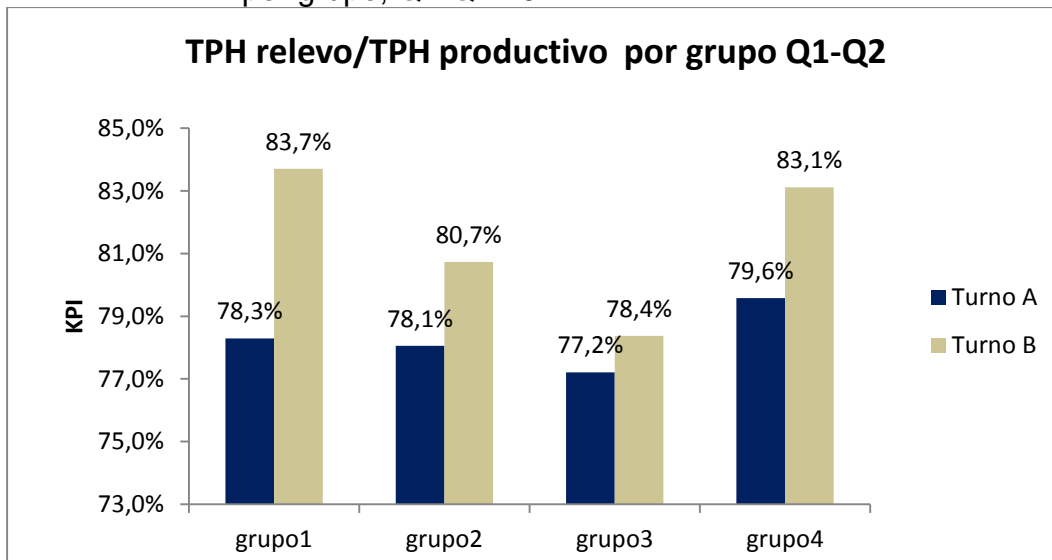
Ilustración 24: TPH por grupo periodo Q1-Q2



Fuente: Elaboración propia, con datos Dispatch

Ahora bien, si se estandariza el análisis, se puede considerar el KPI antes descrito que relaciona el TPH de relevo y el TPH productivo (cociente entre ambos) y observar cómo fue su comportamiento en los dos trimestres considerados. Esto es lo que se observa en la Ilustración 25 y efectivamente se aprecia una asimetría en el rendimiento y desempeño de cada uno de los grupos, en ambos turnos. Se tiene que el grupo 3 es el de peor desempeño, en el turno A como en el turno B, con un 77,2% y un 78,4% respectivamente. Por el contrario, el mejor grupo en el turno A es el grupo 4 y en el turno B el grupo 1, sin embargo, las caídas en TPH respecto al horario productivo son igualmente significativas para estos grupos, del orden de un 20%.

Ilustración 25: KPI TPH relevo/TPH productivo por grupo, Q1-Q2 2014



Fuente: Elaboración propia, con datos Dispatch

Todos los resultados antes mencionados y los números señalados de TPH productivo, de relevo y cambio de turno, más los KPI correspondientes a cada grupo, se detallan en el Cuadro 3 a continuación.

Cuadro 3: TPH relevo/ TPH productivo por grupo

TPH \ grupo	grupo1	grupo2	grupo3	grupo4
TPH relevo A	14.815	15.202	15.337	15.537
TPH productivo A	18.923	19.474	19.864	19.525
TPH cambio turno A	15.270	15.132	15.824	17.579
TPH rel / TPH prod	78,3%	78,1%	77,2%	79,6%
TPH relevo B	17.424	16.466	17.278	16.669
TPH productivo B	20.815	20.396	22.044	20.055
TPH cambio turno B	16.651	15.154	17.837	16.048
TPH rel / TPH prod	83,7%	80,7%	78,4%	83,1%

Fuente: Elaboración propia, con datos Dispatch

8.10. Diagnóstico post levantamiento situación actual

Una vez se realiza el levantamiento de información y procesos y el análisis de contexto de la situación actual referente a los procedimientos de relevo de la Operación de una manera integral, es decir con una visión de todos los agentes involucrados, Mina, Planta y Administrativos, se está en pie de realizar un diagnóstico final, para así identificar las oportunidades de mejora, que darán las directrices de un posterior rediseño de procesos de los procedimientos de relevo mina.

En primer lugar, en el diagnóstico se identifica una brecha de productividad real y esperada. En el contexto general de productividad se tiene que existe una brecha negativa entre los lineamientos estratégicos de la Operación en cuanto a productividad esperada y los niveles de productividad reales, ya que lo que se propuso es tener una productividad mayor o igual a 101 toneladas de cobre fino por trabajador y los niveles de productividad del año 2014, como referencia, es de 78 toneladas de Cobre fino por trabajador.

En segundo lugar se tiene un nivel de producción que no justifica una extra dotación. La mayor problemática que aquí se observa, es que el aumento significativo de la dotación, no se condice con el aumento de la producción anual de Cobre, es decir, que la producción no justifica la

incorporación de tantos nuevos trabajadores. Si bien, la necesidad de contratar nueva mano de obra es real, esto afecta directamente y de manera negativa a la productividad de la empresa, por lo que viene a respaldar nuevamente que la Operación Los Bronces se está viendo forzada a mejorar el performance y ajustar los procesos de los que pueda tener control si desea estar en un mejor pie, más competitivo, ya que actualmente, con los números indicados, solo se está aumentando los costos de producción. En cifras en el periodo 2010-2014 la producción aumentó un 83% y la dotación un 220%, lo que deja en evidencia una oportunidad de mejora en términos productivos.

Siguiendo, en tercer lugar, se está bajo un marco de un nuevo convenio colectivo más restrictivo, el cual está vigente hasta el año 2016 que restringe el horario de relevos a 3 horas, lo que obliga a que todos los trabajadores hayan terminado su horario de colación antes del fin de las 3 horas.

Luego, en cuarto lugar, existe un nuevo sistema de turnos, menos eficiente. En términos de eficiencia, los trabajadores tienen un nuevo sistema de turnos 4x4 (4 días de trabajo por 4 de descanso) de 12 horas laborales y 1 hora de colación, mientras que antes era un turno de 9x3, de 8 horas laborales y 30 minutos de colación. A esto también se suma que había 4 horas de horario de relevo (antiguo convenio colectivo) por lo que la distribución de los operadores, en particular de transporte, en este horario se podía hacer con mayor holgura, de manera más ordenada y sin la necesidad de detener camiones para que los operadores de transporte almorzaran dentro del horario contemplado. Situación muy contrastante se vive con el nuevo sistema. Por una parte, al hacer solo un cambio de turno al día, son menos las horas que se ven afectadas por este factor (cambio de turno), disminuyendo el impacto de los cambios de turno en productividad y por otra parte se tiene que la reducción del horario de relevo a 3 horas ha tenido como consecuencia que los operadores de transporte muchas veces tengan que detener camiones operativos para poder almorzar dentro del tiempo acordado para el nuevo horario de relevo, afectando más abruptamente la productividad en estas horas por motivos de relevo

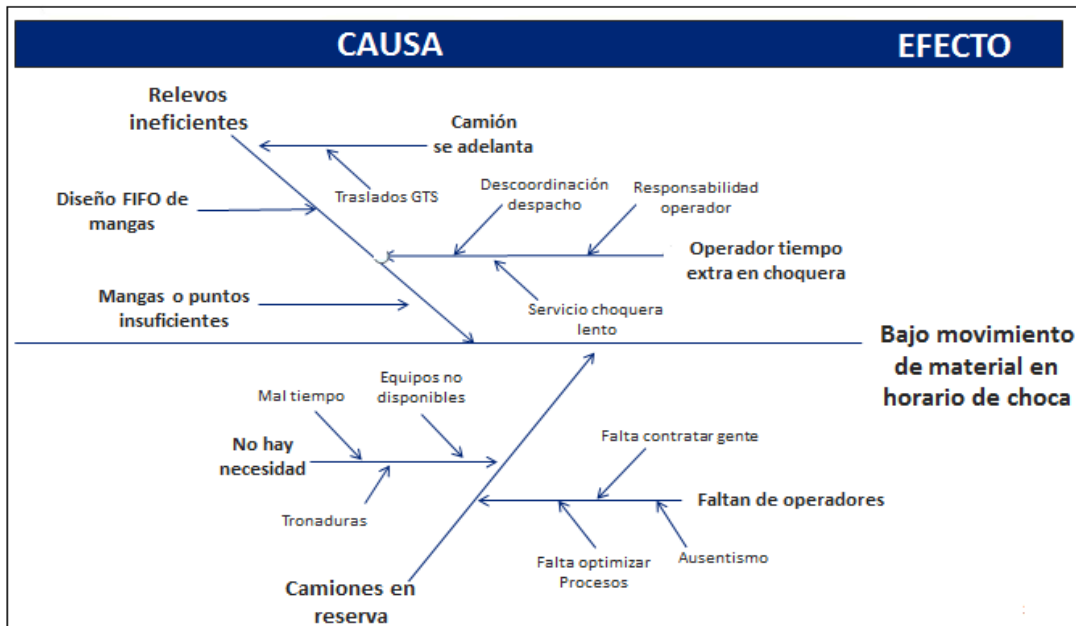
Otro punto importante que se presenta en quinto lugar, es la infraestructura deficiente asociada a los relevos en la Operación. Solo en la fase Infiernillo se pueden hacer relevos eficientes (descritos en la sección anterior de Infraestructura), donde los operadores cuentan con mangas de relevo afuera de la choquera Infiernillo para poder hacer el relevo de forma rápida y expedita, en cambio en los otros puntos de relevo, se necesita apoyo de la empresa GTS para poder trasladar los operadores a las choqueras y también una vez que estos hayan terminado de hacer su relevo, ya que ninguno de los puntos se encuentra cerca de la choquera San Francisco, lo que implica tiempos perdidos por traslados que hacen que el operador al final esté no operativo un tiempo mayor a los 60 minutos de colación acordados en el convenio colectivo, lo que afecta directamente en los relevos, ya que el

operador relevado se demora más en estar nuevamente en condiciones y poder relevar a otro operador (tiempo traslado + 60 minutos + tiempo traslado de vuelta), lo que se traduce en un menor número de relevos en las 3 horas de convenio colectivo, obligando de esta forma a los despachadores a tener que detener camiones, para que los operadores alcancen a almorzar dentro del horario estipulado.

En penúltimo lugar, se observa que GTS no cumple el rendimiento esperado. La empresa GTS es la encargada de trasladar operadores al interior de la mina, y esta no está cumpliendo los requerimientos impuestos por Anglo American, lo que en particular afecta al traslado de operadores de transporte en horarios de colación, dificultando la ejecución de procedimientos de relevo expeditos.

Finalmente, se identifica una diversidad en los procesos y rendimiento. Cada uno de los cuatro grupos de transporte de la Operación tienen una forma de trabajar distinta, es decir, no existe una estandarización de los procesos, en particular a la hora de hacer los relevos lo que se evidencia al hacer el diagrama de procesos de cada uno de los grupos y se respalda en el análisis de productividad diario de cada uno de los grupos, lo cual muestra diferentes rendimientos de cada grupo. A esto también se suma que no existe un encargado estándar en cada grupo para hacer el relevo. En algunos, las tareas las realiza el Jefe General, mientras que las mismas tareas en otro grupo las realiza el Despachador y todas en base a la experiencia laboral de cada uno, no siguiendo un procedimiento o conducto regular.

Ilustración 26: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 26, se muestra un Diagrama de Ishikawa con las causas identificadas después del levantamiento de la situación inicial, las cuales explican la caída en la productividad en los horarios de relevo, caída que se traduce en un bajo movimiento mina (material).

9. Rediseño de los procedimientos de relevo

Dado el levantamiento de información presentado anteriormente y habiendo identificado y realizado el diagnóstico, de las mayores oportunidades de mejora al interior de la Operación según su situación actual, se puede entonces realizar el Rediseño de Procedimientos de Relevo Mina de la flota de transporte de la Operación Los Bronces, la cual debe considerar los aspectos tratados en el diagnóstico.

Lo que se busca con el rediseño es disminuir la varianza del movimiento mina entre los distintos grupos de la flota de transporte en horario de colación y de esta forma aumentar el TPH en este mismo horario, aparte de poder tener mayor control sobre las variables y los procesos que están involucrados en los procedimientos de relevo. De esta forma lo que se pretende es considerar todos los aspectos de todos los agentes involucrados en la coordinación de los relevos, Operadores, Despachadores de la mina, Jefe General y Despachador GTS para poder estandarizar los procesos y así lograr el objetivo de aumentar el movimiento mina en horarios de relevo. Señalar también, que el rediseño de procesos se realiza considerando las mismas condiciones que las de la situación actual descrita, en términos de infraestructura y dotación de personal asociada a los relevos, es decir no se deben considerar dentro de las opciones de rediseño, nuevos casinos o mangas de relevo en lo extenso de la Operación y este se definirá como un “Procedimiento Único de Relevo”, por el cual los cuatro grupos deberán regirse.

Finalmente, dado que un rediseño de los procedimientos de relevo mina se presenta como la gran oportunidad de mejora de productividad, se tiene un compromiso por parte de todas las áreas de la mina, permitiendo así la facilitación de las actividades y trabajos con equipos multidisciplinarios.

9.1. Consideraciones

Es importante tener presente algunas condiciones sobre ciertos ítems antes de realizar el rediseño como tal. Estas tienen que ver con profundizar y dejar de manifiesto aún más lo que sucede actualmente en lo que refiere a los procedimientos de relevo. Lo primero es señalar sobre cómo se organiza la flota de transporte actualmente al inicio de un turno y los parámetros importantes que se han de conocer para una mayor comprensión de los hechos. Estos son:

- Operadores al comienzo del turno
- Camiones operativos

- Operadores Stand by o grupo de reserva
- Programa de Formación
- Camiones detenidos

En principio hay que destacar que es muy complicado definir parámetros estándar ya que todos los grupos de la flota de transporte se comportan de manera independiente, como se observa en el modelo de procesos de cada uno de los grupos, y lo que es más, entre ellos mismos tampoco existen parámetros comunes o algún procedimiento estándar para operar, más bien todo se basa en una improvisación diaria basada en la experiencia del Despachador y Jefe General (o en su caso en Administrador de Despacho), sin protocolo ni conducto regular, sin embargo, gracias al trabajo conjunto con operadores y despachadores, en reuniones semanales con equipos multidisciplinarios y mediante workshops con operadores de transporte, se logra alinear “parámetros estándares promedios” para las variables antes listadas. Lo importante de esto es tener una línea base para empezar el trabajo, es por esto que se define en conjunto con los Despachadores esta importante tarea. De esta forma se tiene que cada turno de trabajo cuenta con 65 operadores de transporte al inicio, pero solo comienzan a operar en el día un promedio de 52 camiones, los cuales se denominan camiones operativos, es decir, quedan 13 operadores sin operar camiones al comienzo del turno y estos son los que se conocen como operadores de reserva o “stand by”, sin embargo también se cuenta en el periodo con un Programa de Formación, el cual refiere a la capacitación y posterior incorporación de nuevos operadores a la Operación. Para el caso del grupo de transporte, existen actualmente 9 operadores del Programa de Formación para cada uno de los grupos (un total de 36), y sobre estos es posible apalancarse para tener un mayor número de operadores “stand by” o grupo de reserva, pasando de ser 13 por grupo a 22, los cuales serán al fin y al cabo los relevadores que iniciarán el procedimiento de relevo en horarios de colación. Si bien, como se dijo, también son parte del grupo de reserva, es conveniente hacer la precisión del origen de estos operadores. Finalmente respecto a los camiones detenidos, no es posible llegar a un número promedio que sirva de parámetro, ya que es uno de los temas más sensibles en cuanto al costo de oportunidad y por ende se infiere que para todos es una variable que hay que tenerla controlada, minimizando el número, sin embargo en la práctica y analizando el Dispatch Control hora por hora, se tiene un comportamiento totalmente heterogéneo entre los grupos e incluso, es más, entre un mismo grupo en distinto día y turno, lo que deja en evidencia la planificación “diaria” e improvisada de los procedimientos. Por todo esto, es fundamental, con los recursos antes mencionados, enfocar el rediseño en minimizar la cantidad de camiones detenidos en horarios de colación.

9.2. Características de un Procedimiento Único de Relevó

Dado que cada grupo de transporte procede de una manera independiente, se hace indispensable y urgente estandarizar los procedimientos de relevó mina, en un único procedimiento, lo que permite generar control sobre los procesos y por ende optar a mejorar estos mismos procesos cuando así sea necesario y lo más importante de manera integral, es decir siendo transversal a toda la organización, para que todos se hagan responsable en parte de la gran oportunidad que se presenta en la Operación.

Para esto, el nuevo Procedimiento Único de Relevó debe poseer las siguientes características.

- Debe ser profesionalizado y no basarse solo en la intuición y experiencia laboral diaria.
- Ser referente para todos los grupos de operadores de transporte.
- Ser construido sobre la base de las buenas prácticas de los mismos operadores y equipos de Despacho, con objetivo de que este sea simple, de fácil implementación, controlable y aceptado por los operadores de transporte.
- Estar alineado con los objetivos estratégicos de la compañía para la Operación Los Bronces.
- Maximizar productividad en términos de TPH en horario de relevó, con recursos actuales.

9.3. Procedimientos de relevó actuales

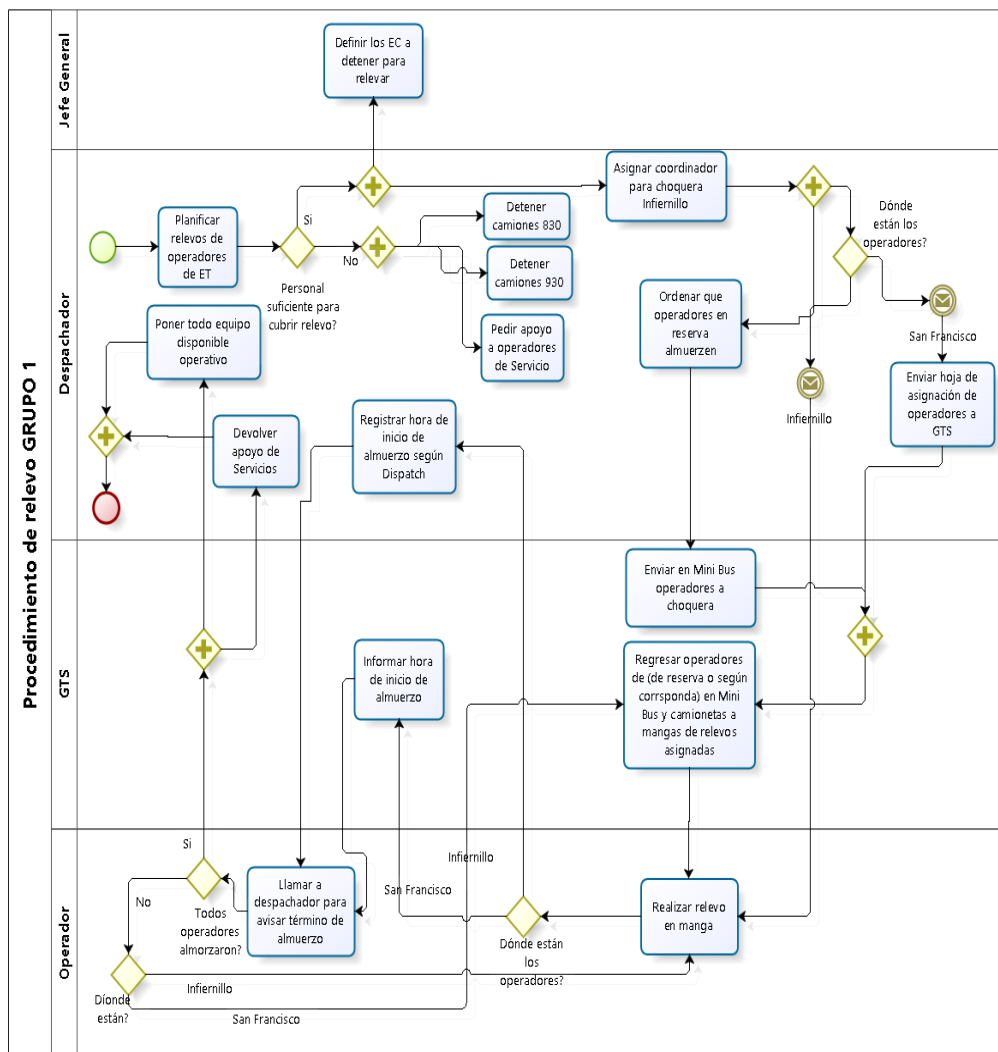
La intención de realizar un levantamiento de los procesos es poder clarificar en detalle cómo funcionan los procedimientos de relevó actuales.

Lo que se hace es un levantamiento de información a partir de la data de Dispatch y las observaciones en terreno y luego de esto, se realiza un levantamiento de procesos de cada uno de los grupos para así describir en detalle que es lo cada grupo realiza en la Operación y eventualmente que esto sirva para explicar las diferencias, que no debiesen existir. Señalar que toda la información levantada de los procesos de cada uno de los grupos se obtiene a partir de workshops de trabajo con los mismos operadores de la flota de transporte y los correspondientes despachadores de cada uno de los grupos, tanto de la mina como de la empresa de transporte GTS, esto con la idea de tener una visión real de la situación actual de los relevos. Para esto,

se hace una modelación de los procedimientos de cada grupo mediante el software Bizagi Process Modeller, el cual se basa en la notación BPMN para modelar procesos de negocios.

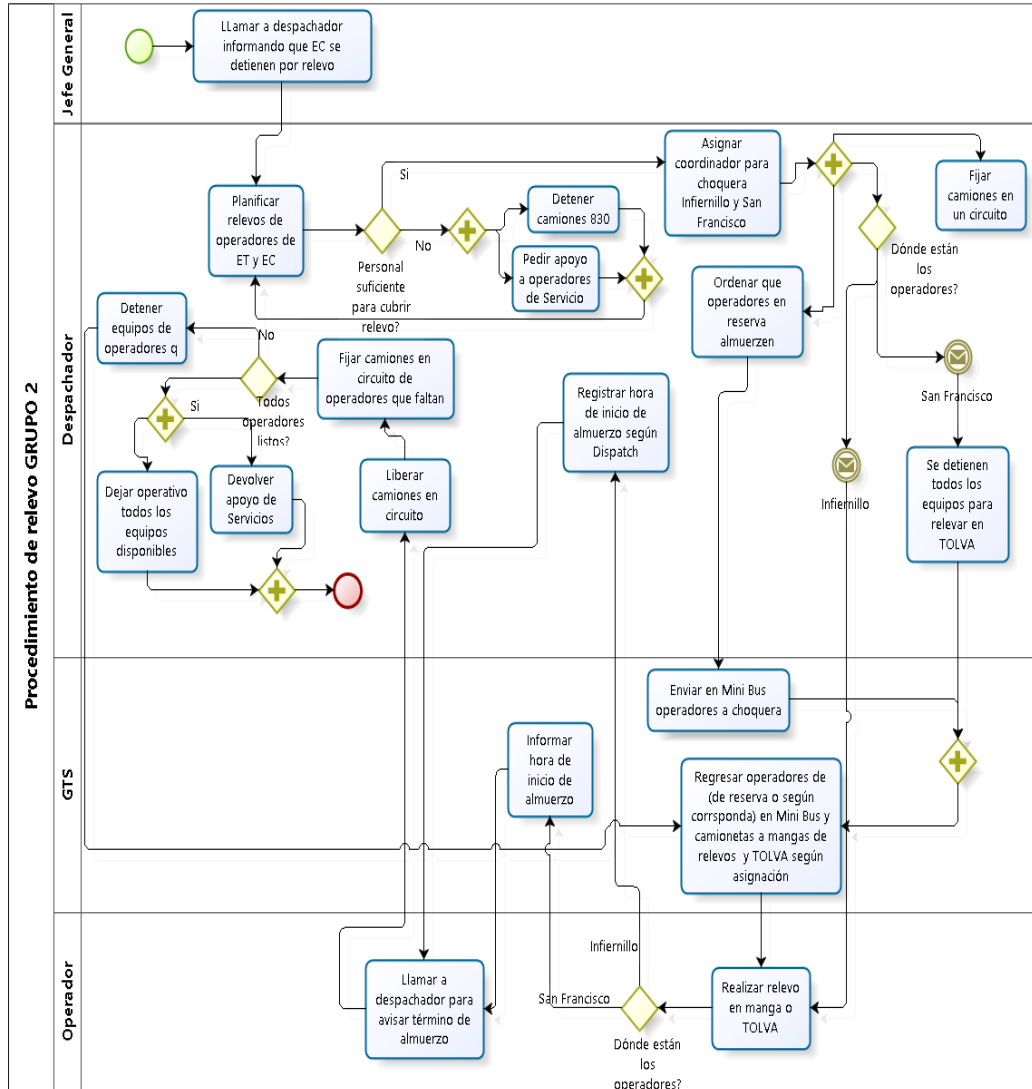
A continuación se presenta el diseño de procesos de cada grupo de operadores de transporte. Considerar en la notación de los diagramas, la sigla EC como Equipo de Carguío (palas que suben el material removido a los camiones)

Ilustración 27: Procedimiento de relevo GRUPO 1



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28: Procedimiento de relevo GRUPO 2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29: Procedimiento de relevo GRUPO 3

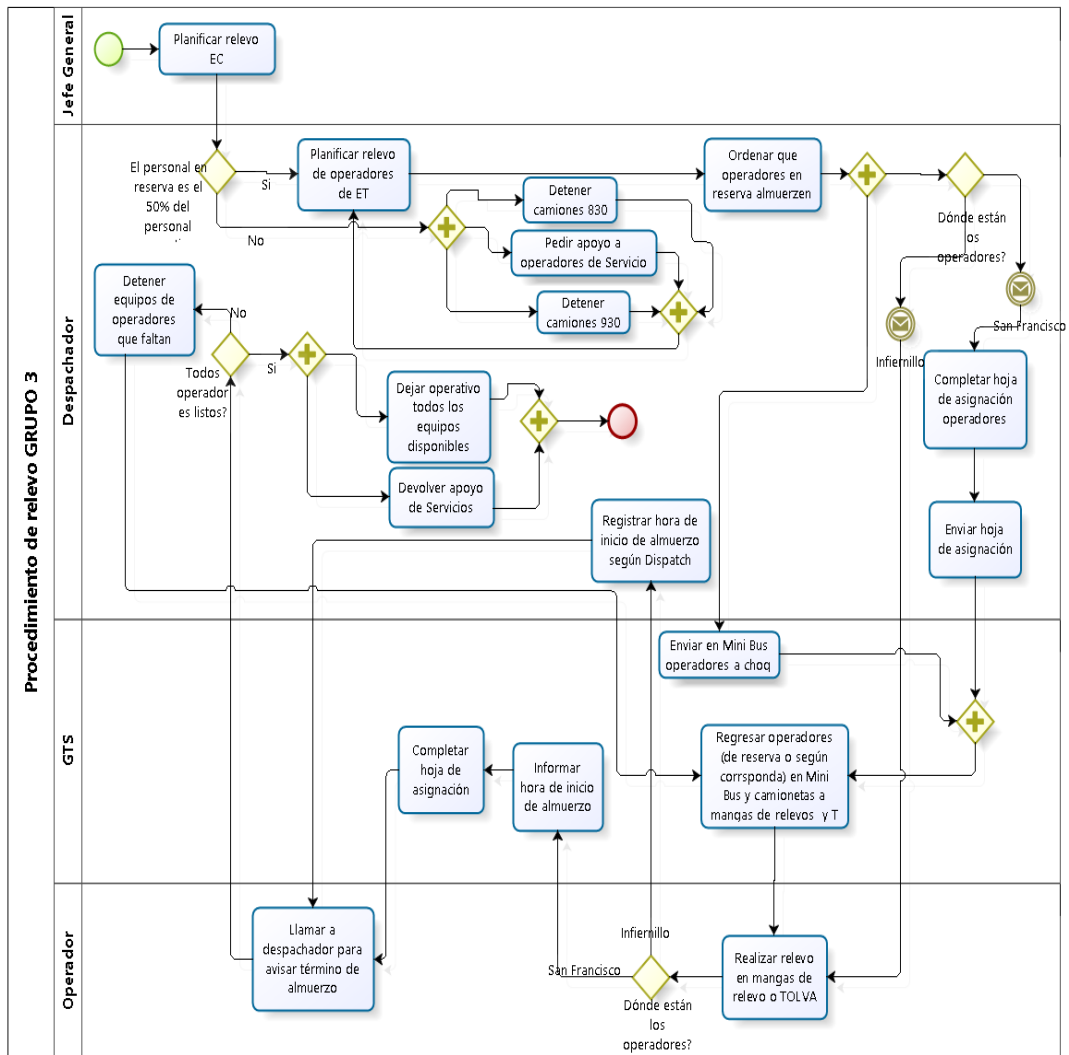
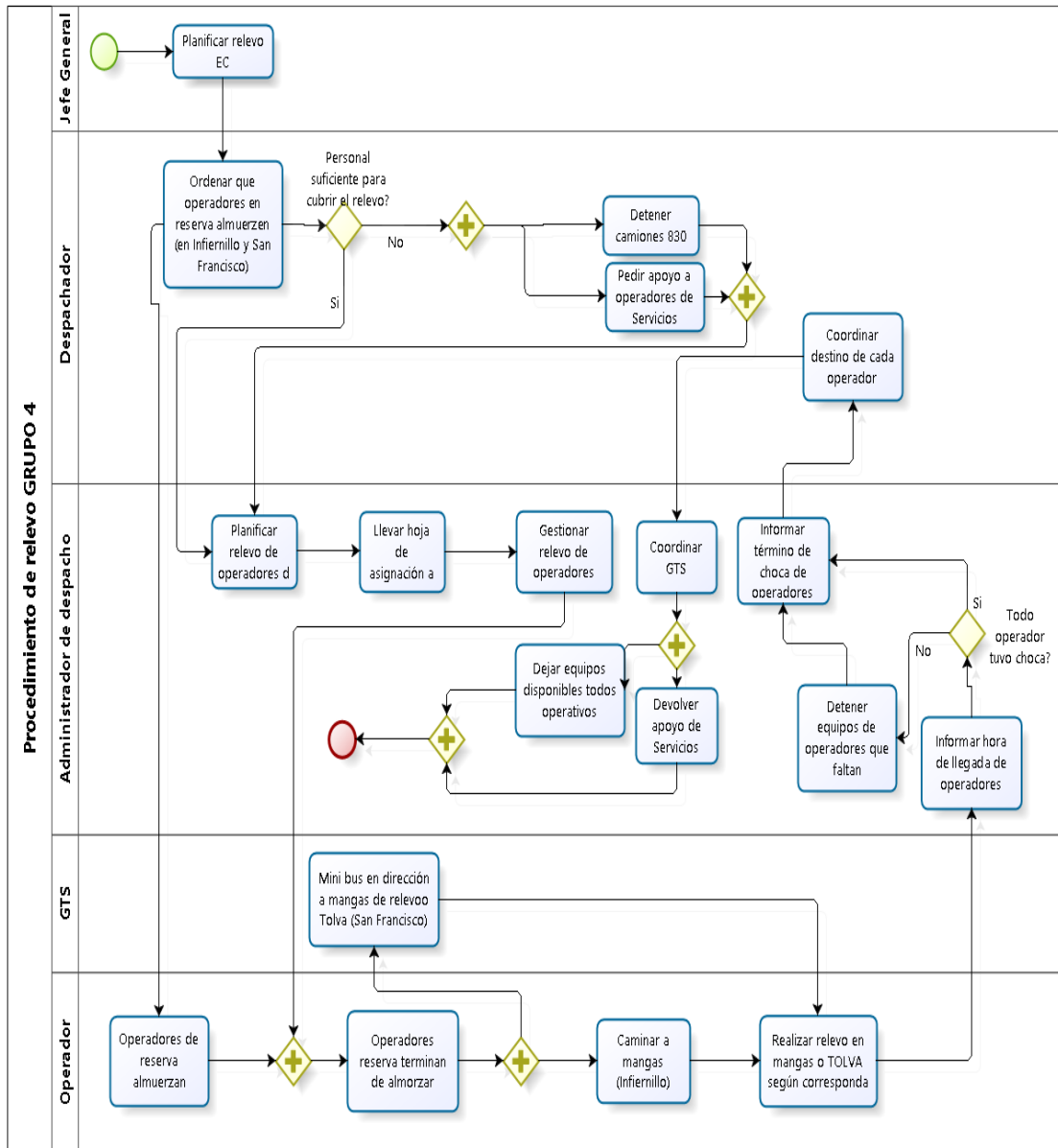


Ilustración 30: Procedimiento de relevo GRUPO 4



Fuente: Elaboración propia

Más que entrar al detalle y analizar todos los procesos de cada uno de los cuatro grupos, lo importante es rescatar algunas particularidades que distinguen los grupos entre sí y que son por ende variables que se deben analizar a la hora de querer abordar una solución. Estas son, los responsables de coordinar los relevos, los cuales son distintos entre los grupos, en algunos casos es el despachador y en otras el Jefe General. Otra variable importante, es la decisión de qué tipo de camiones detener cuando no se tienen operadores disponibles para el relevo. Algunos deciden detener camiones 830, otros prefieren detener camiones 930 y otros detener una mix de ambos. Finalmente, otra variable importante y que también se encuentra aleatoria entre grupos actualmente, es la decisión de qué choqueras o casinos ocupar. Hay grupos que se inclinan solo por hacer relevos en las mangas de relevo y otros que también ocupan estacionamientos, lo cual implica contar con el servicio de GTS para traslados desde estacionamientos a casinos. Esto marca una gran diferencia a la hora de optimizar los tiempos en los horarios de relevo. Así es como se tienen procedimientos de relevo no estandarizados, los cuales a su vez, explican la diversidad en los resultados operacionales de cada grupo.

A continuación, en el Cuadro 4, se presenta la información de manera ordenada, que se puede extraer a partir del modelamiento de los procesos de los acontecimientos más relevantes en el desarrollo diario de los procedimientos de relevo donde también se puede observar lo antes descrito, las diferencias que existen en los procedimientos de relevo de cada grupo. En la primera parte se observa lo correspondiente a los grupos 1 y 2, mientras que en la segunda parte de la tabla, se encuentra la información correspondiente a los grupos 3 y 4, para los mismos eventos.

Cuadro 4: Diferentes prácticas de procedimientos de relevo entre grupos

	GRUPO 1	GRUPO 2
Hora de inicio	10:00-10:30	10:00-10:30
Choqueras utilizadas	Infiernillo y San Fco.	Infiernillo y San Fco.
Lugar donde realizan relevos	Todas las mangas.	Mangas de infiernillo y estacionamiento tolva.
Medidas que se toman para que todo operador realice su choca	Ninguna, disponen de suficiente personal.	A las 14:20 detienen equipos de operadores que faltan por choquear.
Coordinación primera tanda de operadores a choquear	Asignan un coordinador de la choquera de infiernillo.	Asignan un coordinador por choquera que se encarga de llevar a los operadores.

¿Cómo registran la hora en que llega la segunda tanda de operadores a choquera?	GTS avisa hora que llegan operadores a la choquera San Fco. Se obtiene información de dispatch para relevo en infiernillo.	Se obtiene información de dispatch
Tareas del JG	Definir EC a detener y coordinar relevo de estos	Definir EC a detener.

	GRUPO 3	GRUPO 4
Hora de inicio	10:00-10:30	11:30-12:00
Choqueras utilizadas	Infiernillo y San Fco.	San Francisco
Lugar donde realizan relevos	Todas las mangas.	Manga choquera, prim y estacionamiento tolva.
Medidas que se toman para que todo operador realice su choqa	Personal en reserva es el 50% del personal operativo.	A las 15:00 detienen equipos de operadores que faltan por choquear.
Coordinación primera tanda de operadores a choquear	A medida que hay operadores en reserva los envían a las choqueras.	A medida que hay operadores en reserve los envían a las choqueras.
¿Cómo registran la hora en que llega la segunda tanda de operadores a choquera?	GTS avisa hora que llegan operadores a la choquera San Fco.	AD está en choquera registrando la hora de inicio en San Fco. Se obtiene información de dispatch para relevo en infiernillo.
Tareas del JG	Definir EC a detener y planificar relevo de estos.	Definir EC a detener y planificar relevo de los operadores de estos.

Fuente: Elaboración propia

9.4. Rediseño de los procedimientos de relevo

Dado todo lo antes descrito, es que se procede a trabajar en un Rediseño de los procedimientos de relevo mina, con el fin de estandarizar un procedimiento para los cuatro grupos de operadores de la flota de transporte, a partir de las buenas prácticas que se identificaron en el levantamiento de los procesos de cada grupo.

Así es como finalmente se llega a dos propuestas de Rediseño, las cuales se diferencian en el porcentaje del cumplimiento del Convenio Colectivo, una que cumple un 77% del Convenio Colectivo y una segunda que cumple un 100% del Convenio Colectivo, entendiendo como cumplimiento, la cantidad de operadores que almuerzan dentro del horario pactado en el Convenio, es decir, en la primera propuesta un 77% de los operadores almuerza entre las 12:30 y 15:30 (Turno A) y entre las 00:30 y 03:30 (Turno B), mientras que en la segunda, todos almuerzan dentro de estos horarios establecidos.

En lo primero que se hace necesario trabajar, es el cumplimiento de los requerimientos de Transporte GTS, ya que es el soporte logístico al interior de la Operación y por ende es clave para un desarrollo eficiente de los procedimientos de relevo, ya que si no se cuenta con los transportes para trasladar a los operadores, todo el proceso comienza con atrasos.

Como se mencionó en un apartado anterior, el requerimiento GTS en horario de relevo es de 16 personas, 12 para manejar camionetas y 4 para manejar minibuses, los cuales deben distribuirse de la siguiente forma en las choqueras:

Cuadro 5: Requerimiento GTS en horario de relevo

Requerimiento GTS en Horario Relevo	
Choquera San Francisco	Personas
Conductores de Camioneta	11
Conductores de Minibus	3
Choquera Infiernilo	Personas
Conductores de Camioneta	1
Conductores de Minibus	1
TOTAL	16

Fuente: Elaboración propia

La situación inicial, en la práctica, es la que se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6: Distribución inicial en Horario de relevo GTS

Distribución en Horario Relevo x Grupo GTS				
Conductores en Colación CH. S F	12:30 a 13:30	13:30 a 14:30	14:30 a 15:30	Promedio
Conductores de Camioneta	4	3	4	
Conductores de Minibus	1	1	1	
TOTAL	5/16	4/16	5/16	
% Dotación NO Operativa	31%	25%	31%	29%
Conductores Operativos CH. S F	12:30 a 13:30	13:30 a 14:30	14:30 a 15:30	
Conductores de Camioneta	7	8	7	
Conductores de Minibus	2	2	2	
TOTAL	9	10	9	
% Dotación Operativa Ch S F	56%	62%	56%	58%
Conductores Operativos CH. Inf.	12:30 a 13:30	13:30 a 14:30	14:30 a 15:30	
Conductores de Camioneta	1	1	1	
Conductores de Minibus	1	1	1	
TOTAL	2	2	2	
% Dotación Operativa Ch. Inf	13%	13%	13%	13%

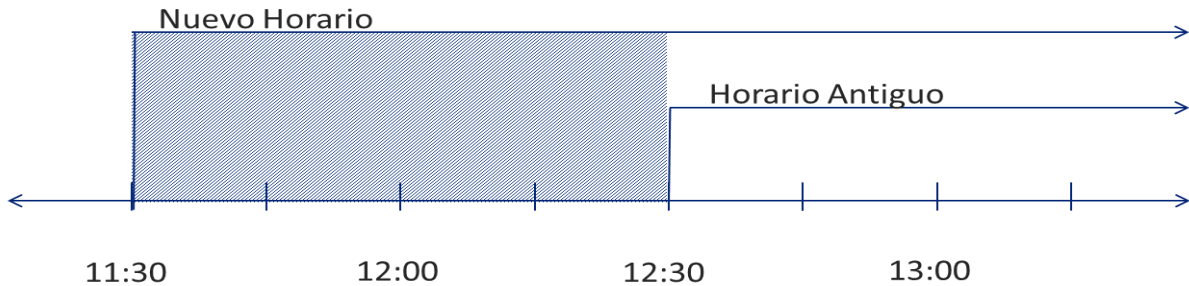
Fuente: Elaboración propia

En promedio, el 29% del personal GTS está en horario de colación; un 58% promedio de operatividad en Choquera San Francisco y 13% en Infiernillo.

En relación a la Operatividad Total, considerando las 02 Choqueras de la Mina, el **Promedio de Operatividad del Transporte GTS es de una 71%** (i.e. 13%+ 58%) de la dotación GTS, debido a el horario de almuerzo-colación de los operadores GTS. A diferencia del 100% de cumplimiento en horario de cambio de turno.

Por este motivo lo primero fue resolver este punto y siempre con la idea de mantener recursos, humanos en este caso, es decir, no contratando nuevos operadores. De esta forma, la solución encontrada es negociar y acordar con "SODEXO", quienes administran los almuerzos, y "GTS", que el horario de colación para estos operadores se adelantará **en una hora**. Así, los operadores GTS comienzan su choca a las 11:30 a.m. (turno A) y así hay mayor disponibilidad de camionetas y minibuses cuando comienza la hora de los relevos (12:30). Esto se muestra en la Ilustración 31.

Ilustración 31: Nuevo horario de relevo, operadores GTS



Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de esta medida, sumado a la asignación más eficiente de operadores, la disponibilidad de camionetas y minibuses para el traslado de operadores durante el relevo de choca aumenta desde un 71% a un 88% (75% Ch Sn Fco. + 13% Ch Infiernillo), lo que se puede observar en el Cuadro 7:

Cuadro 7: Distribución horario de relevo GTS

Distribución en Horario Relevo x Grupo GTS					
Conductores en Colación CH. S F	11:30 a 12:30	12:30 a 13:30	13:30 a 14:30	14:30 a 15:30	Prom
Conductores de Camioneta	8	4	0	0	
Conductores de Minibus	2	2	0	0	
TOTAL	10	6	0	0	
% Dotación NO Operativa	63%	38%	0%	0%	13%
Conductores Operativos CH. S F	12:30 a 13:30	12:30 a 13:30	13:30 a 14:30	14:30 a 15:30	
Conductores de Camioneta	3	7	11	11	
Conductores de Minibus	1	1	3	3	
TOTAL	4	8	14	14	
% Dotación Operativa Ch S F	25%	50%	88%	88%	75%
Conductores Operativos CH. Inf.	12:30 a 13:30	12:30 a 13:30	13:30 a 14:30	14:30 a 15:30	
Conductores de Camioneta	1	1	1	1	
Conductores de Minibus	1	1	1	1	
TOTAL	2	2	2	2	
% Dotación Operativa Ch. Inf	13%	13%	13%	13%	13%

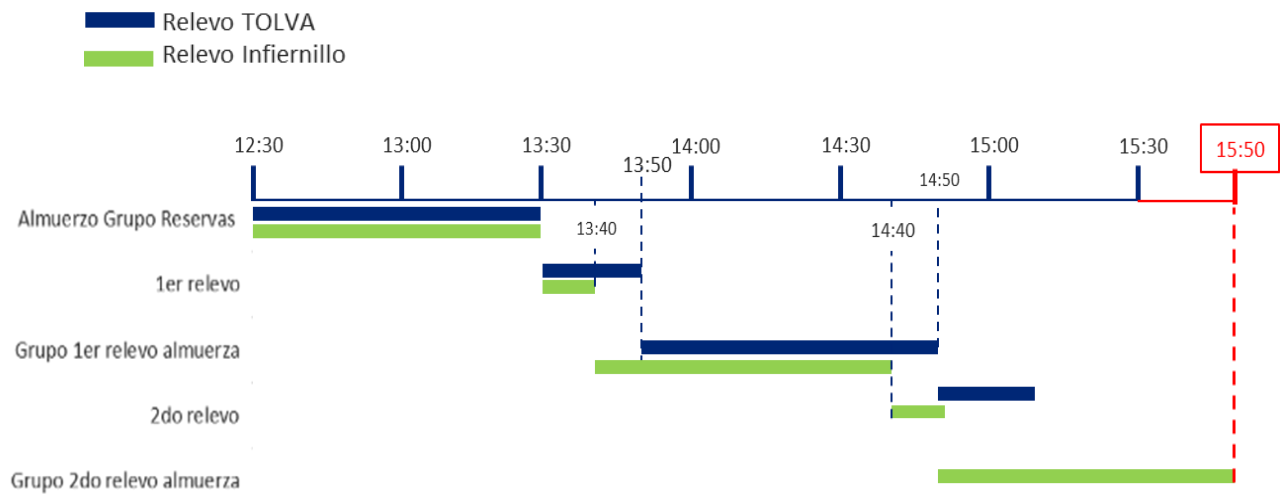
Fuente: Elaboración propia

Ya con un promedio de operatividad de Transporte GTS mejorado, se está en pie de poder enfocar todos los esfuerzos en los procesos de los procedimientos de relevo mina como tal.

Luego de todo el levantamiento de los procesos de cada grupo, la primera solución y propuesta de procedimiento de relevo estandarizada es bastante simplista y se enfoca en su totalidad, en hacer cumplir el Convenio Colectivo vigente, es decir, que todos los operadores de la flota de transporte almuercen en el horario estipulado. De esta forma lo que se puede hacer no es mucho, ya que no hay muchas variables que se puedan manipular, ya que ocurre lo siguiente, independiente si el relevo se hace en la choquera San Francisco o en la choquera Infiernillo. Notar y recordar que en Infiernillo existen mangas de relevo que agilizan el relevo como tal, mientras que en San Francisco, no existen mangas de relevo en la choquera, por lo que operadores deben estacionar camiones en el estacionamiento llamando TOLVA y hacer uso de Transporte GTS para ir a las choqueras, por lo que el relevo demora más en tiempo.

Entonces el escenario, suponiendo Turno A, es el siguiente.

Ilustración 32: Relevo en Tolva e Infiernillo



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la Ilustración 32, una línea de tiempo que va de las 12:30 hrs a las 15:30 hrs, que corresponde a las horas de relevo del Turno A. En color azul se muestran los tiempos de relevo en Tolva (20 minutos), para ir a la choquera San Francisco y en verde se muestran los tiempos de relevo en las mangas de Infiernillo que como se espera, son menores por relevo (10 minutos). Entonces si se hace el

análisis de las barras azules, se observa que el grupo de reserva (22 operadores) almuerza **al inicio del horario de relevo**, 12:30 hrs y terminan a las 13:30 hrs. Luego se realiza el primer relevo, de 13:30 hrs a 13:50 hrs. Por consiguiente, el primer grupo relevado almuerza de 13:50 hrs a 14:50 hrs y por ende el segundo relevo dura hasta las 15:10 hrs, quedando solo 20 minutos del Convenio Colectivo para que almuercen los operadores. Con esto se concluye que el horario comprendido no alcanza para dos relevos, sino que solo para uno. El mismo análisis y resultado se puede hacer para la choquera Infiernillo donde el relevo es inclusive más rápido.

Dado que no se tiene manga para realizar otras estrategias, la única opción que existe es hacer solo un relevo, por lo que se relevarán 22 operadores, gracias al grupo de reserva, y los otros 30 operadores restantes (de los 52 camiones operativos), se ven obligados a detener los camiones. Es decir, con esta propuesta se deben detener 30 camiones, por al menos una hora y media si se considera la hora de colación, los traslados y puesta en marcha del camión.

Con esta propuesta se espera un $\%(\text{TPH relevo}/\text{TPH productivo})=77,5\%$, el cual es un número teórico que se calcula con el supuesto que un camión mueve 432 toneladas por hora en la Operación (según IMO, Informe Mensual de Operaciones). Luego 52 camiones mueven 22.464 toneladas por hora (TPH), que es el TPH productivo. Por su parte, el TPH de relevo se calcula como el TPH productivo recién calculado, menos la detención de los camiones, donde se consideran los 30 camiones detenidos más 10 minutos de detención (promedio) de los camiones relevados, y corresponde a 17.208 toneladas. Finalmente $17.208/22.464=0,766$. Notar que en esta propuesta da igual el lugar donde se realice el relevo, ya que la eficiencia del relevo, la logística y la coordinación no son variables significativas, ya que independiente del lugar del relevo, se alcanza a relevar solo 22 operadores.

Luego la primera propuesta se resume a continuación.

Cuadro 8: Propuesta 1 Rediseño de procesos, 100% CC

Propuesta 1	100% CC
Tandas de relevo	1
Relevadores (grupo de reserva)	22
Camiones estacionados	30
TPH productivo real	22.464
TPH relevo	17.406
% (TPH relevo/TPH productivo)	76,6%

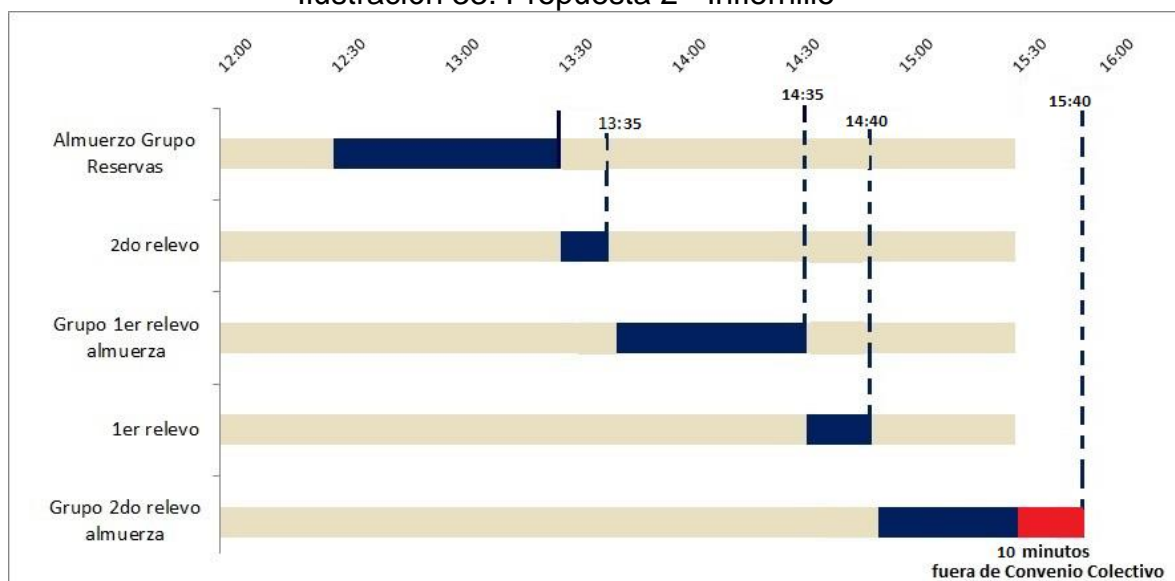
La segunda propuesta en cambio, relaja la condición del cumplimiento del Convenio Colectivo en su 100% y lo que pretende es maximizar el $\%(\text{TPH relevo}/\text{TPH productivo})$ y también el cumplimiento del CC.

En este caso, hay variables que se deben tener presentes y que juegan un rol fundamental en el desarrollo de la propuesta, como lo son los distintos tiempos de relevo en cada fase de la Operación, el tráfico al interior de esta misma y por consecuencia, la cantidad de operadores destinados a cada punto para realizar el relevo.

Aquí juega un rol importantísimo, el taller de estandarización que se realiza con los despachadores de los distintos grupos de la mina, con los despachadores GTS y con parte del equipo de la Gerencia Mina y Planta, ya que resulta ser que la realidad muchas veces dista de lo que se cree que ocurre, cuando no se está en terreno. En definitiva, el conocimiento de los operadores y la identificación de sus buenas prácticas resultan fundamentales para formular una buena propuesta y que esta sea integral y transversal a todos los involucrados. Es así como se definen 3 lugares donde hacer el relevo, las mangas de Infiernillo donde el relevo demora 5 minutos, en el estacionamiento TOLVA donde el relevo demora 15 minutos y en Donoso, en las mangas de chancado y ex choquera, donde el relevo demora 10 minutos (si bien son mangas de relevo y debiese ser rápido, el traslado a la choquera demora un tiempo mayor).

En la Ilustración 33, se muestra el detalle de los tiempos de Infiernillo, donde se inicia el almuerzo con 10 operadores de reserva, luego en dos tandas de relevo, se pueden relevar 10 camiones en cada una, relevando un total de 20 camiones de los 52 operativos, sin embargo los operadores que almuerzan después del segundo relevo, caen fuera del horario del Convenio Colectivo en 10 minutos.

Ilustración 33: Propuesta 2 - Infiernillo

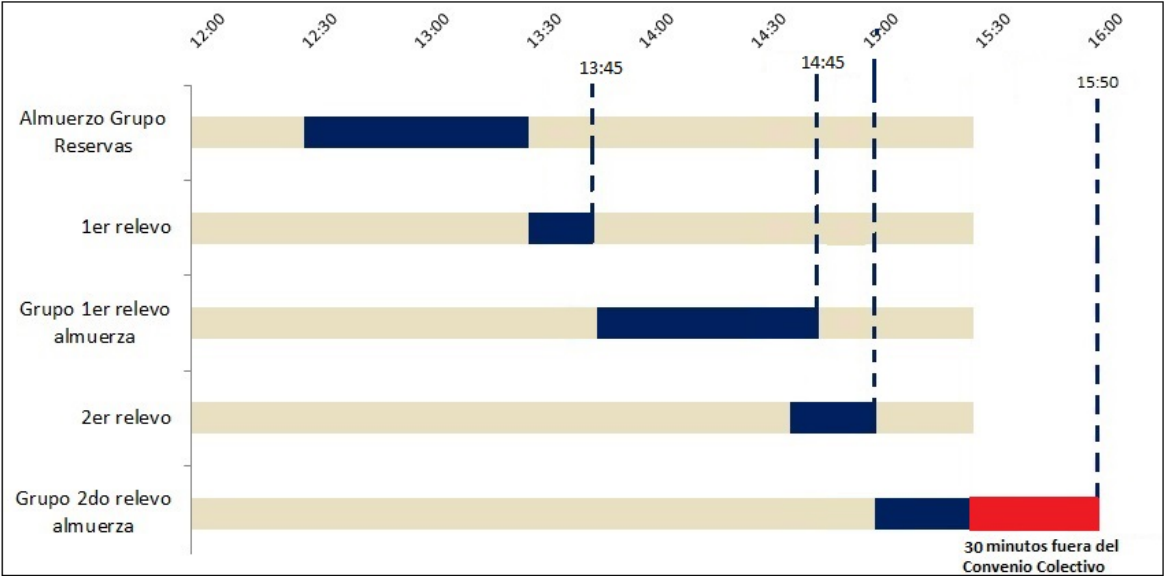


Fuente: Elaboración propia

En el caso del estacionamiento TOLVA, el relevo es más largo, por lo que implica estacionar el camión, apagarlo y luego bajarse de este. Por este motivo se

asignan 5 operadores de reserva solamente a este punto y se realizan dos tandas de relevo al igual que en Infiernillo. En este lugar se pueden relevar 10 camiones de los 52 operativos después de dos tandas, sin embargo, igual que antes, los últimos 5 operadores caen fuera del horario del Convenio Colectivo en 30 minutos. Esto se puede observar en la siguiente Ilustración.

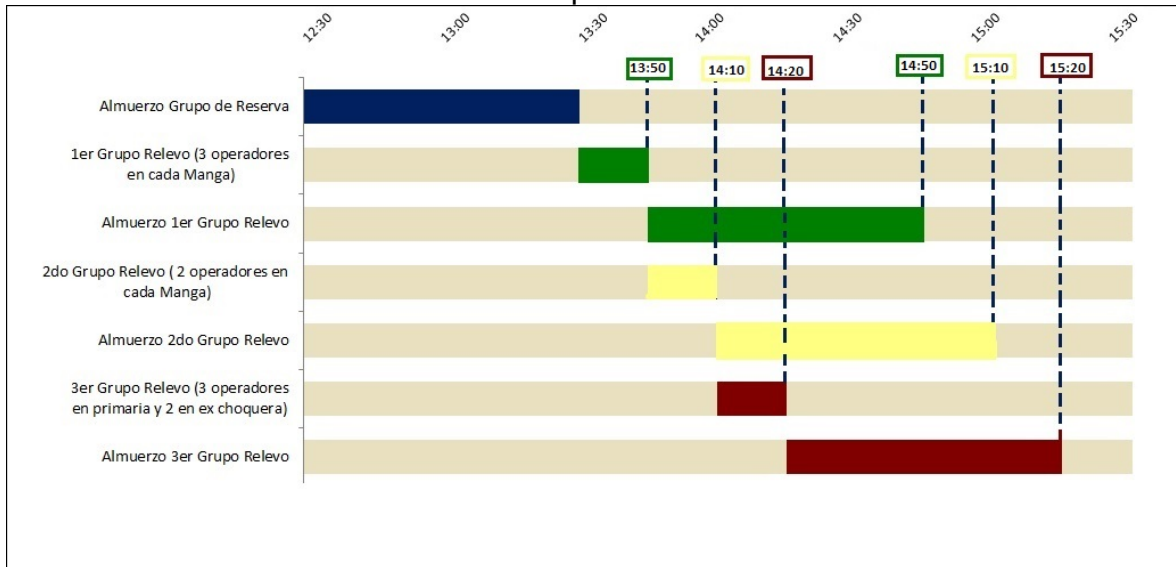
Ilustración 34: Propuesta 2 - Tolva



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el caso de Donoso, donde se releva en dos mangas distintas, una llamada manga de chancado y otra conocida como la manga de la ex choquera Donoso, se tiene la situación más compleja, porque a pesar de relevar en manga se necesita de asistencia GTS, ya que estas mangas se encuentran lejos de la choquera San Francisco y se agrega el problema de tráfico en el camino que conecta las mangas con la choquera, por lo que se decide realizar solo una tanda de relevo, pero por partes, es decir realizar 3 sub relevos cada 10 minutos, con tal de no atochar el camino. Se asignan 15 operadores de reserva y se releven 6 operadores en el primer sub relevo (3 en cada manga), luego de esto se esperan 10 minutos y se releven 2 operadores en cada manga y finalmente, 10 minutos después, nuevamente, se releven 3 operadores en una manga y 2 en la otra. De esta forma se pueden relevar 15 de los 52 camiones operativos totales y todos los operadores caen dentro del horario definido en el Convenio Colectivo. Esto es lo que se observa en la Ilustración 35.

Ilustración 35: Propuesta 2 - Donoso



Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se tiene que en los tres lugares escogidos se pueden relevar en total 45 camiones de los 52 operativos al comienzo del turno, lo que implica que solo se debieran detener 7 camiones (a diferencia de los 30 en la primera propuesta), sin embargo esta propuesta requiere de un número mayor de operadores de reserva, no basta con 22 y para esto se coordina con las áreas de Carguío y Servicios para que pongan operadores de sus áreas al servicio de los relevos. Así entonces, se tiene con esta propuesta, teóricamente, un % (TPH relevo/TPH productivo) de 91,5% y un cumplimiento de un 77% del Convenio Colectivo, ya que 10 operadores en Infiernillo y 5 en Tolva no alcanzan a estar dentro. Luego solo 50 de los 65 operadores cumplen el CC, lo que es equivalente a un 77%.

En el siguiente Cuadro, se puede observar toda la información antes descrita.

Cuadro 9: Propuesta 2 Rediseño de procesos,77% CC

Propuesta 2 - 77% CC			
	tandas de relevo	relevadores	total camiones relevados
Infiernillo	2	10	20
Tolva	2	5	10
Donoso	1	15	14
TOTAL		30	44
TPH productivo real	22.464		
TPH relevo Infiernillo	180		
TPH relevo TOLVA	180		
TPH DONOSO	405		
TPH estacionados	1.134		
TPH relevo	20.565		
% (TPH relevo/TPH productivo)	91,5%		

Fuente: Elaboración propia

10. Resultados

Como se especifica anteriormente, la implementación no está en los alcances de la memoria, sin embargo, dada la metodología de Resultados Rápidos, se pueden observar resultados post implementación, a medida que se va desarrollando el proyecto, los cuales son importantes mencionar para ver la efectividad del Rediseño y estandarización de los procedimientos de relevo mina.

Señalar que como meta del proyecto, se espera que el KPI definido como el cociente entre los TPH (de relevo y productivo) llegue a ser un 85,7% partiendo de una línea base de un 81,8%, la cual se considera como el promedio de los dos primeros trimestres del año 2014. Con el aumento de este KPI se espera también un aumento del movimiento mina de 300.000 toneladas de Cobre.

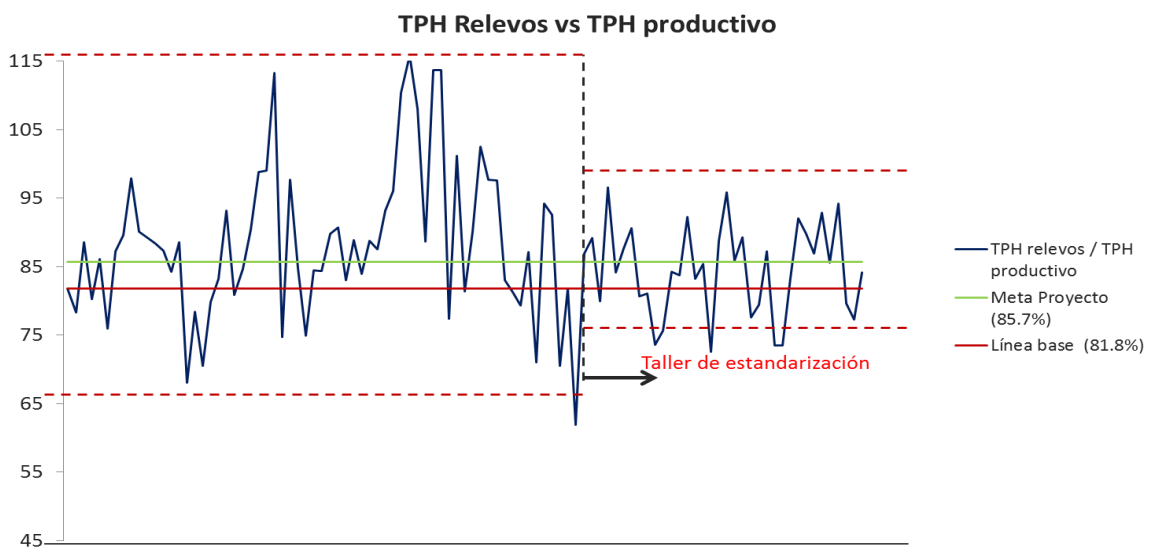
Antes de presentar resultados, es necesario saber que las propuestas fueron presentadas previamente a Gerencia General y Gerencia de Mina, para decidir la estrategia a seguir.

Los camiones detenidos representan un costo de oportunidad enorme. Este costo de oportunidad corresponde a pérdidas de 3,7 millones de dólares por camión

detenido 1,5 horas. Cabe señalar que la propuesta elegida es la número dos, por lo que se apunta, teóricamente a un % (TPH relevo/TPH productivo) de 91,5%.

Lo primero relevante que se puede observar después de la puesta en marcha del plan, es la disminución de la varianza del KPI % (TPH relevo/TPH productivo). En la Ilustración 36, se observa como a partir del taller de estandarización, que se hizo con los despachadores y operadores de camiones, la varianza del KPI disminuye significativamente.

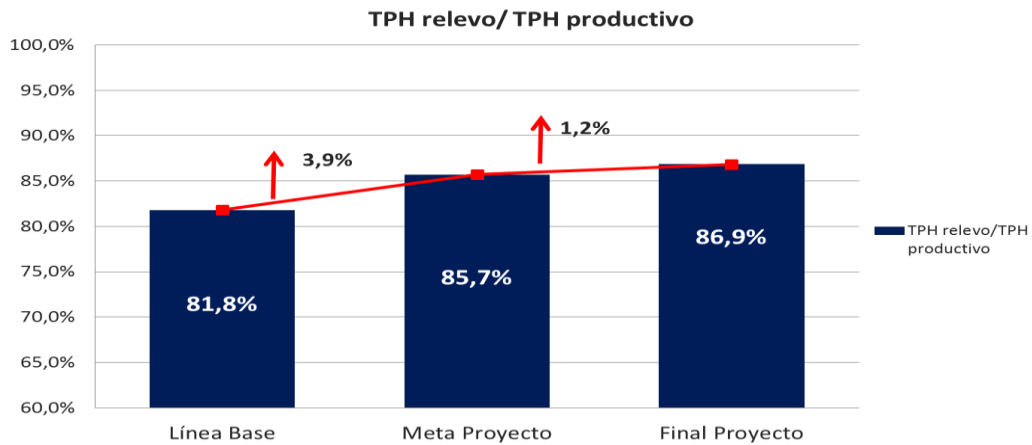
Ilustración 36: Varianza TPH relevo/TPH productivo



Fuente: Elaboración propia

En términos de KPI, como se mencionó anteriormente, la meta del rediseño es llegar a un 85,7%, sin embargo los resultados superan la meta propuesta y se llega a un 86,9%, superando en 1,2%. Esto puede verse en la siguiente Ilustración.

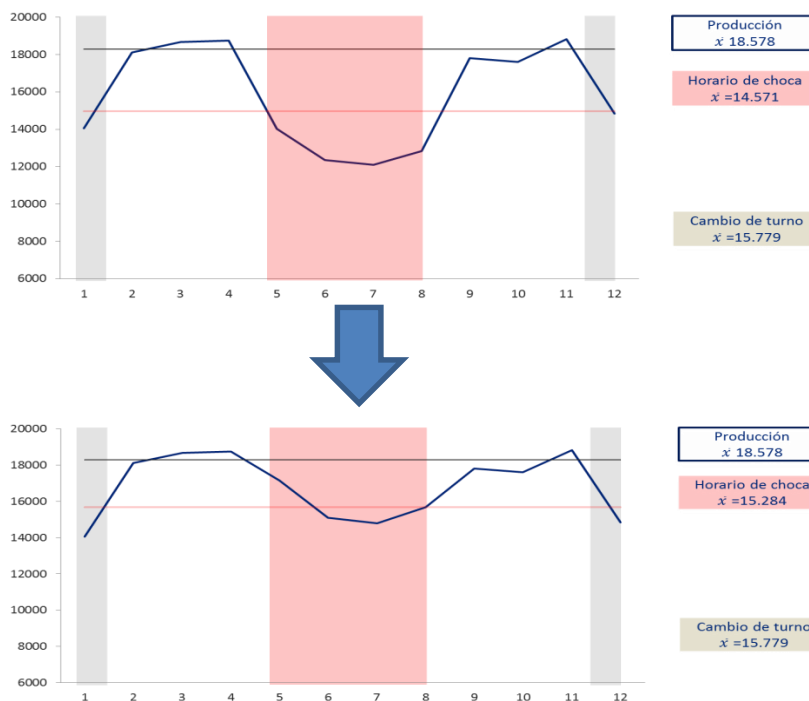
Ilustración 37: TPH relevo/TPH productivo



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en términos de TPH, la situación inicial corresponde a un TPH productivo de 18.578 toneladas y un TPH de relevo de 14.571 toneladas. Luego, después de los 100 días del proyecto, se tiene un TPH productivo similar y un TPH de relevo de 15.284 toneladas, disminuyendo así el efecto gaviota en los relevos. En la Ilustración 38 se puede ver lo antes descrito.

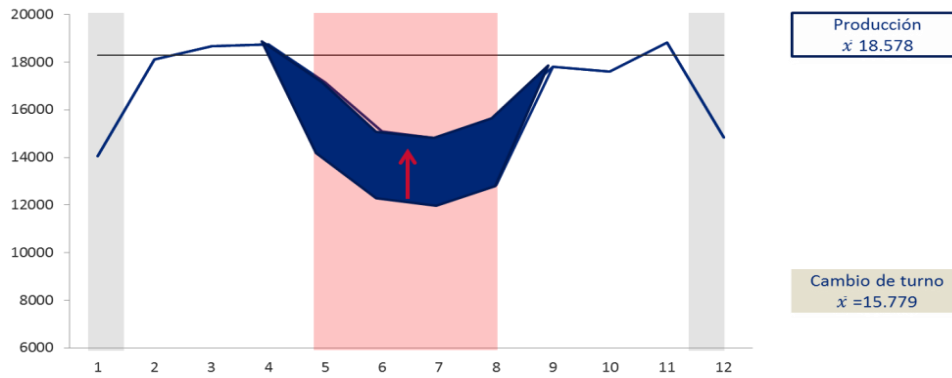
Ilustración 38: Evolución efecto gaviota



Fuente: Elaboración propia

Luego, en consecuencia, el área pintada de la Ilustración 39, representa el tonelaje ganado luego de la implementación del procedimiento estandarizado, lo que en toneladas totales corresponde a un aumento de 569.000 toneladas, muy por encima de las toneladas previstas (300.000).

Ilustración 39: TPH relevo/TPH productivo



Fuente: Elaboración propia

Estos resultados, respaldan en cierta medida el trabajo basado en el rediseño de los procedimientos de relevo mina en la Operación Los Bronces y así también lo reconoce la compañía. Ahora, para las próximas olas de 100 días, basta con afinar la implementación y velar por el cumplimiento del relevo estándar propuesta.

11. Conclusiones

La falta de proyectos integrados al interior de una compañía tan grande en organización, como resulta ser una compañía minera, a veces puede marcar una diferencia sustancial en la eficiencia de los procesos, dado que se hace necesario hacer sinergia entre las distintas áreas, principalmente de la Gerencia Mina, Planta y Administrativos (Finanzas, Control de Gestión, Desarrollo y Planificación, entre otros) en este caso. Esto se demuestra en el desarrollo del proyecto realizado, en el sentido que el trabajo integral de las distintas áreas fue clave para todas las etapas del proyecto, desde el levantamiento de la información, hasta la elaboración de las propuestas, ya que todo se basa en la coordinación de agentes de distintas áreas de la organización.

A lo anterior se suma otro factor no menos importante, el cual se desarrolla en el presente trabajo, y es que al interior de la Operación no existen protocolos, ni conductos regulares para desarrollar actividades claves como los son los relevos, es decir, cada grupo de transporte, con su correspondiente despachador o Jefe General opera en la forma que estime conveniente, solo según la experiencia que el trabajo les brinda, lo cual explica en gran causa la variabilidad existente en los procedimientos de relevo entre grupos y así también entre los mismos grupos en distintos turnos. A la vez, el tener procedimientos “a la deriva”, imposibilita el control y seguimiento de estos. Esto es lo que se concluye, en primer término gracias al levantamiento de la situación actual, de los distintos procedimientos de relevo, de cada uno de los grupos de operadores. Esto cobra vital importancia a la hora de identificar las causas de la baja productividad en el horario de relevo, las cuales se resume en una **NO ESTANDARIZACIÓN** de los procesos. Este levantamiento se realiza con el software BIZAGI.

Luego con una clara visión de los hechos, se procede a estandarizar estos procedimientos y es así como se define un único procedimiento de relevo el cual establece que los relevos se realizarán en tres puntos de la Operación, Infiernillo, Donoso y Tolva, siendo los dos primeros mangas de relevo y el último un estacionamiento. En Infiernillo y Tolva se establece la realización de dos tandas de relevo, pudiendo relevar de esta forma 30 camiones, mientras que en Donoso se establece una tanda de relevo donde se podrán relevar 14 camiones, llegando a un total de 44 camiones relevados y con un cumplimiento del 77% del Convenio Colectivo (50 de los 65 operadores alcanzan a almorzar en el horario estipulado del convenio colectivo).

Con este nuevo procedimiento estandarizado se logra aumentar el KPI de TPH de relevo/ TPH productivo de un 81,8% a un 86,9%, por sobre la meta del 85,7% estipulada, lo que a su vez se traduce en un movimiento de material extra de 569.000 toneladas, por sobre las 300.000 toneladas esperadas.

Finalmente, si bien se obtienen resultados en el corto plazo, en la primera ola de cien días, es necesario hacer una recomendación a largo plazo, y es que se hace inminente la necesidad de un cambio en la cultura organizacional en la

Operación Los Bronces, para poder implementar en 100% los procesos estandarizados propuestos, ya que si bien se puede trabajar en propuestas, la ejecución en gran medida depende de los operadores en terreno. Un ejemplo de esto, es que la varianza del KPI medido disminuye, sin embargo siguen existiendo diferencias notorias entre los grupos. Para esto se hace necesario estar en constante contacto con los operadores, para que ellos se sientan parte importante de las soluciones y así tengan mejor disposición para implementarlas día a día. Mencionar que otro factor clave de éxito para este proyecto, aparte del trabajo en terreno de los operadores, es el foco que la compañía pone en el desarrollo de los proyectos integrados al interior de la Operación, enmarcados en la metodología de los rapid results, ya que cuando se tiene el apoyo integral de todas las gerencias para el desarrollo de un proyecto los objetivos se pueden alcanzar de manera más pronta, sin embargo hay oportunidades de mejora que no se alcanzan a abordar en este trabajo y estas se relacionan principalmente a la infraestructura (física) asociada a los relevos al interior de la Operación y a la modificación del Convenio Colectivo, el cual debe negociarse en conjunto con los sindicatos de trabajadores. Estas dos aristas serían claves para aumentar aún más la productividad en el horario de relevo y por qué no, mantener un TPH de relevo igual al TPH productivo, ya que relajando estas condiciones se podría formular una propuesta mejor que no implique costos por camiones detenidos y por ende con un TPH de relevo aún mayor al presentado en este trabajo.

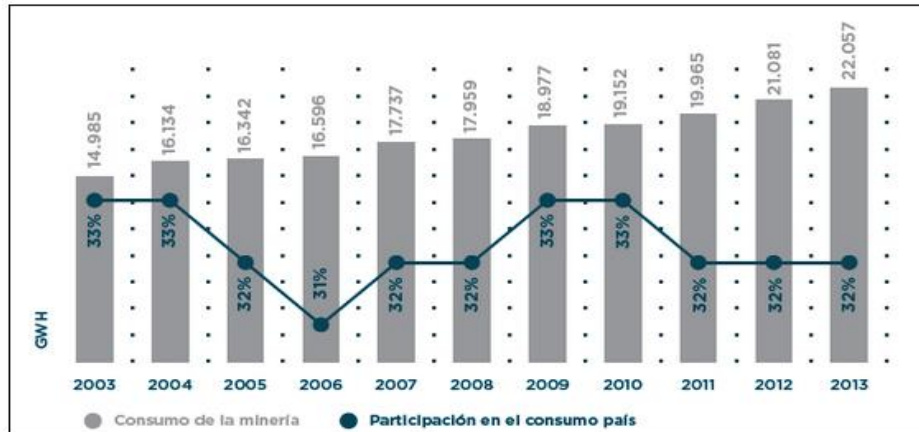
12. Bibliografía

- [1] Anglo American Chile, "Historia". Chile. 2014. [online]. <http://www.angloamerican-chile.cl/historia>
- [2] Anglo American Chile, "Historia". Chile. 2014. [online]. <http://www.angloamerican-chile.cl/organizacion>
- [3] Consejo Minero, "Ámbitos estratégicos: Energía y cambio climático". Chile. 2014. [online]. <http://www.consejominero.cl/ambitos-estrategicos/energia-y-cambio-climatico/>
- [4] Consejo Minero, "Ámbitos estratégicos: Recursos hídricos". Chile. 2014. [online]. <http://www.consejominero.cl/ambitos-estrategicos/recursos-hidricos/>
- [5] Consejo Minero, "Ámbitos estratégicos: Capital humano". Chile. 2014. [online]. <http://www.consejominero.cl/ambitos-estrategicos/capital-humano/>
- [6], Consejo Minero, "Minería 2020: Competitividad y Desarrollo". Chile. 2013. [online]. <http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2013/10/Miner%C3%ADa-2020-Consejo-Minero.pdf>
- [7], Consejo Minero, "Ámbitos estratégicos: Entorno Social". Chile. 2014. [online]. <http://www.consejominero.cl/ambitos-estrategicos/entorno-social/>
- [8] Consejo Minero, "Gran minería de Chile: Desafíos de productividad". Chile, 2013. [online]. <http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2013/08/Consejo-Minero-Competitividad-y-Productividad-JV-Agosto-2013-F.pdf>
- [9], [10] S. Ríos, "Capítulo 1," Cátedra Diseño de Procesos de Negocios, Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile, Santiago, 2012.
- [11], [12] I. Álvarez, "Capítulo 2," Cátedra Sistemas de Control de Gestión, Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Chile, Santiago, 2014.
- [13] R. Anthony, "Sistemas de Control". Sistemas de Control de Gestión. [online] . <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>
- [14] ANGLO AMERICAN PLC. 2013. Anglo American - Overview. *Anglo American*. [En línea] [Citado el: 20 de Marzo de 2013.] <http://www.angloamerican.com/business/copper/overview>.
- . Anglo American - Strategy. *Anglo American*. [En línea] <http://www.angloamerican.com/about/approach/strategy>.

13. Anexos

Sección A:

Ilustración 9: Consumo de energía eléctrica de la minería en el cobre y participación en el consumo del país 2003-2013



Fuente: Consejo Minero, con datos de COCHILCO, CDEC-SING y CDEC-SIC

Sección B:

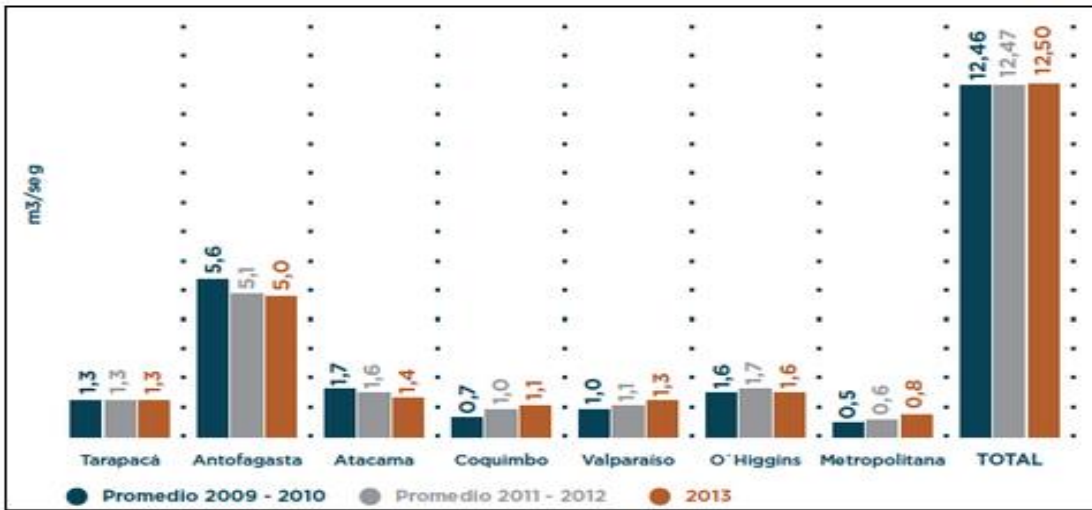
Cuadro1: Proyección del consumo de energía Eléctrica en la minería (TWh)

	2012	2015	2018	2020
SIC	8,5	10,6	12,0	13,7
SING	14,9	19,6	24,8	25,7
TOTAL	23,4	30,1	36,8	39,4

Fuente: Consejo Minero, con datos de COCHILCO

Sección C:

Ilustración 11: Extracciones de agua de la minería del cobre 2009-2013



Fuente: Consejo Minero, con datos de COCHILCO

La información que esta Memoria recoge y contiene respecto de las operaciones y actividades de Anglo American Chile Ltda. y/o cualquiera de las divisiones mineras e industriales operativas, así como la integridad e interpretación de la información, los análisis y conclusiones derivadas de ella, sólo corresponden a su autor y, en consecuencia son de su exclusiva responsabilidad, por lo que no comprometen en forma alguna a Anglo American Chile Limitada, sus divisiones operativas o empresas propietarias, como tampoco a sus ejecutivos, profesionales o técnicos. Anglo American Chile Ltda. únicamente ha colaborado con el autor en facilitarle acceso a sus instalaciones e información para la realización de esta tesis y no tiene opinión ni participación alguna en su contenido.