



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

**ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENCIÓN PARA
CAMIONES DE EXTRACCIÓN EN UNA EMPRESA MINERA ESPECÍFICA**

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

FERNANDO GERMÁN HERNÁNDEZ VÁSQUEZ

**PROFESOR GUÍA:
MANUEL RODRIGO VERGARA TRINCADO**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ANTONIO AGUSTÍN HOLGADO SAN MARTÍN
EMILIO ALBERTO CHAVEZ NORTHLAND**

**SANTIAGO DE CHILE
2019**

RESUMEN

ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENCIÓN PARA CAMIONES DE EXTRACCIÓN EN UNA EMPRESA MINERA ESPECÍFICA

Durante los últimos cinco años se ha observado una constante disminución en el precio del cobre, desde aproximadamente 3.5 usd/lb a inicios del 2013 hasta 2.1 usd/lb a mediados del 2016 [1]. Como consecuencia de lo anterior, es que se ha vuelto un tema relevante para las grandes empresas mineras el estudio de sus contratos en curso asociados a la mantención de equipos mineros, que representan un 30-40% del costo de operación, poniéndose énfasis en el costo del contrato, modificación y/o término de estos contratos.

Se busca con este trabajo analizar los principales tipos de contratos asociados a servicios de mantenimiento de camiones de extracción, con el propósito de identificar sus ventajas y desventajas y modelos de negocio en los cuales se basan, para proponer una estrategia de contratación adecuada a los requerimientos operativos de una empresa minera particular.

Se comenzó analizando los tres tipos de contratos de servicios de mantenimiento para camiones de extracción más utilizados en la industria, como lo son los contratos CPT, contratos MARC y contratos LPP. Además, se realizó una comparación de las ventajas y desventajas de cada uno en términos conceptuales, y se identificaron las variables de mercado que inciden en la definición y cálculo de las tarifas y sus polinomios de reajustes. Posteriormente, se analizó el caso de una empresa minera que operó con los contratos analizados en este trabajo, donde se muestra la evolución en el tiempo de los gastos asociados a cada contrato, con sus particularidades.

El resultado del análisis sugiere el control mensual del costo del contrato es clave y debe ser comparado con las otras modalidades, poniendo énfasis en el valor de los polinomios de reajustes. Con la estrategia expuesta en este trabajo se logra capturar un ahorro de 7.5 MUSD en un período de cinco años, cambiando el tipo de contrato dos veces durante el mismo período de tiempo.

Finalmente, y complementando la estrategia de contratación definida para la minera, se concluye que la variable para decidir el tipo de contrato a elegir por la empresa mandante será función del nivel de riesgo financiero que estará dispuesta a asumir la empresa. Además, dependerá también de que tanto involucramiento quiere tener la empresa en funciones que no son esenciales o propias de su giro (core business).

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS.....	4
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3.	DESCRIPCIÓN DEL TEMA A ABORDAR	5
4.	ALCANCE DEL TEMA A ABORDAR.....	6
5.	MARCO CONCEPTUAL.....	7
5.1	DEFINICIÓN DE CONTRATO	7
5.2	CONTRATO MARC (Maintenance and Repair Contract)	8
5.3	CONTRATO CPT (Costo Por Tonelada).....	11
5.4	CONTRATO LPP (Labor Plus Parts)	13
5.5	SÍNTESIS DE LOS CONTRATOS ANALIZADOS	16
5.6	EXTERNALIZACIÓN DE SERVICIOS O OUTSOURCING	20
5.7	INTERNALIZACIÓN DE SERVICIOS O INSOURCING	25
6.	METODOLOGÍA	28
7.	DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	30
7.1	CICLO DE UN CONTRATO.....	30
7.2	ANÁLISIS INTERNO	31
7.3	DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE EQUIPO MINEROS	31
8.	ANÁLISIS DE EVOLUCION DE COSTOS EN MINERA ABC BAJO DIFERENTES CONTRATOS.....	33

8.1	PRINCIPALES INDICADORES ECONÓMICOS QUE AFECTAN EL VALOR DE LAS TARIFAS DE LOS CONTRATOS	38
8.2	EXTERNALIDADES Y SU AFECTACIÓN EN LOS CONTRATOS.....	42
8.3	PROYECCIÓN DE GASTOS DE LOS CONTRATOS A 5 AÑOS PARA MINERA ABC.....	46
9.	CONSIDERACIONES Y MEJORAS PROPUESTAS PARA LOS CONTRATOS ANALIZADOS	51
9.1	CONSIDERACIONES Y MEJORAS PARA CONTRATO CPT	51
9.2	CONSIDERACIONES Y MEJORAS PARA CONTRATO MARC	53
9.3	CONSIDERACIONES Y MEJORAS PARA CONTRATO LPP.....	54
9.4	ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN PARA MINERA ABC	54
10.	CONCLUSIÓN	57
11.	BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EVOLUCIÓN PRECIO DEL COBRE 2013 - MAY 2016. FUENTE: COCHILCO [1].....	1
FIGURA 2 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL PROMEDIO POR ELEMENTO DE GASTO DENTRO DEL COSTO TOTAL DE EXPLOTACIÓN EN EL PERÍODO 2005 - 2014. FUENTE COCHILCO [2]...	2
FIGURA 3 COMPONENTES DEL GASTO OPERACIONAL DE LA MINERÍA DEL COBRE AÑO 2017. FUENTE CONSEJO MINERO [3].....	2
FIGURA 4 EJEMPLO DE TARIFA VARIABLE POR SEGMENTOS DE TRAMOS DE HORAS OPERATIVAS PARA UN CONTRATO MARC (TARIFAS PARA GASTO POR CONCEPTO DE REPARACIÓN DE COMPONENTES Y REPUESTOS PARA FLOTA CAMIONES DE EXTRACCIÓN).....	9
FIGURA 5 CURVA PRORRATA PARA CONTRATO LPP DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO FLOTA PALAS ELÉCTRICAS Y CARGADORES FRONTALES.	15
FIGURA 6 CURVA PRORRATA PARA CONTRATO LPP DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO FLOTA CAMIONES DE EXTRACCIÓN.	15
FIGURA 7 GRÁFICO DE RIESGOS MANDANTE/CONTRATISTA. FUENTE: EMPRESA KOMATSU.	18
FIGURA 8 GASTO MENSUAL DE CONTRATOS CPT, MARC Y LPP PARA UNA FLOTA DE CAMIONES DE EXTRACCIÓN.	33
FIGURA 9 HORAS DE OPERACIÓN PRESUPUESTADAS Y REALES PARA AÑO 2016 CONTRATO MARC.....	36
FIGURA 10 CANTIDAD DE CAMIONES POR CADA TRAMO HORARIO GARANTIZADO PARA EVOLUCIÓN DE CONTRATO CPT A MARC.	36
FIGURA 11 GRÁFICO DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL GASTO ANUAL DE UN CONTRATO CPT PARA UNA FLOTA DE CAMIONES DE EXTRACCIÓN.	39
FIGURA 12 IMPACTO EN KUSD DEL REAJUSTE TRIMESTRAL EN TRES PARTIDAS DE UN CONTRATO CPT PARA UNA FLOTA DE CAMIONES DE EXTRACCIÓN, EN 10 AÑOS.	40
FIGURA 13 EVOLUCIÓN DE LOS FACTORES DE REAJUSTES PARA UN CONTRATO CPT DE FLOTA CAMIONES DE EXTRACCIÓN.	41

FIGURA 14 COMPARACIÓN DE FACTORES DE REAJUSTE PARA MANO DE OBRA (MO) Y REPUESTOS Y COMPONENTES (REP. Y COMP.) PARA CONTRATOS CPT Y MARC AÑO 2016. 42

FIGURA 15 TONELAJE A PAGAR VERSUS TONELAJE EFECTIVAMENTE TRANSPORTADO (VALORES EN MILLONES DE TONELADAS). 45

FIGURA 16 PROYECCIÓN DE LOS COSTOS DE LOS CONTRATOS CPT, MARC Y LPP AL 2024 PARA MINERA ABC. 47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN CONCEPTOS DE GASTOS Y KPIs CONTRATOS ANALIZADOS (ELABORACIÓN PROPIA).	16
TABLA 2 NIVEL DE INCIDENCIA EN LA TOMA DE DECISIÓN Y NIVEL DE CONTROL DEL MANDANTE SOBRE EL CONTRATISTA (ELABORACIÓN PROPIA).	17
TABLA 3 VENTAJAS/DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE CONTRATOS ANALIZADOS.	19
TABLA 4 FABRICANTES DE EQUIPOS MINEROS MÓVILES CON SERVICIOS DE AFTER MARKET EN CHILE.	32
TABLA 5 TARIFA HORARIA GARANTIZADA PARA REPUESTOS Y COMPONENTES MAYORES.	36
TABLA 6 TARIFA HORARIA GARANTIZADA PARA REPARACIÓN DE TOLVAS.	37
TABLA 7 TARIFA HORARIA GARANTIZADA PARA ACCESO A POOL (SOPORTE DE COMPONENTES).	37
TABLA 8 FACTORES DE REAJUSTE PARA CONTRATO MARC Y CONTRATO CPT, MISMO AÑO 2016.	41
TABLA 9 PORCENTAJE A PAGAR POR CADA CONTRATO EN CASO DE PRODUCCIÓN NULA MENSUAL.	44
TABLA 10 PROYECCIÓN CINCO AÑOS DE CONTRATOS CPT, MARC Y LPP EN MUSD PARA MINERA ABC (VALORES EN MUSD).	47
TABLA 11 TARIFAS HORARIAS Y TARIFAS POR TONELADAS EQUIVALENTES A VALOR CONTRATO LPP, PROYECCIÓN CINCO AÑOS.	48
TABLA 12 COMBINACIÓN ÓPTIMA DE CONTRATOS EN FUNCIÓN DEL TIEMPO QUE MINIMIZAN EL GASTO ANUAL (VALORES EN MUSD).	49
TABLA 13 ESCENARIO ALTERNATIVO QUE CONSIDERA DOS CAMBIOS DE CONTRATO EN PERÍODO DE CINCO AÑOS (VALORES EN MUSD).	50
TABLA 14 EFECTO DE COMETER UN ERROR EN PRESUPUESTO DE TONELAJE ANUAL A TRANSPORTAR PARA UN CONTRATO CPT.	52

TABLA 15 EQUIVALENCIA GASTO CONTRATO LPP A TARIFA MARC (USD/HR) Y TARIFA CPT (USD/TON)..... 56

TABLA 16 CÁLCULO DEL GASTO POR MOTOR ANDANDO EN PROCESO DE COLACIÓN CABINA TURNO NOCHE FLOTA CAMIONES DE EXTRACCIÓN PARA CONTRATO MARC..... 61

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos cinco años se ha observado una constante disminución en el precio del cobre, desde aproximadamente 3.5 usd/lb a inicios del 2013 hasta 2.1 usd/lb a mediados del 2016 (ver Figura 1, fuente Cochilco [1]).

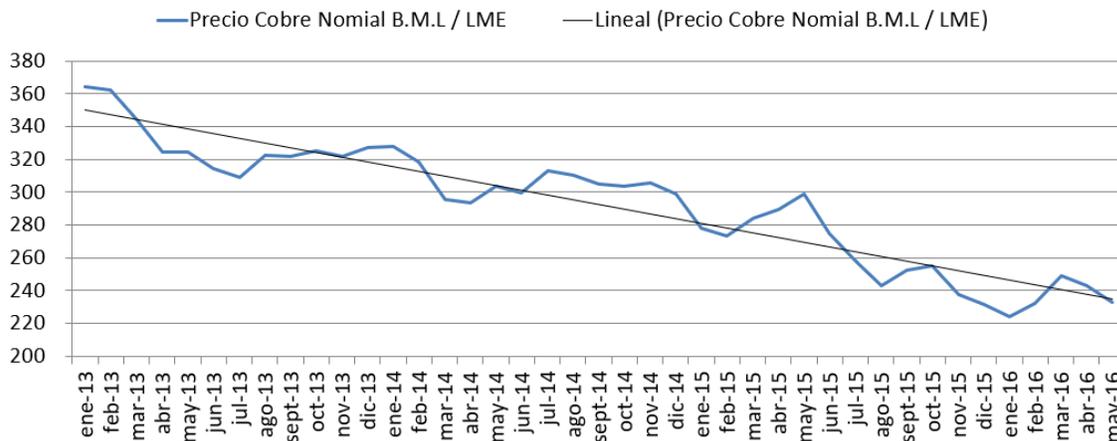


Figura 1 Evolución precio del cobre 2013 - may 2016. Fuente: Cochilco [1]

La experiencia demuestra que en la medida en que el precio del cobre aumenta, las compañías mineras han aumentado sus gastos incorporando servicios y contratos los cuales sólo se justifican mientras se mantengan tales niveles de precios, y que dada la realidad que vive hoy esta industria, no son sostenibles en el tiempo.

Por otro lado, se tiene que los costos de producción necesariamente aumentan con el tiempo, debido a que los rajos son más profundos producto de la explotación, por lo que los camiones deben recorrer más kilómetros para extraer mineral. Adicionalmente, las leyes de los yacimientos en general disminuyen a medida que el rajo se explota.

Como consecuencia de lo anterior, disminuir los costos de operación de sus faenas se ha vuelto un tema relevante para las grandes empresas mineras, en particular, ha tomado relevancia el análisis de los contratos, vigentes, con los prestadores de servicios asociados a la mantención de equipos mineros móviles, con énfasis en el cálculo del precio del contrato, modificaciones y/o condiciones de término anticipado de estos contratos.

Un gran número de compañías mineras han comenzado iniciativas y planes de competitividad y contención de costos enfocados en los contratos que representan un mayor peso específico respecto del costo total de operación, producción y mantención. Estas iniciativas buscan realizar mejoras con el objeto de disminuir tanto los costos gastos asociados a estos contratos como también disminuir las dotaciones de los mismos, con el objetivo de lograr mejores índices de productividad y competitividad.

En promedio, los contratos asociados a servicios de mantenimiento de equipos mineros móviles de operación y producción representan aproximadamente un 30% a 40% del costo total de una empresa minera [2], [4].

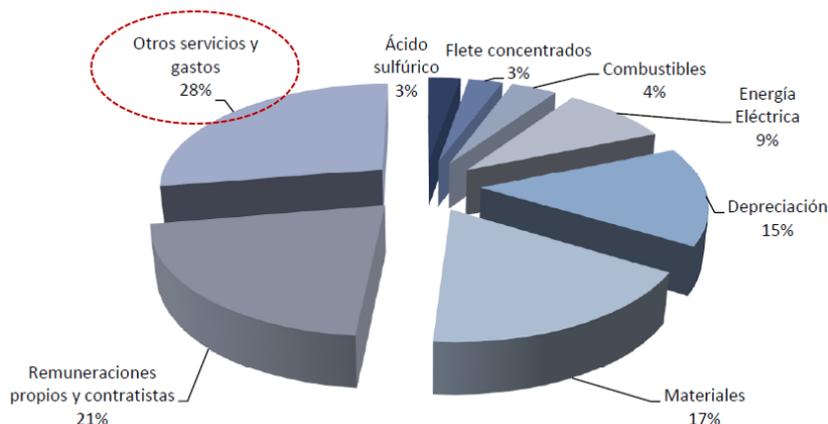


Figura 2 Participación porcentual promedio por elemento de gasto dentro del costo total de explotación en el período 2005 - 2014. Fuente Cochilco [2].

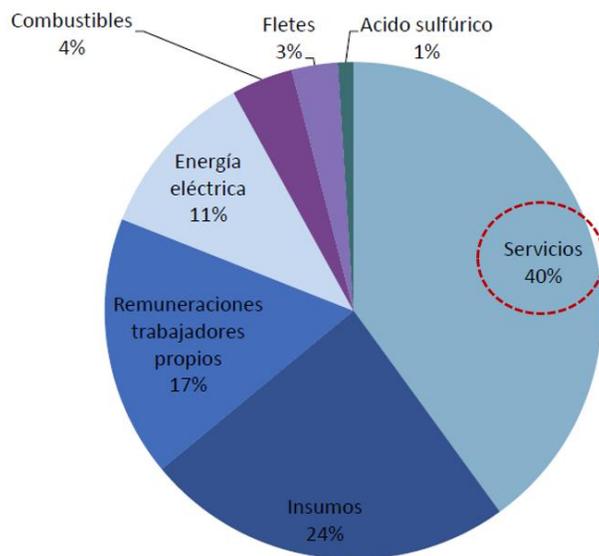


Figura 3 Componentes del gasto operacional de la minería del cobre año 2017. Fuente Consejo Minero [3].

Debido a lo anterior, en la mayoría de las empresas mineras ha comenzado un proceso de optimización funcional en donde los gastos y costos se deben minimizar y controlar con mayor detalle, con el objetivo de hacer frente al escenario de precios bajos y mayores costos de producción.

Siguiendo las tendencias de la industria, Minera ABC¹, la cuarta mina más grande del mundo comenzó un plan de competitividad y costos, destinado a la reducción de costos de producción. En este contexto se plantea la presente tesis, a través de la cual se busca diseñar la estrategia de contratación de servicios de mantención para equipos mineros móviles a implementarse en Minera ABC, de forma de minimizar los costos asociados y considerar las posibles flexibilidades requeridas por la operación.

¹ Nombre ficticio creado para esta tesis para resguardar el verdadero nombre de la empresa donde se obtuvieron los antecedentes.

2. OBJETIVOS

A continuación, se detallará el objetivo general del trabajo y los objetivos específicos.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la estrategia de contratación de mantenimiento para camiones de extracción a implementarse en Minera ABC, con el propósito de minimizar los costos e incorporar flexibilidades que optimicen el cumplimiento de los objetivos productivos para el largo plazo, y otras características requeridas por la operación.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del trabajo son los siguientes:

- i. Determinar las ventajas y desventajas de los principales tipos de contratos de servicios de mantención de camiones de extracción, que incluye un análisis cuantitativo (proyección económica) y cualitativo.
- ii. Determinar la conveniencia de implementar un modelo de servicios de mantenimiento internalizado versus un modelo de servicios de mantenimiento externalizado, bajo condiciones de operación particular de Minera ABC.

3. DESCRIPCIÓN DEL TEMA A ABORDAR

El presente trabajo de tesis aborda la determinación de la estrategia de contratación de servicios de mantenimiento de camiones de extracción a implementarse en Minera ABC. Para esto, se realizará un estudio comparativo de las diferentes modalidades de contratación incluyendo la internalización del servicio.

Se busca determinar técnico-económico y estratégicamente el tipo de contrato óptimo, de acuerdo con los requerimientos de la operación. Luego, las principales interrogantes a responder son:

- ¿Cuáles son los principales modelos de contrato considerados en la industria minera?
- ¿Por qué en algunos casos se prefiere internalizar este tipo de servicios? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas respecto a la externalización?
- ¿Cuáles son las ventajas competitivas de cada modelo de contratación, y por qué Minera ABC debería preferirlo?
- ¿Qué particularidades deben ser consideradas en cada modelo, de forma de recoger las necesidades de la operación? ¿Cómo se traducen en términos contractuales?
- Finalmente, ¿cuál es el modelo de contrato óptimo de servicios de mantenimiento de equipos móviles a implementarse en Minera ABC?

4. ALCANCE DEL TEMA A ABORDAR

El alcance de la presente tesis corresponde a la contratación de servicios de mantenimiento referido solamente a los camiones de extracción para Minera ABC, debido a que representan el 30% de los costos de mantención de la operación.

Los contratos por analizar serán: Contrato MARC; Contrato CPT y Contrato LPP.

Para efectos de la evaluación económica, se considerarán solamente los siguientes aspectos, de forma de hacer comparables los diferentes modelos de contratos estudiados:

- Costos Fijos
- Costos Variables
- Otros Costos
- Interrupciones de la continuidad operacional
- Premios/multas que apalancen el cumplimiento de los objetivos productivos del largo plazo

Los resultados obtenidos y la metodología de análisis son extrapolables a los siguientes equipos mineros móviles:

- Palas eléctricas y diésel
- Cargadores frontales
- Perforadoras eléctricas y diésel

Además, los resultados obtenidos son válidos desde el punto de vista del mandante, en este caso, la minera ABC. Dada la complejidad de las negociaciones con los proveedores del servicio, este trabajo no busca ser una pauta para la contratación, pero sí busca incorporar los elementos que deben ser tomados en cuenta a la hora de negociar.

5. MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se define lo que es un contrato, el concepto de outsourcing y se describen los principales tipos de contratos de servicios de mantención de equipos mineros móviles presentes en la industria minera chilena, que pueden ser aplicados a equipos como palas eléctricas; cargadores frontales; perforadoras; camiones de extracción de alto tonelaje; entre otros. Se describen también los principales conceptos de cobros y sus modalidades de pago con sus particularidades.

5.1 DEFINICIÓN DE CONTRATO

De acuerdo con el Código Civil chileno, Art. 1438 [5], un contrato o convención es un acto por el cual una parte se obliga para con otra a dar, hacer o no hacer alguna cosa. Cada parte puede ser una o muchas personas.

Por otro lado, una de las definiciones más utilizadas para definir lo que es un contrato es entenderlo como un acuerdo, generalmente escrito, por el que dos o más partes se comprometen recíprocamente a respetar y cumplir una serie de condiciones. Es válido agregar también que en estos acuerdos se busca el resultado ganar-ganar, el cual debe ser tal que satisfaga a ambas partes, ya que cualquier otro resultado podría eventualmente destruir las relaciones de confianza y en consecuencia generar una sensación de pérdida y/o fracaso en alguna de las partes.

En particular, en el rubro minero y en las áreas de mantención de equipos mineros, el período de validez de los contratos de servicios de mantenimiento es de largo aliento, por lo general, entre tres a diez años de duración (fuente interna minera de cobre IV región: contratos de servicios de mantenimiento de equipos mineros móviles en promedio 8 años de duración). Debido a lo anterior, es que la celebración de un contrato de este tipo está dentro del conjunto de decisiones estratégicas que debe afrontar la empresa mandante del servicio, y se debe cuestionar si realmente conviene realizar el servicio a través de un tercero (outsourcing) o bien realizarlo de manera interna.

Existen ventajas y desventajas de externalizar o no algunos de los servicios dentro de la cadena de valor para una compañía, independiente del rubro, por lo tanto, es recomendable realizar periódicamente una evaluación completa a los contratos externalizados, de tal manera de evaluar su desempeño y resultado con respecto a variables como los costos, avance financiero, cumplimiento de KPIs y SLAs, productividad, entre otros, con el objetivo de cuestionar si es conveniente o no la externalización.

A continuación, se analiza y detallan algunos de los contratos de servicios de mantenimiento de equipos mineros más utilizados en la industria minera chilena.

5.2 CONTRATO MARC (Maintenance and Repair Contract)

De acuerdo a sus siglas en inglés, MARC – Maintenance and Repair Contract, este tipo de contrato tiene relación con todas las actividades relacionadas al mantenimiento y reparación de los equipos bajo contrato, que incluye la dotación necesaria (directa, indirecta y subcontratistas) para realizar las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, incluyendo la administración del contrato de servicios asociados a la atención tanto de la flota de equipos como a sus componentes.

Este tipo de contrato considera además tarifas horarias garantizadas por repuestos y componentes menores y por reparación de componentes mayores del equipo. Adicionalmente, y por lo general, la empresa mandante podrá optar por un acceso a un pool de componentes de soporte, propiedad del fabricante del equipo, mediante el pago de una cuota mensual o anual. Considera también un acuerdo de cuáles son los puntos que quedarán fuera del alcance del contrato y que por ende no estarán incluidos en los costos del servicio, que por lo general son costos asociados a reparación de los equipos o componentes producto de accidentes o que hayan sido provocados por fallas operacionales. No obstante, existe la posibilidad de que estos puntos puedan ser ejecutados y resueltos por la misma empresa prestadora del servicio de mantención y luego ser cobrados de manera independiente al contrato.

En general, este tipo de contratos presentan tres o cuatro partidas de gastos: una primera asociada a costos fijos; una segunda asociada a costos variables; una tercera asociada a servicios adicionales no cubiertos por el contrato; y en algunas ocasiones una cuarta asociada a costos producto de un leasing por el financiamiento de la flota de equipos, que considera gastos de capital e intereses.

Los costos fijos del servicio incluyen los conceptos de mano de obra, equipos auxiliares y de apoyo, herramientas, infraestructura y soporte para llevar a cabo el servicio de mantenimiento de la flota de equipos.

Por otro lado, los costos variables del servicio tienen relación directa con el uso en horas mensuales de los equipos, para lo cual se definen tarifas por tramos que tienen diferentes valores (tarifas en unidad monetaria por unidad de tiempo) que van por lo general cada 6,000 horas de operación (ver Imagen 3) y la cantidad de tramos dependerá de la vida útil del equipo minero en particular, o bien, la que fijen ambas partes pudiendo ser mayor a la recomendada por el fabricante. Los valores para cada tramo tienen relación directa con los componentes mayores de los equipos que deben ser cambiados dado que han ido cumpliendo su vida útil. Para estas tarifas hay tramos

que pueden llegar a costar hasta 3 veces el valor del tramo más económico. A continuación, se muestra gráficamente las tarifas variables en usd/hr operativa por concepto de cambio de componentes para una flota de camiones de extracción.

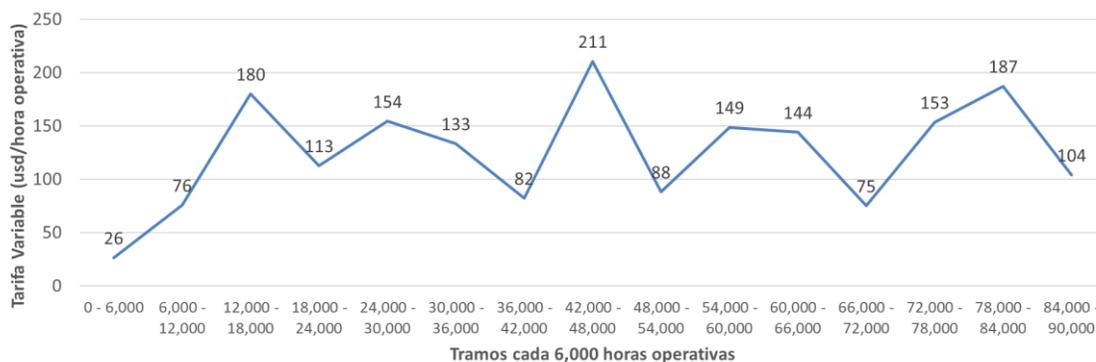


Figura 4 Ejemplo de Tarifa Variable por segmentos de tramos de horas operativas para un contrato MARC (tarifas para gasto por concepto de reparación de componentes y repuestos para flota camiones de extracción).

Este concepto de gasto paga los repuestos y componentes mayores que se deben ir cambiando a cada equipo a medida que vayan cumpliendo su TBO (time between overhaul, o tiempo de cambio de componente). Dado que la empresa que presta el servicio es quien correrá con el gasto real del cambio de componente mayor del equipo su objetivo será tratar de que el componente dure la mayor cantidad de tiempo posible. Lo anterior se explica ya que la tarifa que paga la empresa minera puede considerar, por ejemplo, 2 cambios de motores a lo largo de la vida útil del equipo, lo que queda plasmado en la tarifa al momento de firmar el contrato. En el caso de que durante la vida útil del equipo se hayan hecho más de 2 cambios de motores, la empresa prestadora del servicio es quien corre con los gastos de reparación o cambio de éste.

Dentro del concepto de costo variable, también se incluye un pago de una tarifa llamada “acceso a pool de componentes”, que se paga en función de la cantidad de equipos y horas de operación de cada uno. El pago de esta tarifa es para tener acceso a un pool de componentes mayores con el fin de poder compartir los gastos de bodegaje y soporte de los componentes con otras faenas mineras. El valor de esta partida tendrá relación directa con los tiempos de entrega asociados al momento de solicitar un repuesto de un componente mayor de manera imprevista (nivel de servicio).

El tercer concepto de gasto son los llamados servicios adicionales que no están cubiertos por las tarifas del contrato, en los cuales se consideran las fallas operacionales (por una mala operación del equipo), accidentes de los equipos y/o trabajos adicionales, por ejemplo: mejoras en los equipos por conceptos de seguridad

o bien, elementos de desgaste de los equipos, entre otros, y pueden corresponder a trabajos programados o no programados.

El cuarto y último concepto aplica en el caso de que para financiar la flota de equipos se haya recurrido a una modalidad leasing, en ocasiones, la empresa prestadora del servicio de mantención puede ser el mismo fabricante del equipo, por lo que dentro de un contrato MARC podría existir esta partida de leasing. Se fija una tasa de interés entre ambas partes y se define la vida útil del equipo, luego se calculan las cuotas que se deberán cancelar durante la duración de este contrato y al pagarse la última cuota la empresa mandante puede ejercer el derecho de compra del activo, el cual estará a esa altura depreciado en su totalidad.

Otro punto importante que considera este tipo de contrato es el que tiene relación con las multas e incentivos asociados a los cumplimientos de los valores de disponibilidad de la flota de equipos e indicadores de confiabilidad como lo es el tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación, pudiendo llegar a multas o beneficios, por lo general, del orden de un 10% de los costos variables, dependerá de lo pactado en cada contrato en particular.

Este tipo de contratos se hace cargo completamente de la planificación del mantenimiento, de los análisis de confiabilidad asociados a las fallas más relevantes de los equipos, y de la ejecución del mantenimiento que considera mantenciones programadas, imprevistas, proactivas y predictivas, y cambio de componentes mayores, entre otras.

Una de las ventajas de este tipo de contrato, es que, al ofrecer tarifas horarias garantizadas, la empresa mandante traspasa parte del riesgo financiero asociado a los gastos por reparación de componentes mayores a la empresa contratista. La explicación se debe a que si en un período de tiempo definido, el equipo presenta una tasa de falla mayor en comparación con la tasa de falla con la que fueron calculadas sus tarifas horarias por cada tramo, la empresa contratista asume el valor de estas reparaciones adicionales. No obstante, si el equipo presenta una tasa de falla menor, la empresa contratista es la que se ve beneficiada ya que incurre en un menor gasto por concepto de reparación de componentes mayores.

Dado lo anterior, la empresa contratista tratará de sacarle el máximo rendimiento al componente, con tal de evitar cambiarlo anticipadamente, pudiendo poner en riesgo la confiabilidad del equipo. Para contrarrestar este efecto, la empresa mandante deberá negociar cláusulas que aseguren un cierto nivel de disponibilidad y confiabilidad de acuerdo con multas por no cumplimiento.

Una de las desventajas de este tipo de contrato es que dado que se cobra una tarifa horaria (usd/horas de operación), la empresa mandante se hace cargo de las ineficiencias en el uso del equipo, por ejemplo, mientras el motor está encendido y el equipo no está produciendo (transportando carga, perforando, cargando, etc) el horómetro del equipo está avanzando y, por ende, se incurre en un costo que debe asumir la minera. Por lo tanto, se ve en la obligación de controlar a nivel operativo el correcto uso de los equipos, siendo lo más eficiente posible y deteniéndolos cuando no son requeridos.

Ejemplo de lo anterior, se puede dar cuando en proceso de tronadura se detienen los circuitos en la mina, proceso que pueden durar hasta 30 minutos o más. No todos los operadores son conscientes del gasto que significa dejar en marcha el equipo siendo que éste no está produciendo, pero su horómetro está avanzando.

5.3 CONTRATO CPT (Costo Por Tonelada)

Este tipo de contrato es muy poco común en la industria minera chilena, en particular, se dio en una sola empresa minera de cobre de la IV Región, en la cual los proveedores de equipos mineros móviles pactaron un contrato de servicios de mantenimiento de los equipos que se pagaba con una tarifa en dólares por tonelada transportada para el caso de los camiones de extracción; en dólares por tonelada cargada para el caso de las palas eléctricas y cargadores frontales; y en dólares por metro perforado para el caso de la flota de perforadoras. El espíritu de este tipo de contrato era hacer parte del cumplimiento del plan de producción a las empresas contratistas prestadoras del servicio de mantenimiento de los equipos a través de una forma de pago que dependiera directamente del plan de producción de la minera, para así sustentar los resultados financieros comprometidos ante los inversionistas. Con esto se lograba incentivar a que la empresa contratista obtuviera resultados por sobre los resultados mínimos pactados en el contrato por servicios de mantención de equipos, por ejemplo: en resultados de disponibilidad y confiabilidad de una flota de equipos mineros. En consecuencia, mientras más tonelaje moviera la compañía minera por sobre su plan de producción, producto de mejores resultados en disponibilidad y confiabilidad de la flota, tanto la empresa minera como la empresa contratista obtendrían mayores ingresos de acuerdo con el mayor tonelaje transportado por los equipos, y así ambas partes ganarían. Este tipo de contrato se llamó costo por tonelada CPT o también se les conoce como contrato de costo variable.

Cabe señalar que los resultados en disponibilidad y confiabilidad en una flota de equipos mineros tienen relación directa en el rendimiento de estos (entiéndase el rendimiento por toneladas movidas por hora, por ejemplo), por lo que al tener los equipos la mayor cantidad del tiempo disponibles para operar y que cuando estos fallen los tiempos medios de reparación sean cortos y que la tasa de falla sea baja

(confiabilidad), son factores que contribuyen enormemente al rendimiento de los equipos y finalmente a las toneladas por día y/o mes que se mueven al interior de la faena, que luego se convertirán en ingresos para ambas empresas, tanto para la minera como para la prestadora de los servicios de mantención.

Al igual que un contrato MARC, este tipo de contratos se hace cargo completamente de la planificación del mantenimiento, de los análisis de confiabilidad asociados a las fallas más relevantes de los equipos, y de la ejecución del mantenimiento que considera mantenciones programadas, imprevistas, proactivas y predictivas, cambio de componentes mayores, entre otras.

Para la definición de la tarifa se necesita como input el plan de producción anual definido por la minera. Dado este plan de producción, que considera tanto las toneladas a transportar como las horas mínimas que deben estar disponibles los equipos, la empresa contratista calcula un gasto anual de su contrato de servicio de mantenimiento, el cual luego se divide por las toneladas presupuestadas que espera mover o procesar la minera por cada año (o metros perforados, o toneladas transportadas, etc), traduciéndose en una tarifa monetaria por tonelada transportada, la que queda fija y se reajusta mediante polinomios de reajuste de acuerdo a una frecuencia definida entre las partes, por lo general cada tres o seis meses.

En este tipo de contrato en particular, se definió una cláusula llamada “costo mínimo” que aseguraba al menos cubrir los costos fijos de la empresa contratista en el caso de que por algún motivo la producción del mes fuera nula (o también fuera nulo el tonelaje cargado, los metros perforados, etc).

La ventaja para la empresa mandante con este tipo de contrato es que, a diferencia del contrato MARC, los gastos producto de las ineficiencias en el uso de los equipos son traspasados en un 100% a la empresa contratista (se deja de pagar un usd/hr y se paga un usd por tonelada transportada). Si el uso de los equipos es ineficiente, es decir, al utilizarlos más horas que las definidas para poder cumplir con el plan de producción, se impacta directamente en el avance de horómetro del equipo, aumentando la frecuencia de las mantenciones programadas (ya que éstas son cada un intervalo de tiempo acotado, por ej: cada 500 hrs de operación) y en consecuencia, se produce un adelanto en los cambios de componentes mayores y en el consumo de repuestos, ya que estos llegan a su vida útil anticipadamente haciendo que la empresa contratista deba incurrir en gastos adicionales a los presupuestados.

La desventaja de este tipo de contrato es que la empresa mandante tiene poca influencia en la definición de los planes de mantenimiento de los equipos, ya que, la definición de estos planes y por ende de los cambios de componentes (que son intensivos en tiempo de equipo detenido y en gastos por reparación de componentes

principales) son mayormente definidos por el contratista, ya que debe cumplir con el nivel de disponibilidad y confiabilidad pactado en el contrato (SLA), para así no caer en multas por no cumplimiento de estos indicadores. Además, existe un incentivo a extender vida útil de componentes para aplazar estos gastos, pudiendo poner en riesgo los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de la flota lo que impactaría negativamente en el plan de producción.

5.4 CONTRATO LPP (Labor Plus Parts)

Este tipo de contrato es muy parecido a un contrato MARC salvo por la siguiente consideración: esta modalidad de contrato no considera tarifas horarias garantizadas por repuestos y reparación de componentes mayores de los equipos.

Por otro lado, las tarifas mensuales de monto fijo no incluyen repuestos y componentes menores (reparables y no reparables), como tampoco incluyen reparación de componentes mayores. Para el cobro de los repuestos, por parte de la empresa prestadora del servicio, se cobrarán de acuerdo con el consumo efectivo de estos a su precio lista vigente y ajustada por un factor comercial definido y aceptado por las partes, el cual debe ser comunicado al cliente de manera oportuna.

Además, este tipo de contrato permite la definición de mecanismos de multas e incentivos por cumplimiento de disponibilidad de la flota de equipos, que pueden ser de hasta un +/- 10% aplicado al concepto de gasto de repuestos y reparación de componentes (por lo general las multas e incentivos están acotadas).

Para el cobro por concepto de reparaciones de componentes mayores serán cobrados contra presupuestos previamente aprobados por el cliente, los que incluyen la mano de obra, repuestos de reparación y trabajos de talleres externos. Estos componentes reparables estarán afectos a una modalidad de pago llamada prorrata, que consiste en que la empresa mandante pagará la reparación del componente de acuerdo con el porcentaje de la vida útil que tenga éste al momento del cambio. Por ejemplo, si un componente falla al 50% de su vida útil y la reparación cuesta X, entonces la empresa prestadora del servicio cobrará a la mandante un 50% del valor de X. En caso de que el cambio del componente sea producto de una falla operacional o accidente, la empresa mandante deberá pagar el 100% del valor del componente nuevo. Además, esta modalidad de pago considera un tiempo de garantía del componente, entre 10 a 15% de la vida útil, en donde si se presenta una falla y el componente debe ser cambiado, la empresa contratista corre con el 100% de los gastos.

Por lo general, se define una curva de prorrata para el pago de la reparación de estos componentes mayores, asumiendo así el riesgo y valor de reparación por ambas

empresas. A continuación, se presentan como ejemplo dos gráficos de curvas de prorrata para empresas prestadoras del servicio de mantención de equipos mineros.

Para explicar de mejor manera el pago por concepto de prorrata se detalla el siguiente ejemplo (ACL corresponde a Average Component Life o Vida promedio de un componente):

ACL fracc: Fracción de ACL= (ACL Real)/(ACL definido por contrato)

VR: Precio Prorrata (corresponde a precio de reparación de componente)

PP: Pago Prorrata (Precio prorrata ajustado por premios y multas).

Componente "X" / ACL=18,000 hrs / VR= US\$ 23,000

De acuerdo con el gráfico hay cinco escenarios posibles (a modo de ejemplo):

1) Si ACL real = 1,800 horas

(ACL fracc = $1,800/18,000 = 0.10$) $\leq 0.15 \rightarrow$ Empresa prestadora del servicio asume el costo de la reparación del componente (garantía).

2) Si ACL real = 10,000 horas

$0.15 < (\text{ACL fracc} = 10,000/18,000 = 0.5556) \leq 0.80$

$PP = (\text{cte1} \times 0.5556 - \text{cte2}) \times 100\% \times VR = 61.80\% \times US\$ 23,000 = US\$ 14,214 \rightarrow$ Empresa mandante asume el costo de la reparación del componente (en el ejemplo 55.6% del valor total).

3) Si ACL real = 16,000 horas

$0.80 < (\text{ACL fracc} = 16,000/18,000 = 0.8889) \leq 1.00$

$PP = (\text{cte3} \times 0.8889 + \text{cte4}) \times 100\% \times VR = 94.45\% \times US\$ 23,000 = US\$ 21,724 \rightarrow$ Empresa mandante asume el costo de la reparación del componente (en el ejemplo 94.5% del valor total).

4) Si ACL real = 19,000 horas

$1.00 < (\text{ACL fracc} = 19,000/18,000 = 1.0556) \leq 1.20$

$PP = (1,0556) \times 100\% \times VR = 105.56\% \times US\$ 23,000 = US\$ 24,279 \rightarrow$ Empresa mandante asume el costo de la reparación del componente (en el ejemplo 105.6% del valor total).

5) Si ACL real = 22,000 horas

$1.20 < (\text{ACL fracc} = 22,200/18,000 = 1.2333)$

$PP = 120\% \times VR = 120\% \times US\$ 23,000 = US\$ 27,600$

En este caso se debe tener la información respecto de cuál de las dos empresas, contratista o mandante, tomó la decisión de no realizar el retiro y cambio del componente a las 18,000 horas y decidió hacerlo a las 22,200 horas. Si fue el mandante por una decisión propia él deberá correr con el pago (123.3% del valor total), en cambio, si el cambio no fue realizado debido a que la empresa prestadora del servicio no contaba con el repuesto en la fecha que se cumplían las 18,000 horas, por ejemplo, el mandante sólo paga el 100% de valor total).

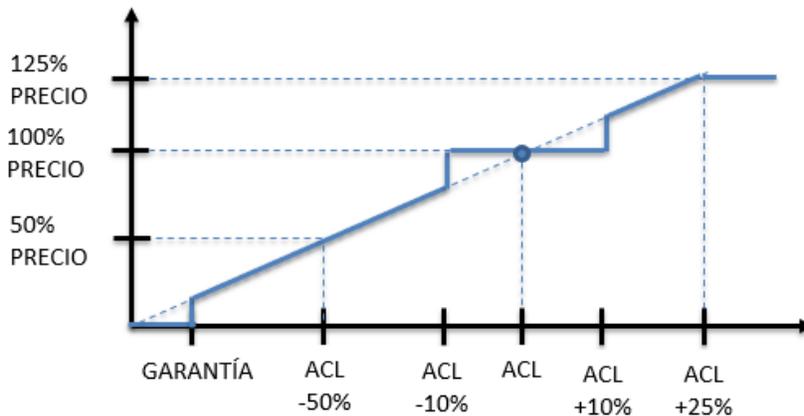


Figura 5 Curva Prorrata para contrato LPP de servicio de mantenimiento flota palas eléctricas y cargadores frontales.

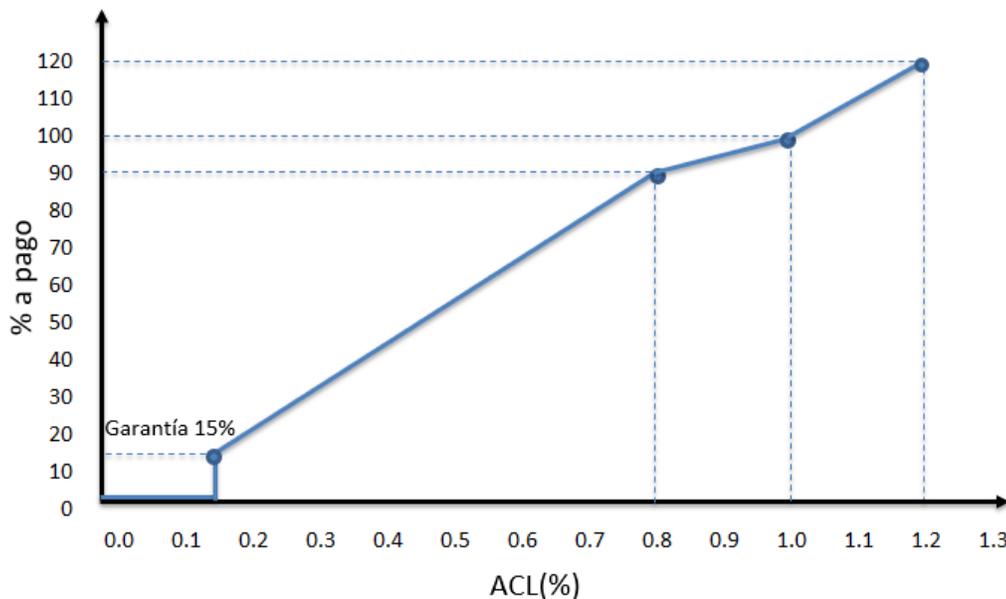


Figura 6 Curva Prorrata para contrato LPP de servicio de mantenimiento flota camiones de extracción.

La ventaja de este tipo de contrato para la compañía minera es que tiene autoridad absoluta sobre los planes de mantenimiento y programas de cambio de componentes de los equipos, ya que la empresa contratista se dedica a ejecutar los planes de mantenimiento definidos convenientemente por el mandante dado su plan de producción mensual y anual, y, en consecuencia, se tiene un mayor control sobre el nivel de gasto en repuestos y componentes. Permite una mayor gestión sobre los gastos de cambio de componentes (se pueden aplazar asumiendo el riesgo de posibles fallas imprevistas de los componentes por no cambiarlos cuando correspondía).

Una desventaja de este contrato para el mandante es que la empresa contratista define su negocio enfocado en la venta de repuestos y reparación de componentes mayores. Dado que la contratista es quien ejecuta los trabajos, se puede dar que en las evaluaciones de las fallas de los componentes haya una inclinación por cambiar el componente por uno nuevo siendo que podría haber sido reparado, por lo tanto, la empresa minera debe tener un nivel de control detallado de manera interna que cuestione o bien analice los informes de falla de los equipos para así validar la recomendación del proveedor del servicio. Dado lo anterior, se hace necesario que la empresa mandante tenga personas especialistas para validar las recomendaciones del contratista asociado a los cambios de componentes mayores de los equipos, incurriendo en un gasto por mayor dotación propia.

5.5 SÍNTESIS DE LOS CONTRATOS ANALIZADOS

A continuación, se presenta a modo resumen, una tabla con los principales gastos y qué incluye cada uno, para los distintos contratos analizados:

Tabla 1 Resumen conceptos de gastos y KPIs contratos analizados (elaboración propia).

Modalidad de Servicio	de	Costo Fijo	Repuestos	Reparación de Componentes	Indicadores de Desempeño
LPP	SI		Por consumo	Prorrata	SI
MARC	SI		Tarifa horaria garantizada	Tarifa horaria garantizada	SI
CPT	SI		Tarifa por tonelada	Tarifa por tonelada	SI

- i. **Costo Fijo:** Para contrato LPP, MARC y CPT incluye:
 - mano de obra en faena (directa e indirecta)
 - subcontratos
 - equipos/herramientas de apoyo al servicio
 - costos directos

- ii. Repuestos y Reparación de Componentes:
 - o para LPP: los repuestos son suministrados por el fabricante, pero cobrados mediante consumo efectivo. Las reparaciones se cobran mediante presupuestos de reparación y aplicando concepto de prorrata.
 - o para MARC: se cobran mediante tarifas horarias garantizadas que incluyen repuestos y reparación de componentes mayores.
 - o para LPP: se cobran mediante tarifas por tonelada que incluyen repuestos y reparación de componentes mayores.
- iii. Indicadores de Desempeño: para LPP, MARC y CPT, el objetivo del servicio es garantizar al cliente KPIs de disponibilidad y confiabilidad.

Dadas las descripciones y ventajas/desventajas de los tipos de contratos analizados en las secciones anteriores, a continuación, se define una matriz en la cual las filas representan las dimensiones principales que abarcan estos tipos de contratos y KPIs asociados a nivel de calidad del servicio de mantenimiento de los equipos; y las columnas representan los distintos tipos de contratos que se están analizando en este trabajo. Para cada posición se evalúa el nivel de incidencia en la toma de decisión y nivel de control que tiene la parte mandante sobre el contratista, y, además, se presenta un gráfico en el cual se indica, dado el tipo de contrato, el nivel de riesgo que asume cada parte (riesgo financiero asociado al gasto en repuestos y componentes).

Tabla 2 Nivel de incidencia en la toma de decisión y nivel de control del mandante sobre el contratista (elaboración propia).

Dimensión \ Contrato	CPT	MARC	LPP
Planificación de Mantenimiento	bajo	medio	medio/alto
Cambio de Componentes	bajo	bajo	medio/alto
Administración de Repuestos	bajo	bajo	medio
Control de Costos	bajo	medio	alto
Riesgo Financiero	bajo	medio	alto
Disponibilidad	bajo	bajo	alto

Descripción de las dimensiones de la matriz:

- i. Planificación de Mantenimiento: programa semanal/mensual/trimestral/anual de las mantenencias programadas a la flota de equipos.
- ii. Cambio de Componentes: programa de cambio de componentes mayores de los equipos (intensivo en capital).
- iii. Administración de Repuestos: compra de repuestos a OEM Original Equipment Manufacturer o alternativo y administración de cadena de suministro de repuestos.
- iv. Control de Costos: Incidencia en costos de repuestos/componentes de acuerdo a nivel de consumo.

- v. Riesgo Financiero: asociado a gasto en consumo de repuestos y reparación de componentes.
- vi. Disponibilidad: indicador principal de nivel de servicio y calidad de las mantenciones realizadas a la flota de equipos.

Dadas las descripciones, ventajas y desventajas de los contratos definidas anteriormente, a modo de conclusión preliminar, se puede generar el siguiente gráfico en el cual se muestra dado el tipo de contrato, quien asume el mayor riesgo (financiero).

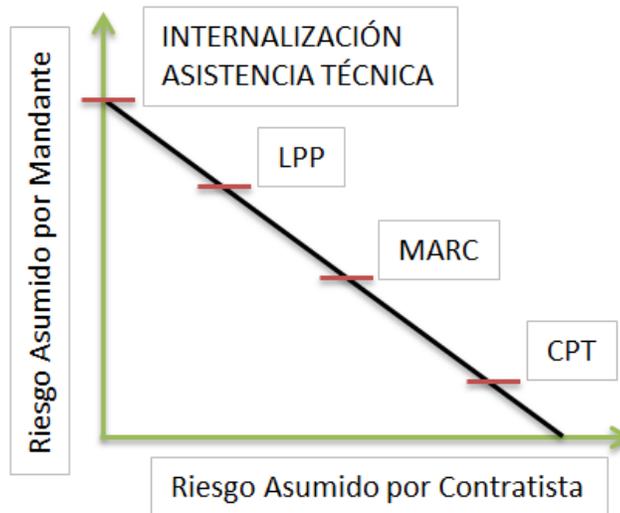


Figura 7 Gráfico de Riesgos Mandante/Contratista. Fuente: empresa Komatsu.

A continuación, se presenta una tabla resumen de la principal ventaja y desventaja para cada tipo de contrato analizado:

Tabla 3 Ventajas/Desventajas de los tipos de contratos analizados.

Contrato	Modo de pago	Ventajas	Desventajas
CPT - Costo por tonelada	USD/tonelada	<ul style="list-style-type: none"> - Gastos por cambios anticipados de componentes mayores, asociados al uso ineficiente de los equipos, se traspasa 100% a empresa contratista. - Gasto mensual relativamente constante, no se ve impactado por cambio de componentes imprevistos. - Se traspasa responsabilidad por gestión de indicadores de disponibilidad de flota y confiabilidad en un 100% a la empresa contratista, empresa mandante se focaliza en su <i>core bussines</i> (producción de cobre). 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresa contratista tiene incentivos a extender vida útil de componentes para aplazar estos gastos, pudiendo poner en riesgo KPIs de disponibilidad y confiabilidad de la flota lo que impactaría negativamente en el plan de producción. - Empresa mandante no tiene control en detalle de estado de la flota de equipos, esto puede impactar negativamente en resultados de producción.
MARC - Maintenance and repair contract	USD/hora	<ul style="list-style-type: none"> - Los gastos asociados a cambios imprevistos son de responsabilidad total de la empresa contratista - Si la tasa de fallas de los componentes principales aumenta por sobre la tasa de falla con la que fue calculada la tarifa horaria, el riesgo y costo de cambio de componentes es absorbido por empresa contratista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gastos por uso ineficiente de los equipos se traspasa 100% a empresa mandante. - Si la tasa de fallas de los componentes principales es menor a la tasa de falla con que se calculó la tarifa horaria, empresa mandante estará pagando por cambios de componentes que no serán realizados.
LPP - Labor plus parts	Mano de obra + consumo de repuestos y reparación de componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Se tiene mayor control de los gastos mensuales ya que área de planificación de las mantenciones y cambio de componentes es interna de la empresa minera. Por lo tanto, se puede hacer gestión en la flota para controlar y desplazar gastos. - Responsabilidad por los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de flota en un 100% de responsabilidad de empresa mandante. - Requiere mayor involucramiento en seguimiento de KPIs de flota (posibilidad de internalizar área de planificación y confiabilidad). 	<ul style="list-style-type: none"> - Empresa contratista tiene incentivos a cambiar repuestos con mayor frecuencia, cuando no necesariamente ameritaban cambios, ya que así genera mayores ingresos por venta de repuestos.

En resumen, se puede decir que una variable de decisión, para definir el tipo de contrato que más se acomode a lo buscado por la compañía minera, es cuan dispuesta esté a asumir el riesgo financiero asociado al gasto en repuestos y reparación de componentes, ya que a menor riesgo, el contrato de servicio de mantenimiento de equipos, tenderá a tener un costo mayor para el mandante, ya sea en tarifa horaria o bien tarifa de costo variable (tarifa por tonelada transportada, metro perforado, etc.).

5.6 EXTERNALIZACIÓN DE SERVICIOS O OUTSOURCING

De acuerdo con el autor Hitt [6], define el outsourcing como el proceso por el cual una empresa compra, a otra externa, una actividad que entrega valor. Esta estrategia posee una serie de ventajas que pueden ser aprovechadas por la firma, pero que también debe asumir desventajas.

Al externalizar un servicio, la empresa mandante está encargando a otra parte de sus funciones, permitiéndole así a la empresa mandante concentrarse en las actividades esenciales propias de su giro o *core business*, y en consecuencia la empresa mandante delega en un proveedor externo estos servicios, quien deberá ser más eficiente y además deberá poseer el know-how y experiencia que busca el mandante.

En la fase de revisión y negociación del contrato, se deben analizar todas las cláusulas del contrato con el mayor detalle posible, evaluarlas económicamente y definir el nivel de riesgo asociado para tener claridad del peso específico de cada una de las cláusulas dentro de éste. Por otra parte, las cláusulas de salida también deben ser un foco principal de atención en la evaluación.

A continuación, se detallan algunas ventajas y desventajas del outsourcing, Hitt [6] y Latapiat [11].

Ventajas del outsourcing

- i. *Permite tener un enfoque estratégico.* Muchas de las empresas cuando realizan proceso de externalización han decidido liberarse de tareas que no guardan necesariamente relación con su negocio. Esta es la acción por la cual deciden delegar a una empresa proveedora la ejecución de uno o varios procesos. Debe estar tutelado por un profundo análisis de sus administradores

estratégicos. La liberación de este tiempo y recursos permite focalizarse a las tareas que son realmente de provecho para la firma.

- ii. *Ahorro de Costos.* Aun cuando los beneficios del outsourcing están alineados hacia lo estratégico, existe una fuerte relación hacia los ahorros, mejor control y flexibilidad en los costos.
- iii. *Mejor asignación de recursos.* Básicamente al externalizar una función se logra la liberación de recursos tanto tangibles como humanos, asignándolos hacia tareas más productivas alineadas en relación con el *core business* de la compañía. Muchas firmas poseen áreas que no le son propias al negocio de la empresa. La subcontratación permite que la empresa pueda evitar gastos como son los relativos a la remuneración, compra de maquinarias, suministros, entre otros.
- iv. *Acceso a recurso humano experto.* Es improbable que una empresa posea en su planilla a los mejores trabajadores en todas sus áreas, pero esta se esmerará en tener a los mejores trabajadores en áreas relativas a la producción para competir con las otras firmas de la industria. mientras que la empresa proveedora de servicio realizará esfuerzos para tener los mejores profesionales en su área para competir con las otras empresas proveedoras. Por otro lado, contratar a estos trabajadores solo para las ocasiones requeridas por la empresa puede salir muy caro en relación con la externalización que es más económica y que permite contar con el recurso humano a disposición de la empresa por mayor tiempo.
- v. *Acceso a mejores prácticas.* Las empresas proveedoras cuentan con trabajadores capacitados, y es en sí misma una organización especializada en prestar el servicio por el que fue contratada, y lucha con las restantes firmas competidoras para tener los mejores estándares. Por ello, la firma contratante puede y tiene acceso a mejores prácticas.
- vi. *Permite orientación hacia el cliente.* Las empresas pueden descuidar la atención y la orientación de sus productos o servicios cuando están preocupadas de tareas o conflictos internos, los cuales no necesariamente son parte de su *core business*. Como es lógico pensar, una empresa que descuida a sus clientes no satisface completamente sus requerimientos, perdiendo competitividad en la industria. La liberación de estas tareas mediante la

subcontratación permite ocupar los recursos y el tiempo en la orientación hacia el cliente, percibiendo mejor sus necesidades y ganando competitividad.

- vii. *Acceso a tecnología de punta.* Las empresas contratistas compiten entre ellas para ofrecer el mejor servicio. Una de esas formas de competencia y seguramente factor clave de éxito en la industria es el liderazgo tecnológico.
- viii. *Se comparten riesgos.* Cuando las tareas externalizadas son sensibles a la producción, como es el caso de una máquina productiva, el riesgo sobre las fallas complejas de difícil resolución, las mermas sobre la producción pueden ser disminuidas por un contrato que prevenga la excesiva demora en la reinstauración de la operatividad del equipo.
- ix. *Alianzas estratégicas favorables a la empresa.* Las empresas que demandan el outsourcing pueden formar alianzas estratégicas con las empresas contratantes y aprovechar sus habilidades y competencias centrales. En ese sentido, es muy importante que las empresas que realizan un proceso de tercerización se apoyen y potencien sus habilidades para enfrentar las competencias dentro del mercado.

Desventajas del outsourcing

Al igual que muchos tópicos de la administración estratégica no hay una receta única y las variables exógenas que pueden afectar a una compañía son innumerables.

El siguiente listado no quiere demostrar que el outsourcing sea negativo, pero que sí requiere un real interés de parte de los administradores estratégicos de la firma mandante, de estudiar las ventajas de subcontratar y de informarse correctamente de la experiencia, recursos y capacidades de la empresa que se contratará.

- i. *Dependencia del proveedor.* Es posible que la firma bajo el proceso de externalización pierda la capacidad de hacer la tarea subcontratada por sí misma y obligue a contratar periodo tras periodo a un actor cualquiera que realice la tarea. Si bien es cierto, que no tiene por qué ser siempre la misma compañía que realiza la tarea, pero esta está en un pie ventajoso respecto al resto de los proveedores, lo que implicaría una tendencia a la continuidad.

Las razones son:

- a) Conocería mejor que ninguna otra empresa los procesos internos de la firma contratante de modo tal que se cuente con una buena cadena productiva.
- b) Tendría una buena relación de comunicación entre los trabajadores y administradores de la compañía contratante y la proveedora.
- c) La tendencia del outsourcing es a relaciones más estrechas entre las compañías.

De modo que establecer otra relación contractual con otra firma proveedora involucraría tiempo hasta que ambas logren una relación óptima. La dependencia sería más evidente si la firma proveedora es un agente monopólico o varios agentes oligopólicos coludidos, en especial cuando la firma demandante del servicio no tiene una real capacidad de negociación.

- ii. *El proveedor externo no conoce el negocio en la forma deseada.* Es posible que el proveedor del negocio no tenga la experticia que busca la empresa demandante y que no cumpla con sus expectativas. Puede que la firma proveedora no tenga la trayectoria deseada. La firma que desea tercerizar debe tener las mejores referencias de la empresa proveedora del servicio. Además, que la forma en que la empresa contratada realiza sus procedimientos interfiera con los procesos de la cadena productiva que primitivamente tenía el mandante. Desde esta perspectiva la firma debe ser lo suficientemente flexible y estructurada en sus procedimientos para poder adaptarse a la incorporación de la empresa proveedora.
- iii. *Pérdida del control de la información.* Al externalizar una función, la información proveniente de esta se deja de recibir con igual eficacia que antes. Los trabajadores y los administradores estratégicos dejan de ganar experiencia debido al cese de su trabajo, lo que puede significar a la compañía una desventaja en la toma de decisiones y capacidades. Por lo que existe una merma en el capital intelectual de la firma respecto a otras empresas, lo que afectará el prestigio en el entorno laboral.
- iv. *El daño motivacional a la fuerza laboral.* El proceso de outsourcing debe ser llevado con cuidado pues este puede afectar a los trabajadores con

sobrecargas de trabajo, ansiedad y estrés entre otras. Incluso el miedo a lo que el cambio significa, pues en cierto sentido el “no cambio” se traduce en un cierto grado de tranquilidad, también influye el miedo de perder la fuente laboral. Estas pueden afectar los procesos productivos como la fidelidad hacia la empresa. Este punto debe ser tratado con suficiente sutileza de modo que el outsourcing sea visto como una oportunidad que favorezca a la comunidad y no ser visto como una amenaza.

- v. *Perdida de fuentes de entrenamiento del personal.* La delegación de funciones a otra empresa por medio de una externalización lleva consigo el cese de entrenamiento en la tarea en cuestión. Es posible que tal externalización no afecte el nivel de entrenamiento de los trabajadores de una empresa de transporte de materias primas o de producto final, pero sí tendría implicancia en una empresa manufacturera si subcontrata un eslabón de su cadena productiva. Es trabajo de los administradores estratégicos desarrollar un contrato adecuado y un outsourcing, tal que no se pierda el entrenamiento entre los trabajadores, sino que, este siga aumentando o capacitándolos en otras áreas.
- vi. *Costos imprevistos.* Cuando no se ha realizado un proceso apropiado en la evaluación del proyecto de subcontratación y se ha efectuado en forma descuidada, o simplemente se dejaron de lado, en forma inconsciente o consiente, algún antecedente o característica importante de la empresa proveedora. De esta forma, pueden surgir costos inesperados o complicaciones. Las razones pueden ser muy variadas, por ejemplo, que el proveedor entregue servicios a otras empresas las que estén solicitando sus requerimientos en el mismo momento que la firma demandante lo solicite. Otras situaciones algo más extremas pueden ser el outsourcing a empresas que están en el exterior del país, donde se desconocen muchas veces detalles que logran ser de gran importancia como el estado de las carreteras que pudieran retrasar las entregas, impuestos aduaneros, etcétera. Una de las formas para que la empresa se proteja de estas eventualidades es la gestión de un contrato apropiado.
- vii. *Posibles fugas de información estratégica.* La externalización puede ser una interacción muy estrecha entre las partes, de modo que cierta información de carácter estratégico, como puede ser: volúmenes de producción, niveles de

contratación, entre otros, sea conocida. Tal información puede ser considerada estratégica para los planes a corto y largo plazo de la firma.

- viii. *Posible rechazo de los trabajadores.* Esto se justifica desde la perspectiva que una empresa que realiza una subcontratación es posible que deba despedir trabajadores, favoreciendo el down sizing ya que no realizará la tarea que está tercerizando. La planta de trabajadores, con la intención de preservar sus fuentes laborales, puede obstaculizar el correcto funcionamiento del outsourcing, lo que puede traer grandes trabas y problemas a la empresa.
- ix. *Roces con la cultura organizacional.* La externalización requiere ciertas habilidades de las firmas participantes como la flexibilidad, la capacidad de adaptarse a la presencia y la forma de realizar los procesos de la contraparte. Roces en esta perspectiva pueden obstaculizar las tareas externalizadas de modo de restar eficiencia, e incluso estropearla.
- x. *Razones políticas, climas y otras.* El outsourcing no solo se enmarca bajo las fronteras de un país, es posible que las empresas subcontraten servicios en otras latitudes. Los ejemplos donde las razones políticas que importan desde la perspectiva de la tercerización son muchos. Otras situaciones imponderables pueden surgir de la naturaleza como: un terremoto, inundaciones, tifones y huracanes propios de otras latitudes.

Las proyecciones de los ahorros de la subcontratación pueden ser considerados como una subestimación de los reales, ya que esta estrategia tiene la virtud de transparentar muchos costos, que hasta el momento de la externalización propiamente tal, se desconocían.

Dado que la externalización está dentro del marco del análisis estratégico, la posibilidad de la delegación de la tarea a un tercero puede ser desechada por parte de los administradores estratégicos, aun cuando esta signifique mayores ahorros a la firma.

5.7 INTERNALIZACIÓN DE SERVICIOS O INSOURCING

El insourcing se refiere a la internalización o bien a hacer propia una función o servicio que se estaba desempeñando fuera de la empresa, de tal manera que al realizarla internamente se conseguirá una mejora del proceso, un mejor resultado

global y también una ventaja competitiva con respecto a las demás empresas. Lo anterior se debe desprender de un análisis previo en donde se demuestren las ventajas y desventajas que justifiquen que el nuevo escenario de internalizar es más conveniente para la compañía.

En ocasiones, esta internalización puede ser una estrategia de costos, pero en otras es mejorar el proceso haciéndolo dentro de la empresa por la razón que sea. No es traer dentro de la empresa cualquier actividad sino aquella actividad integrada que puede ser asumida mejor por parte de la empresa consiguiendo un mayor beneficio a los clientes ya que la empresa se siente en esos momentos más capacitada para realizarla.

Una de las razones para hacer esto es que se quiere redefinir el concepto del sector o industria. Para ganar terreno en nuevos dominios competitivos, la empresa tiene que desarrollar los recursos que tiene combinándolos con ciertas características estratégicas.

Esta estrategia busca el uso de los recursos internos de la organización para ser más competitiva. Una de las principales ventajas es que mantiene el control sobre ese proceso, teniendo en cuenta también las personas que desarrollan cada una de las actividades relacionadas con él, por lo tanto, lo ideal es la búsqueda de talentos dentro de la empresa para que desarrollen esta actividad de la manera más eficiente posible mejorando el proceso que si lo hiciera una empresa externa. Hay que tener en cuenta que quien conoce la realidad de la empresa es quien está dentro de ella, y los de fuera no son capaces de entender ciertas cosas, aunque también es cierto que existen actividades o procesos mediante los cuales no es posible el insourcing.

El talento va a ser la mejor base para desarrollar ciertas actividades dentro de la empresa, y uno de estos procesos que se debe hacer en la empresa pueden ser labores de consultoría, en que a veces se contratan consultores empleos para ciertos aspectos que un trabajador capacitado dentro de la empresa es capaz de desarrollar de manera más efectiva y con absoluto conocimiento dentro de la empresa.

También es un buen proceso para ser más competitivo mediante actividades complementarias a la principal en que la empresa ahora considera que está más capacitada, haciendo que todo se encuentre bajo el control de la empresa sin

dependen de agentes externos, y que permiten un crecimiento del personal en la empresa.

Beneficios del insourcing

- i. *Los trabajadores conocen la misión, visión y valores de la empresa.* Esto impacta directamente en la forma de trabajar y compromiso con los resultados buscados por la empresa.
- ii. *Se pueden controlar y optimizar los costos.* Al no haber intermediarios se puede tener un mayor control y seguimiento del proceso, la productividad y todo lo implicado en las funciones a desarrollar impactando directamente en los costos del servicio. La empresa sabe exactamente lo que se hace en cada momento.

Desventajas del insourcing

- i. *Aumento de los salarios de los trabajadores.* Los trabajadores al ser contratados por la empresa mandante, por lo general, empresa más grande que la que prestaba el servicio externalizado, solicitarán salarios mayores.
- ii. *Formación de sindicatos de trabajadores.* Si bien la tener el servicio externalizado también se puede dar el escenario de gremios o sindicatos, los servicios internalizados no podrán ser reemplazados por un servicio spot en caso de paralización o huelgas de los trabajadores.

En la industria minera, y en particular en las áreas de servicios de mantención de equipos mineros móviles, al internalizar estos servicios, por lo general se acompaña de un servicio de asistencia técnica, el cual consiste en la contratación de un especialista en el equipo minero en particular, el cual solo da las recomendaciones dados los análisis de la data (frecuencia de mantenciones e historiales de falla) que se tenga disponible. En este caso la minera asume un 100% el riesgo, ya que el asistente técnico solo da recomendaciones, y queda en manos del mandante tomar acción dadas las recomendaciones del asistente. Por otro lado, un punto importante a considerar en esta evaluación es que será fundamental mantener la expertise al interior de la empresa, la que podría perderse en caso de internalizar el proceso.

6. METODOLOGÍA

Se comenzó describiendo los tres tipos de contratos más usados en la industria minera chilena para servicios de mantenimiento de equipos mineros móviles, presentando sus ventajas y desventajas genéricas. Se explica también el nivel de riesgo que posee cada contrato desde el punto de vista económico definiendo el riesgo en función del gasto del contrato para la reparación y mantenimiento de los componentes mayores de lo equipos.

Luego, en virtud del objetivo de este trabajo de tesis, se analizó el caso particular de minera ABC, se estableció su contexto y características operacionales junto con establecer un período de tres años donde se analizaron los tres distintos contratos a que hace referencia esta tesis. Para cada contrato se muestra el nivel de gasto mensual y anual, tanto real como el esperado. Se calculan los costos por tonelada para cada contrato de tal manera de poder comparar el gasto en cada contrato. Se analizan las variables operacionales que podrían haber influido en el costo de los contratos.

Por otro lado, se describen las variables económicas que impactan directamente en el costo de los contratos analizados y se muestra un ejemplo de minera ABC con el impacto de estas variables en un período de diez años, realizando una proyección fundada de las variables de incidencia.

Además, se describe el impacto para cada contrato en una situación de fuerza mayor y de un escenario de producción mensual nula, lo anterior, para cuantificar el costo de los contratos ante estos escenarios.

Para la definición de la estrategia de contratación de servicios de mantenimiento de equipos mineros móviles de la minera ABC se realiza una proyección del costo de los contratos analizados para un período de cinco años a partir del 2019 al 2024. Se cuantifica el gasto total para cada contrato en este período con tal de definir el contrato más económico para la empresa mandante.

Finalmente, se plantea el caso óptimo de la estrategia de contratación para minera ABC, identificando las variables claves a la hora de optar por uno u otro contrato. Además, se calculan tarifas horarias equivalentes y tarifas por toneladas equivalentes para cada contrato de tal manera de poder comparar fácilmente el

gasto anual de cada contrato y poder estimar hacia delante posibles renegociaciones de los contratos.

7. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Minera ABC pertenece a un grupo privado que opera cuatro minas de cobre a rajo abierto ubicadas en Chile, dos de las cuales producen además subproductos: molibdeno, plata y oro.

Tres de las cuatro mineras están localizadas en la región de Antofagasta, en el norte, y la cuarta se encuentra en la región de Coquimbo, en la zona central del país. Dos de las cuatro mineras son yacimientos de larga vida, con recursos significativos que les permiten al menos otros 50 años más de operación.

En particular, la minera que será analizada en este trabajo de tesis será la minera ABC, de la cual el grupo minero es dueño de un 60% de la propiedad, el resto del porcentaje está distribuido principalmente en dos holdings japoneses.

Minera ABC es un yacimiento de sulfuro y produce concentrado de cobre (que contiene además oro y plata) y concentrado de molibdeno, mediante un proceso de molienda y flotación. Su operación se inició en el año 2000 y la vida útil restante es de aproximadamente 21 años (hasta 2039).

7.1 CICLO DE UN CONTRATO

Dentro de la organización existe un método definido para el ciclo de contratación de servicios. Este consta de siete pasos, los que se detallan a continuación:

- i. Definición del servicio: internalizado o externalizado
- ii. Levantamiento y análisis de los requerimientos de servicios a contratar: se categorizan en función de su impacto y criticidad para el negocio.
- iii. Selección del proveedor de acuerdo con su experiencia, posición en el mercado y contratos previos en el grupo minero.
- iv. Negociación y diseño del contrato: se definen los SLAs; estrategia de negociación; KPIs y balanced scorecards para control de desempeño, claims.
- v. Puesta en marcha del contrato: reunión de arranque; inducciones; plan de implementación.
- vi. Gestión de relaciones y control de desempeño.
- vii. Evaluación y cierre de contrato: revisión de desempeño y cumplimiento; posible continuidad.

Para el proceso de toma de decisión para definir la continuidad de un contrato o bien la renegociación, por lo general, se trabaja en conjunto con una consultora dedicada a estos análisis, ya que poseen información de costos y valores de mercados para los mismos servicios en distintas mineras tanto en Chile como en el extranjero.

Por otro lado, Minera ABC al ser un grupo minero con cuatro faenas se utiliza la información interna de costos ajustada a las realidades de cada faena en particular, para poder tener un benchmark interno respecto de costos. Con lo anterior, se cuenta con información suficiente como para evaluar la continuidad del contrato. En caso de ser negativa, primero se presenta al directorio de la minera y luego al directorio del grupo minero la intención y evaluación económica que justifica un término o renegociación del contrato evaluado. Con el visto bueno de ambos directorios se procede con el proceso de renegociar, o bien término anticipado para luego licitar nuevamente el servicio y que entren en juego más actores, procurando un escenario más competitivo.

7.2 ANÁLISIS INTERNO

Actualmente, Minera ABC posee cuatro contratos de servicios de mantención de equipos mineros móviles, todos bajo la modalidad LPP + prorrata, de los cuales solo uno incluye además la operación de los equipos.

- i. Flota de palas eléctricas y cargadores frontales: contrato LPP + prorrata con Komatsu Mining Corp. (ex empresa Joy Global).
- ii. Flota de camiones de extracción: contrato LPP + prorrata.
- iii. Flota de perforadoras eléctricas y diésel: contrato LPP sin prorrata, más un contrato adicional por reparación de componentes mayores.
- iv. Flota de equipos auxiliares (motoniveladoras, camiones aljibes, wheeldozeres, bulldozers, cargadores frontales): contrato LPP + mano de obra para operación de los equipos.

Hasta antes del año 2016, todos estos contratos eran del tipo CPT. Luego, a partir del año 2016, todos estos contratos migraron a contrato MARC. Finalmente, a contar del año 2017 todos estos contratos fueron renegociados y cambiados a una modalidad LPP, con el objetivo de bajar los costos de estos servicios.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE EQUIPO MINEROS

Los fabricantes de equipos mineros móviles poseen servicios de After Market, los cuales consideran, entre los principales, los siguientes servicios:

- i. mantención de los equipos
- ii. reparación de componentes mayores
- iii. servicios de armado
- iv. servicios de overhaul
- v. servicios de asistencia técnica especialista

Dado que por cada tipo de equipo minero móvil existen dos o tres fabricantes de reconocida trayectoria, no existen muchos competidores en el mercado. A continuación, se enlistan los fabricantes de los equipos que además ofrecen los servicios de after market antes mencionados:

Tabla 4 Fabricantes de equipos mineros móviles con servicios de After Market en Chile.

Equipo	Fabricante	After Market
Camiones de extracción	Komatsu	<input checked="" type="checkbox"/>
	Caterpillar	<input checked="" type="checkbox"/>
	Liebherr	<input checked="" type="checkbox"/>
Palas de carguío	Caterpillar	<input checked="" type="checkbox"/>
	P&H	<input checked="" type="checkbox"/>
	Komatsu	<input checked="" type="checkbox"/>
Perforadoras	Atlas Copco	<input checked="" type="checkbox"/>
	Sandvik	<input checked="" type="checkbox"/>
	Caterpillar	<input checked="" type="checkbox"/>
	P&H	<input checked="" type="checkbox"/>

8. ANÁLISIS DE EVOLUCION DE COSTOS EN MINERA ABC BAJO DIFERENTES CONTRATOS

Dadas las condiciones del rubro minero actualmente (precio del cobre bajo respecto de años anteriores), las grandes mineras optan por extender la vida útil de los equipos, por lo tanto, las compañías evitan la compra de equipos nuevos, lo que conlleva a que los fabricantes de los equipos concentren sus esfuerzos en mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos a través de sus contratos de servicios de mantenimiento. Esto implica que los fabricantes ya no solo son distribuidores de equipos, sino que también tienen incentivos a especializarse más y a potenciar sus servicios de After Market, como lo son la reparación de componentes o bien los servicios de mantenimiento de equipos.

A continuación, se analizará la evolución en el tiempo, desde el punto de vista del tipo de contrato de servicio de mantenimiento y el gasto asociado a cada contrato, para la empresa minera ABC.

El gráfico que se presenta a continuación muestra la evolución en el tiempo del gasto mensual para un servicio de mantención de flota de camiones de extracción, de acuerdo con cambios en la modalidad contractual que realizó una compañía minera. Se analizaron los últimos tres años del servicio de mantenimiento, donde en el año 2015 se tenía un contrato CPT; el año 2016 (febrero) se cambió a un contrato MARC; y luego desde 2017 a la fecha se migró a un contrato LPP.

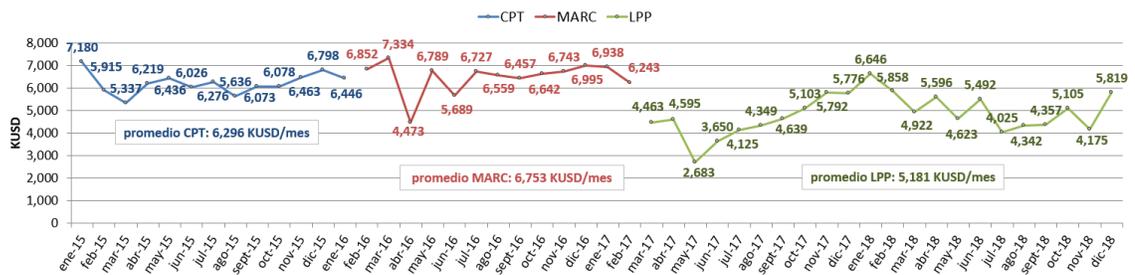


Figura 8 Gasto mensual de contratos CPT, MARC y LPP para una flota de camiones de extracción.

Primero, se analiza el año 2016 con respecto al año 2015, donde se cambió de contrato CPT a contrato MARC. La cantidad de equipos, en este caso camiones de extracción, se mantuvo constante entre ambos años (52 camiones), por lo tanto, no existe un efecto de mayor o menor gasto por concepto de variación de

tamaño de flota. Del gráfico de la Figura 8 se puede observar que el cambio de contrato CPT a contrato MARC no fue conveniente para la empresa mandante. Se pasó de un gasto mensual promedio para contrato CPT de 6,296 KUSD a 6,753 KUSD para un contrato MARC, un 7.3% aproximadamente de mayor gasto mensual (aumento promedio de 457 KUSD por mes). Con el nuevo contrato MARC se esperaba un gasto mensual de 5,351 kUSD/mes en promedio para el año 2016, un 15% de menor gasto mensual versus el contrato CPT.

A pesar de que en un contrato CPT no existen tarifas horarias, ya que su tarifa depende netamente de las toneladas a transportar, se puede hacer un equivalente a tarifa horaria, ya que se conoce el gasto mensual y se conocen las horas de operación para cada camión por cada mes (ver Figura 10).

Si bien la empresa mandante realizó un proceso de negociación conveniente desde el punto de vista de los valores de las tarifas horarias garantizadas, las cuales resultaron ser efectivamente menores que las vigentes y equivalentes en el contrato CPT (ver Tabla 5, 6 y 7), no se hizo una buena estimación de las horas operativas (avance de horómetro) que se proyectó para la flota de camiones y con las cuales se realizó la evaluación económica de cuánto costaría el nuevo contrato MARC. La proyección arrojó que los camiones operarían 489 hrs/mes, pero en la realidad estos operaron en promedio 525 hrs/mes en el año 2016, un 7.4% más de horas de operación por cada camión por mes, lo que explicó el mayor gasto del nuevo contrato (ver Figura 9).

Para descartar que el aumento del 7.4% de las horas de operación de la flota de camiones pudo haberse debido a un aumento en el tonelaje a transportar entre 2015 (CPT) y 2016 (MARC), se analizaron las variables operativas entre ambos años. Si bien el plan de producción minero consideraba un aumento de un 1.7% en el tonelaje a transportar entre el año 2015 con contrato CPT y el 2016 con contrato MARC, el aumento real fue de un 2.1%. En efecto, el tonelaje a transportar para el año 2015 fue de 124.9 millones de toneladas, mientras que para el año 2016 fue de 127.5 millones de toneladas (2.1% de variación).

Por otro lado, y sumado a lo anterior, se tiene que la distancia media recorrida por los camiones, en 2015 fue de 4.66 km versus el 2016 que fue de 4.72 km, es decir, aumentó un 1.5%. Dado que la velocidad promedio para ambos años se mantuvo prácticamente constante en 19.9 km/hr para 2015 y 20 km/hr para 2016, el aumento de la distancia de 1.5% explica un aumento en las horas de un 0.8%

del 7.4% mostrado anteriormente. Por lo tanto, el error en la estimación de las horas quedaría en 6.4% restando el efecto mayor tonelaje transportado.

Ahora, para descartar un efecto del nivel de producción se comparan los valores de costo por tonelada transportada para cada año. El gasto total del 2015 fue de 73.7 MUSD para 124.9 Mton transportadas (con CPT) versus un gasto para el 2016 de 78.2 MUSD para 127.5 Mton transportadas (con MARC). Por lo tanto, en términos de costo por tonelada promedio para el año 2015 fue de 0.590 USD/ton y para el año 2016 fue de 0.613 USD/ton, es decir, aumentó en un 3.9% el costo por tonelada transportada.

Con lo anterior, se descarta que el aumento en el plan minero y por ende en el tonelaje a transportar entre ambos años, haya tenido relación en el aumento de las horas operativas de la flota de camiones, y se reafirma que la estimación de estas horas fue subestimada.

Por otro lado, se descarta además un efecto de envejecimiento de los equipos y que producto de este envejecimiento haya habido un mayor gasto en cambio de componentes y consumo de repuestos y por ende un aumento en el gasto mensual del contrato, ya que cada componente principal de los equipos es cambiado de acuerdo a su vida útil (ACL, average component life) y el consumo de repuestos de los equipos está asociado a pautas de mantención que tienen un intervalo de tiempo fijo cada 500 horas de operación.

En resumen, se puede decir entonces que, si bien aumentó el tonelaje transportado en un 2.1%, también aumentó el gasto anual, pero en un mayor porcentaje 6.1%, es decir, 4.5 MUSD de mayor gasto, y así mismo aumentó el costo por tonelada en un 3.9%. Recordar que el resultado esperado para este nuevo contrato MARC era que el gasto total anual fuera un 15% más barato que el contrato anterior, es decir, se esperaba un ahorro de 11 MUSD en el año dado el plan de producción que presupuestaba transportar 129 millones de toneladas, y finalmente se terminó gastando 4.5 MUSD más con el nuevo contrato MARC.

De haber mantenido el contrato CPT durante el año 2016, se habría obtenido un gasto anual de 75.3 MUSD, dado el nivel de tonelaje transportado para el 2016, por lo que la compañía se habría ahorrado 2.94 MUSD.

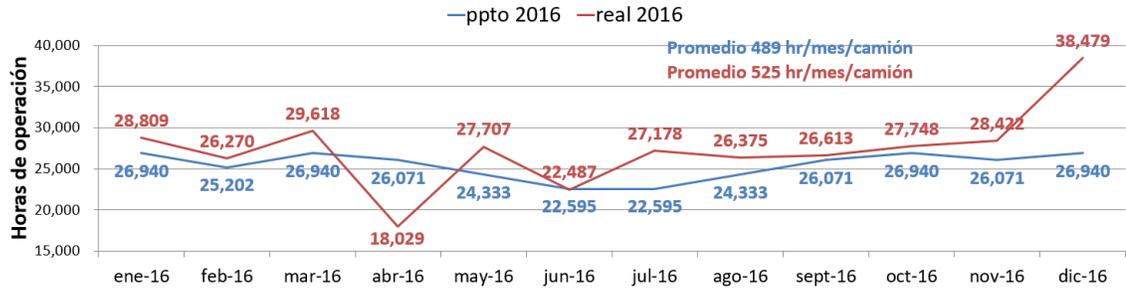


Figura 9 Horas de operación presupuestadas y reales para año 2016 contrato MARC

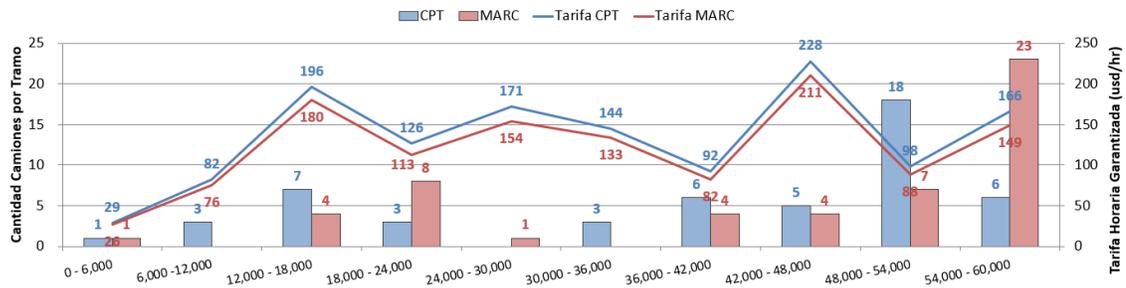


Figura 10 Cantidad de camiones por cada tramo horario garantizado para evolución de contrato CPT a MARC.

Tabla 5 Tarifa horaria garantizada para repuestos y componentes mayores.

Tramo	Rep. & Comp (usd/hr)		CPT	MARC	Dif.
	Desde	Hasta			
1	-	6,000	28.7	26.4	-8.2%
2	6,000	12,000	81.9	75.7	-7.7%
3	12,000	18,000	196.3	179.9	-8.4%
4	18,000	24,000	126.2	112.6	-10.8%
5	24,000	30,000	171.5	154.3	-10.0%
6	30,000	36,000	144.4	133.3	-7.6%
7	36,000	42,000	92.4	82.2	-11.1%
8	42,000	48,000	227.8	210.5	-7.6%
9	48,000	54,000	98.5	88.1	-10.6%
10	54,000	60,000	166.0	148.7	-10.4%

Tabla 6 Tarifa horaria garantizada para reparación de tolvas.

Reparación Tolvas (usd/hr)					
Tramo	Desde	Hasta	CPT	MARC	Dif.
1	-	6,000	10.2	8.7	15.1%
2	6,000	12,000	7.5	6.4	15.0%
3	12,000	18,000	9.3	7.9	15.1%
4	18,000	24,000	6.3	5.3	15.1%
5	24,000	30,000	6.9	5.8	15.1%
6	30,000	36,000	6.6	5.6	15.1%
7	36,000	42,000	7.5	6.4	15.0%
8	42,000	48,000	7.0	6.0	15.1%
9	48,000	54,000	7.6	6.5	15.1%
10	54,000	60,000	11.0	9.4	15.1%

Tabla 7 Tarifa horaria garantizada para acceso a pool (soporte de componentes).

Soporte de Componentes (usd/hr)					
Tramo	Desde	Hasta	CPT	MARC	Dif.
1	-	6,000	6.1	5.9	-3.3%
2	6,000	12,000	6.1	5.9	-3.3%
3	12,000	18,000	6.1	5.9	-3.3%
4	18,000	24,000	6.1	5.9	-3.3%
5	24,000	30,000	6.1	5.9	-3.3%
6	30,000	36,000	6.1	5.9	-3.3%
7	36,000	42,000	6.1	5.9	-3.3%
8	42,000	48,000	6.1	5.9	-3.3%
9	48,000	54,000	6.1	5.9	-3.3%
10	54,000	60,000	6.1	5.9	-3.3%

Dado este nuevo escenario, desfavorable para la empresa minera, se decidió por negociar nuevamente el contrato de servicio de mantenimiento de la flota de camiones, pero ahora pensando en un contrato LPP, asumiendo un mayor riesgo económico por parte de la minera. Como se puede observar en el gráfico de la Figura 8, a contar de febrero 2017, comienza a operar el contrato LPP, reduciendo el gasto mensual en un 23% en comparación al promedio de facturación para el contrato MARC del año anterior, llegando a un valor de gasto mensual de 5,181 kUSD versus los 6,753 kUSD del contrato anterior.

Claramente el proceso de negociación llevado a cabo entre ambas partes fue muy favorable para la minera, ya que pudo disminuir su nivel de gasto mensual, considerando además que la flota de camiones para el 2017 crecería en un 8% aproximadamente (se incorporaron 04 nuevos camiones a la flota de 52 camiones, quedando en 56 camiones desde febrero 2017 en adelante). Por otro lado, el proceso de negociación no incluyó aumento de dotación de personal (técnicos mecánicos) pese al aumento de flota, lo que demuestra que la negociación fue conveniente para la empresa mandante.

Para el caso de negociación de un contrato LPP, el foco está en el valor de los repuestos y componentes principales de los equipos, así como también, en la forma de las curvas de prorrata y en la definición de la vida útil de los componentes mayores (ACL, average component life). Estas son las variables principales para poder proyectar el valor del contrato para los años futuros.

8.1 PRINCIPALES INDICADORES ECONÓMICOS QUE AFECTAN EL VALOR DE LAS TARIFAS DE LOS CONTRATOS

En la mayoría de los contratos de servicios de mantención las tarifas cobradas se reajustan trimestralmente de tal manera de que sus valores se actualicen en función del tiempo. Se utilizan polinomios de reajustes en los cuales influyen indicadores tanto nacionales como internacionales. El peso específico de cada variable dependerá de lo que se negocie entre las partes, por lo tanto, es interesante saber y conocer el comportamiento de estos índices.

Alguno de los índices más utilizados en los polinomios de reajustes son los siguientes:

- i. **ICMO**: índice de costo de mano de obra (publicado por el INE), evolución mensual del costo de la mano de obra por horas totales pagadas. Gastos en que incurren las empresas en mantener a sus trabajadores, el cual incluye las remuneraciones ordinarias más costos no salariales.
- ii. **IPC**: índice de precios al consumidor (publicado por el INE), mide los cambios en el nivel de precios de una canasta de bienes y servicios de consumo adquiridos por los hogares en Chile. Se trata de un porcentaje que puede ser positivo (lo que indica un incremento de los precios) o negativo (que refleja una caída de los precios).

- iii. **PPI:** producer price index (publicado por el Bureau of Labor Statistics USA), mide el cambio promedio en el tiempo en los precios de venta recibidos por los productores nacionales (de USA) para su producción. Los precios incluidos en el PPI son de la primera transacción comercial para muchos productos y algunos servicios. En particular el PPI está asociado a la Industry, Mining Machinery & Equipment.
- iv. **Canasta de repuestos del equipo:** este índice define una canasta básica de repuestos de un equipo en particular, el cual, de un modo similar al IPC se reajusta mensualmente, se consideran los repuestos de mayor consumo (valores manejados internamente por los fabricantes de los equipos).

A continuación, y a modo de ejemplo, para mostrar el impacto real de este tipo de reajustes, se muestra la distribución de gastos para un contrato CPT aplicado a una flota de camiones de extracción de alto tonelaje, en la cual se hace una separación entre los valores bases iniciales del contrato y el impacto en el valor de éste producto de los reajustes trimestrales que aplicaron al contrato, que finalmente elevó su costo base en 50% aproximadamente para algunas partidas, y un 22% aproximadamente en el valor total del contrato original (ver Figura 12).

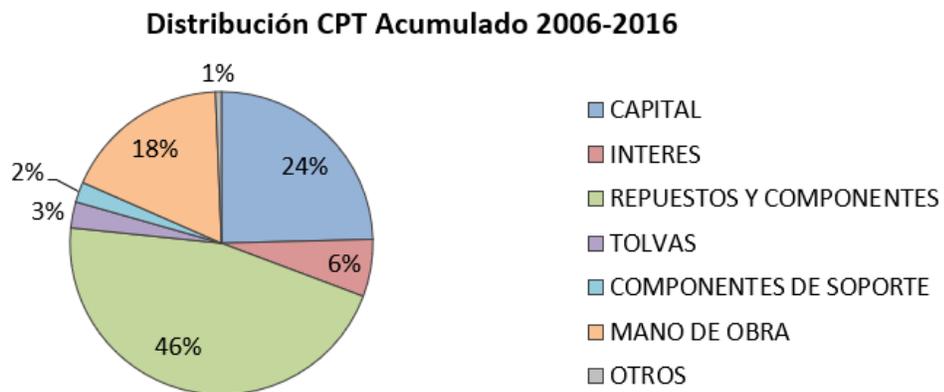


Figura 11 Gráfico distribución porcentual del gasto anual de un contrato CPT para una flota de camiones de extracción.

Al analizar el gráfico se puede observar que las partidas más relevantes corresponden a Repuestos y Componentes (46%), seguido de Mano de Obra

(19%) y dado que se trata de un contrato en el cual los equipos fueron adquiridos a través de un leasing con la empresa prestadora del servicio que además es fabricante del equipo, las partidas de Capital e Interés representan una parte importante de los gastos de este contrato (25% y 6% respectivamente).

Al hacer la separación entre el gasto por tarifa base y tarifa reajustada por los polinomios de reajuste, se obtiene el siguiente gráfico:

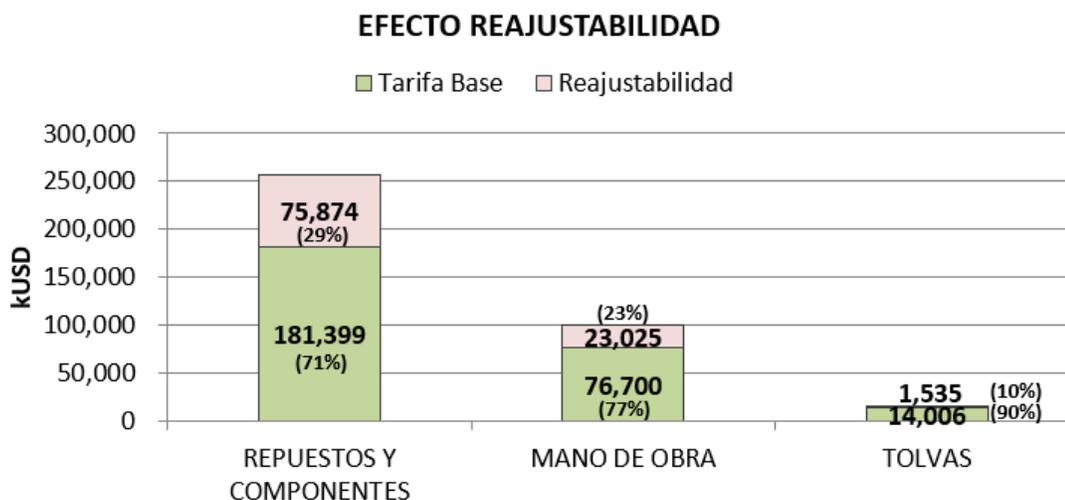


Figura 12 Impacto en kUSD del reajuste trimestral en tres partidas de un contrato CPT para una flota de camiones de extracción, en 10 años.

De este gráfico se observa que, en Repuestos y Componentes, el 29% del gasto por este concepto corresponde a reajustes; para Mano de Obra un 23% y un 10% en la partida de Tolvas (que se podría extrapolar a trabajos de reparación por soldadura en la flota de equipos mineros).

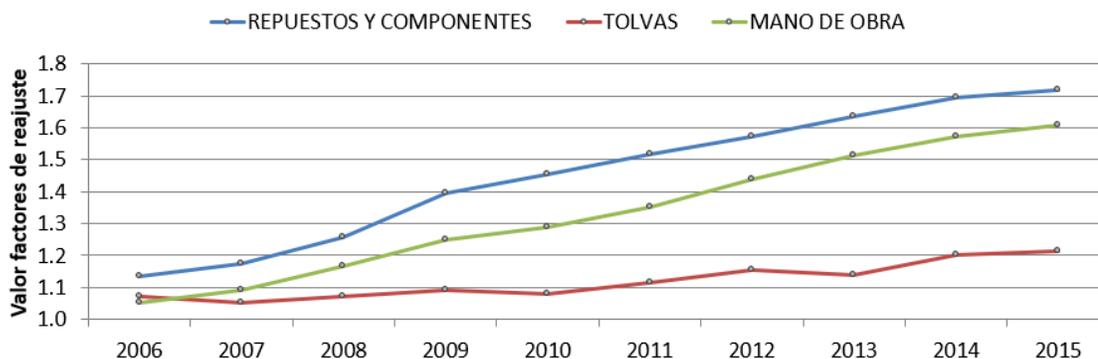


Figura 13 Evolución de los factores de reajustes para un contrato CPT de flota camiones de extracción.

El gráfico anterior muestra la evolución de los factores de reajuste para tres partidas de gastos de un contrato de costo por tonelada para una flota de camiones, desde 2006 hasta 2015 se observa un aumento continuado de estos factores, incrementando el valor de estas partidas en un 51%, 53% y 13%, respetivamente, en 10 años.

Estos reajustes que se calculan de acuerdo con polinomios definidos en el contrato y que dependen de los índices definidos anteriormente, en particular, incrementaron el valor base del contrato mostrado en el ejemplo en un 21.7% en 10 años, la empresa mandante llegó a pagar un total de 100 millones de dólares por este concepto durante este período.

Desde el punto de vista del costo por tonelada extraída, inicialmente se tenía una tarifa de 0.3783 USD/ton y la tarifa reajustada terminó en 0.4590 USD/ton, lo que implicó un aumento de 21% aproximadamente en el período de 10 años.

Con la información expuesta anteriormente se busca dar a conocer que un punto de atención importante al momento de definir cualquier tipo de contrato es analizar sus variables por las cuales los valores de las tarifas se reajustarán en el tiempo. Es recomendable realizar proyecciones y simulaciones para poder cuantificar el impacto de estas variables previamente a la firma de estos acuerdos comerciales.

Para el año 2016, cuando se cambió de contrato CPT a MARC, se negociaron los nuevos polinomios de reajuste. Si comparamos los factores de reajustes para CPT para el año 2016 versus los factores de reajustes de MARC para el 2016 también, se obtiene la siguiente tabla y gráfica:

Tabla 8 Factores de reajuste para contrato MARC y contrato CPT, mismo año 2016.

Período	MARC		CPT	
	MO	R&C	MO	R&C
Q1 2016	0.9949	0.9823	1.0447	1.0262
Q2 2016	1.0130	1.0041	1.0591	1.0288
Q3 2016	1.0066	1.0035	1.0798	1.0393
Q4 2016	1.0136	1.0108	1.0930	1.0509

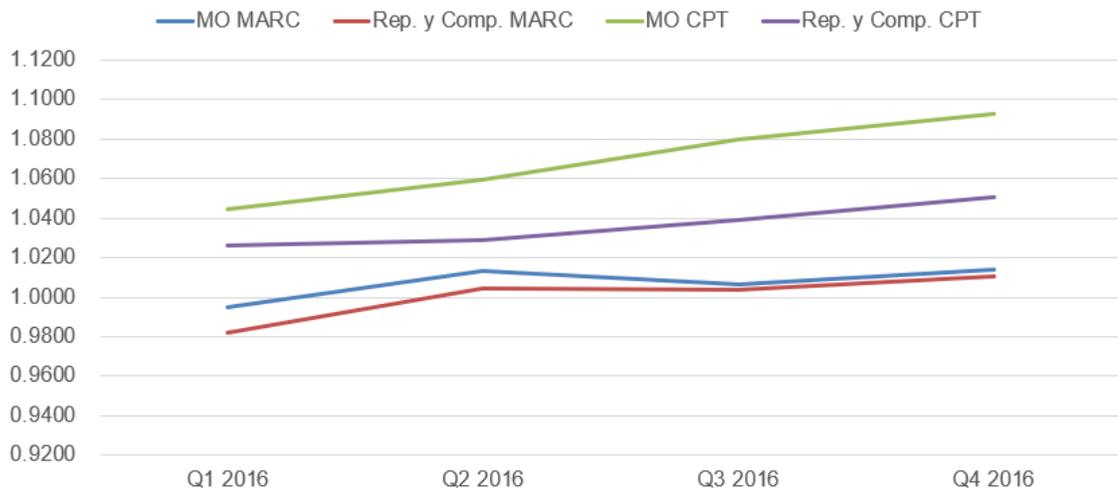


Figura 14 Comparación de factores de reajuste para Mano de Obra (MO) y Repuestos y Componentes (Rep. y Comp.) para contratos CPT y MARC año 2016.

Claramente, esta vez, al pasar de contrato MARC a contrato LPP, la minera ABC puso énfasis en el cálculo y proyección de estos factores de reajuste, de tal manera de que estos factores no se incrementaran tanto en el tiempo como lo que ocurrió en el contrato CPT, ver Figura 13. En efecto, el factor de mano de obra aumentó un 1.9% y el de reparación y componentes aumentó un 2.9% en el año para el contrato MARC, no así los factores del contrato CPT que habrían aumentado un 4.6% para mano de obra y 2.4% para reparación y componentes, que además se sumaba a que la tarifa base era aún mayor que el MARC (ver tablas 5, 6 y 7).

Si bien el período analizado es corto, sólo un año, se puede ver claramente la tendencia de los distintos factores para ambos contratos, los del CPT crecieron más rápido que los del MARC.

Por otro lado, para el contrato LPP no se tienen estos factores de reajuste ni polinomios de reajustes. Lo anterior, producto de la negociación sostenida entre ambas partes, ya que la mayoría de los conceptos de gastos quedaron estipulados en UF.

8.2 EXTERNALIDADES Y SU AFECTACIÓN EN LOS CONTRATOS

A continuación, se enlista una serie de variables externas negativas y se explica cómo afecta a cada tipo de contrato estudiado en la facturación mensual. Se hace interesante el estudio de estas externalidades ya que cada tipo de contrato reacciona distinto frente a hechos que afecten la continuidad operacional del proceso y también frente a variaciones en los indicadores económicos por los cuales las tarifas de los contratos se reajustan.

Primero, se debe partir definiendo el concepto de “fuerza mayor o caso fortuito”. De acuerdo con la definición de la Dirección del Trabajo chilena, se entiende por caso fortuito o fuerza mayor lo siguiente: *Se llama fuerza mayor o caso fortuito el imprevisto a que no es posible resistir como un naufragio, un terremoto, los actos de autoridad ejercidos por funcionarios públicos, etc. De esta manera, el caso fortuito o fuerza mayor debe ser inimputable, vale decir, que provenga de una causa enteramente ajena a la voluntad de las partes; imprevisible, esto es, que no se haya podido prever dentro de los cálculos ordinarios y corrientes; e irresistible, es decir, que no se haya podido evitar, ni aun en el evento de oponerse las defensas idóneas para lograr tal objetivo. [11]*

Las variables que se considerarán en este análisis son las siguientes:

- i. Corte y/o toma de los caminos principales de acceso a Minera ABC
- ii. Condición climática tal que se debe detener la operación de Minera ABC
- iii. Paro de personal interno (operadores de equipos)
- iv. Paro de personal externo (servicios de mantención de equipos)
- v. Accidentes graves que afecten la continuidad operacional
- vi. Variables de reajustabilidad de las tarifas

Para cada externalidad se asumirá que la afectación a la continuidad operacional tendrá una duración de un mes completo, de tal manera de poder dimensionar el efecto mensual con respecto a un mes normal.

Dada la definición de caso fortuito o fuerza mayor, la única externalidad a la cual sí aplica este concepto es la numero ii) Condición climática tal que se debe detener la operación de Minera ABC. En este caso en particular, independiente del tipo de contrato que se tenga, la empresa mandante, en este caso Minera ABC, podrá poner término anticipado al contrato y la empresa contratista sólo tendrá derecho a recibir los montos adeudados reajustados y no pagados previamente por los servicios prestados, si lo hubieren, y costos de desmovilización que contemplan el costo de la mano de obra por conceptos de

indemnización por años de servicio para parte del personal del contrato que no pueda ser reubicado en otros contratos o faenas, actividades de desmovilización de instalaciones de faena, costos directos de fletes, gasto de viaje, arriendo de equipos, entre otros.

Para el resto de las externalidades enlistadas, no constituyen casos fortuitos o de fuerza mayor, por lo tanto, la empresa mandante estará obligada a pagar al contratista a lo menos los costos fijos del contrato y, en caso de que existiera alguna cláusula de costos mínimos, también deberá ser pagada.

A continuación, y a modo de resumen se generó una tabla en la que las filas indican los tipos de contratos analizados, y en las columnas se indican los porcentajes a pagar con respecto a un mes normal, tanto en el caso fortuito como en los escenarios de producción nula, como los descritos en el inicio de este capítulo.

Tabla 9 Porcentaje a pagar por cada contrato en caso de producción nula mensual.

Producción nula				
Tipo Contrato	Costos Fijos	Costo Mínimo	A pagar KUSD	Gasto Mensual KUSD
MARC	22%	N/A	1,650	7,353
CPT	N/A	48%	3,130	6,520
LPP	34%	N/A	1,750	5,105

De acuerdo con la tabla 9, se observa que el contrato que representaría un menor gasto mensual en términos porcentuales, en caso de producción nula es el contrato MARC con un costo del 22% respecto del costo de un mes normal. Luego sigue el contrato LPP con un 32% del costo total, y finalmente y el contrato CPT, con casi un 50% del costo total de un mes normal. Para el caso de contrato CPT se explica ya que este tipo de contratos tiene asociada una cláusula de costo mínimo, no así el resto de los contratos, la cual asegura cubrir los costos fijos y al menos un porcentaje importante de la producción mensual. No obstante, lo anterior (cláusula de costo mínimo) también podría darse en los contratos MARC y LPP, pero dado que gran parte del riesgo financiero asociado a los cambios de componentes mayores es asumido por la empresa mandante (ver sección 5.5 Figura 7) esta cláusula no existió en este tipo de contratos en particular para la empresa Minera ABC.

Por otro lado, entre el contrato MARC y el LPP, el costo fijo es prácticamente el mismo 1,650 KUSD, pero dado que el contrato MARC es más caro que el LPP se da que en términos porcentuales es menor el costo del MARC en caso de producción mensual nula, no obstante, y considerando el gasto mensual en KUSD el contrato más conveniente en estos casos es el LPP.

Por otro lado, y a modo de ejemplo, al analizar en particular los meses de febrero y marzo 2015, cuando el contrato era CPT, se puede observar que hay un menor gasto para estos meses, un 9% y 18% respectivamente. En estos meses, la minera fue afectada por una toma de los caminos de acceso por parte de las comunidades aledañas (externalidad letra i)), impidiendo el normal flujo de personas e insumos durante tres semanas aproximadamente, afectando principalmente a la operación y producción. El tonelaje transportado, variable principal para el cálculo de la facturación mensual del contrato CPT, fue un 79% y 62% de lo que se tenía planificado para esos meses, no obstante, el gasto mensual no estuvo en línea con la baja en el porcentaje de tonelaje transportado y el gasto mensual cayó solamente un 9% y 18% respectivamente, cuando lo que se esperaba era tener un gasto menor de un 17% y 38% respectivamente.

La explicación de lo anterior debió a que en el contrato CPT existía una cláusula (llamada costo mínimo) que hacía referencia a que si en un mes en particular el tonelaje transportado por la flota de camiones era menor a un 92.7% del tonelaje planificado para ese mes, se debía considerar una curva de tonelaje a pagar de acuerdo con el siguiente gráfico de la Figura 14.

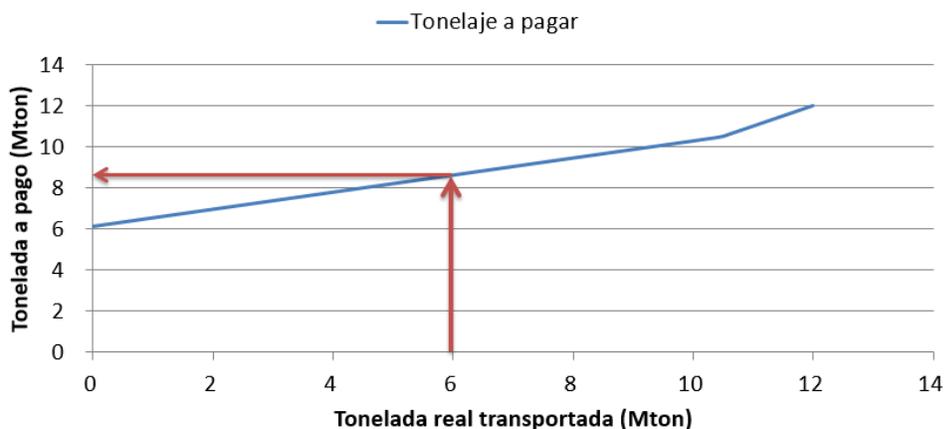


Figura 15 Tonelaje a pagar versus tonelaje efectivamente transportado (valores en millones de toneladas).

En el peor de los casos, si por algún motivo externo al servicio de mantenimiento de la flota de camiones, el tonelaje transportado en un mes era cero, se debía considerar para facturación al menos un 46% del tonelaje planificado. Cuando el tonelaje transportado superaba el 92.7% del planificado, recién ahí se comenzaba a pagar el tonelaje efectivamente transportado. Claramente, una cláusula contractual muy desfavorable para la minera. Si bien la probabilidad de ocurrencia era baja, los costos asociados eran altos, en efecto, por esta cláusula la minera tuvo que pagar un valor total de 1,602 KUSD por tonelaje que debía transportar pero que no transportó para los meses indicados anteriormente.

Algo parecido ocurrió en el mes de abril 2016, cuando el contrato era MARC, producto de una condición climática se tuvo que detener la operación por un período de dos semanas (temporal de nieve). En este contrato MARC ya no existía la cláusula de costo mínimo, por lo tanto, y dado que la variable principal que definía la facturación del mes eran las horas operativas de cada camión, se ve claramente que el efecto de detener la operación dos semanas trajo un ahorro de un 67% en la facturación del mes en comparación al promedio del gasto mensual de 6,753 KUSD. En este caso, ambas partes, prestadora de servicio y minera, reciben y pagan acorde a lo realmente trabajado por la flota de camiones y sus trabajadores. Se paga el costo fijo en su totalidad y el costo variable de acuerdo con las horas reales que operaron los camiones ese mes en particular.

8.3 PROYECCIÓN DE GASTOS DE LOS CONTRATOS A 5 AÑOS PARA MINERA ABC

A continuación, se muestra gráficamente desde el 2019 en adelante cómo se comportarían los tres tipos de contrato de Minera ABC, en relación con el costo mensual. Se proyecta desde 2019 hasta 2024 el costo de los contratos para mostrar si la decisión de cambio de tipo de contrato a contrato LPP fue sustentable en el tiempo. Es de esperar que el contrato actual LPP sea el de menor costo. Se muestra el caso particular de los camiones de extracción de Minera ABC.

Para la proyección se utilizó el plan de producción definido por el área de Planificación de Largo Plazo de minera ABC de acuerdo con la forma en que se explotará y desarrollará la extracción y producción de la minera en los próximos cinco años. En esta proyección se utiliza un software (Vulcan) al cual se lo alimenta con una topografía 3D del rajo, además, se le dan inputs operacionales,

como, por ejemplo: cantidad de equipos (palas, camiones, perforadoras); leyes de mineral y nivel de dureza de las fases (sectores dentro del rajo) que serán explotadas; distancias y perfiles de velocidad que recorrerán por los equipos mineros móviles; entre otros. Históricamente, las proyecciones del plan de producción tienen poca variabilidad, entre un 1% a 3%, respecto del tonelaje planificado versus el real.

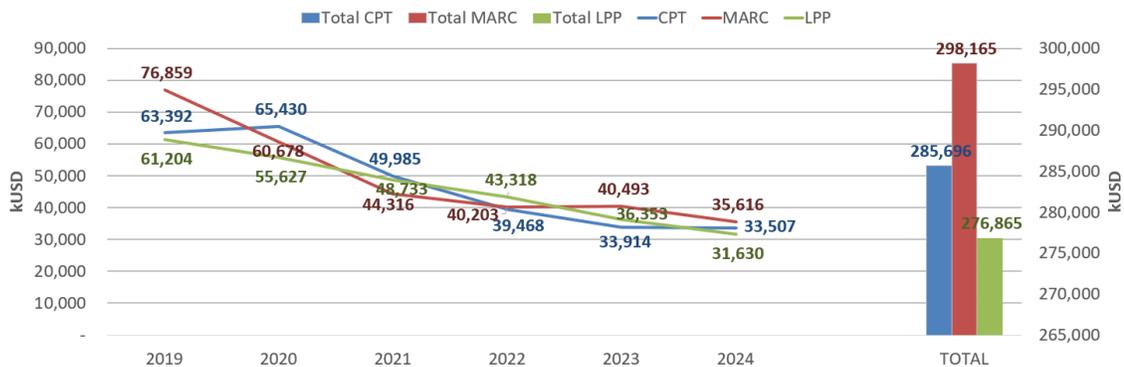


Figura 16 Proyección de los costos de los contratos CPT, MARC y LPP al 2024 para Minera ABC.

Al observar el gráfico con la proyección para 5 años de los costos de los contratos estudiados, se observa que, si bien hay un año en que el contrato de menor costo fue el contrato MARC para el 2021 y luego el contrato CPT para el año 2022 y 2023, el contrato LPP fue el de menor costo total para los cinco años proyectados.

Existe una diferencia de 8.8 MUSD entre el contrato CPT y el contrato LPP y una diferencia de 21.3 MUSD entre el contrato MARC y el contrato LPP. Por lo tanto, la decisión de haber cambiado de contrato el 2017 por parte de la minera ABC tiene sentido al hacer la proyección para un período de 5 años (se consideró para los cálculos una tasa de interés del 10% anual).

Tabla 10 Proyección cinco años de contratos CPT, MARC y LPP en MUSD para minera ABC (valores en MUSD).

Contrato	2019 (MUSD)	2020 (MUSD)	2021 (MUSD)	2022 (MUSD)	2023 (MUSD)	2024 (MUSD)	TOTAL (MUSD)	Dif. LPP
CPT	63.4	65.4	50.0	39.5	33.9	33.5	285.7	8.8
MARC	76.9	60.7	44.3	40.2	40.5	35.6	298.2	21.3
LPP	61.2	55.6	48.7	43.3	36.4	31.6	276.9	-

Del gráfico de la Figura 15, se observa un resultado que es contra intuitivo y no está en línea con lo descrito en el marco conceptual y que tiene relación con el gasto proyectado del contrato MARC, ya que, pese a que este contrato posee un nivel de riesgo menor al CPT, resultó ser más caro que el CPT. Lo anterior se explica por las tarifas horarias garantizadas que fueron negociadas al inicio de este contrato, las cuales la minera aceptó ya que efectivamente eran menores en comparación a la equivalencia en tarifa horaria del contrato CPT, pero hubo un error en la estimación por parte de la minera respecto de las horas totales que operarían los camiones y con lo cual cuantificó el gasto del contrato MARC, resultando ser conveniente. Además, cada vez que el camión empezaba a andar, más bien, se encendía su motor, su horómetro avanzaba y se incurría en un gasto independiente si el camión estaba transportando tonelaje o no, por lo tanto, se comenzaron a pagar todas las ineficiencias de la operación de los equipos aumentando así también el gasto considerablemente como se explicó a principios de este capítulo (ver Anexo 1 como ejemplo del pago de una ineficiencia de la operación de los equipos).

Si la minera hubiera hecho una proyección certera de las horas que operaría la flota de camiones para el año 2016 cuando se negoció el contrato MARC, se hubiera dado cuenta que las tarifas ofrecidas para el contrato MARC por parte de la empresa contratista, si bien eran menores a las tarifas horarias equivalentes del CPT, no eran lo suficientemente bajas como para haber generado un ahorro al cambiarse de contrato. En consecuencia, se habrían hecho varias iteraciones más en el proceso de negociación para haber llegado a tarifas horarias que sí hubiesen generado ahorros a la compañía minera.

Dada la proyección del gasto anual para los diferentes contratos, que fue construida en función del plan minero de los próximos cinco años, se definirá para cada año cual debería ser la tarifa, tanto horaria como tarifa por tonelada, que haría equivalente en gasto anual tanto al contrato MARC como al contrato CPT con respecto al LPP. Es decir, se definirán las tarifas usd/hr operativa y usd/ton que igualen el gasto anual de contrato LPP (ver Tabla 11).

Tabla 11 Tarifas horarias y tarifas por toneladas equivalentes a valor contrato LPP, proyección cinco años.

Contrat	Unidad	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Prom.
LPP	MUSD	61.2	55.6	48.7	43.3	36.4	31.6	46.1

MARC	USD/hr op.	182.3	166.8	161.8	143.8	120.7	104.7	146.7
CPT	USD/ton	0.422	0.380	0.337	0.297	0.254	0.216	0.318
Horas Op	Hrs x 10 ³	335.7	333.5	301.2	301.2	301.2	313.7	
Tonelaje	Mton	145.1	146.2	144.8	145.8	142.9	146.7	

Ahora bien, dado que el contrato LPP es el que minimiza el gasto anual promedio para los próximos cinco años, existe una combinación de los tres tipos de contrato que minimizarían aún más el gasto de los próximos cinco años. Sólo a modo de ejemplo se definirá esta combinación óptima, ya que, de acuerdo con la práctica se torna un poco complejo cambiar todos los años a distintos tipos de contratos. No obstante, la combinación óptima sería: para los años 2019 y 2020 mantener el contrato actual LPP. Para el año 2021 se hace conveniente el contrato MARC. Luego para los años 2022 y 2023 el contrato de menor gasto sería el CPT para luego concluir el 2024 con un contrato LPP. En este caso, que es poco probable que se logre, pero no imposible, se gastaría un total de 266 MUSD en los cinco años (ver Tabla 11), generando un ahorro de 10.7 MUSD en comparación a mantener el contrato LPP por los cinco próximos años. Lo anterior se lograría siempre que se mantengan las tarifas de originales de cada contrato.

Tabla 12 Combinación óptima de contratos en función del tiempo que minimizan el gasto anual (valores en MUSD).

Escenario Óptimo	2019 (MUSD)	2020 (MUSD)	2021 (MUSD)	2022 (MUSD)	2023 (MUSD)	2024 (MUSD)	TOTAL (MUSD)
Gasto anual	61.2	55.6	44.3	39.5	33.9	31.6	266.1
Contrato	LPP	LPP	MARC	CPT	CPT	LPP	

Esta combinación implicaría hacer tres cambios de contratos en cinco años, lo que en la práctica es un escenario poco probable pero no imposible. En ese sentido, existe una combinación en la cual sólo se harían dos cambios que involucraría pasar en el 2021 a un contrato MARC, mantenerlos por dos años y luego en el 2023 volver a un contrato LPP. Con esto se lograría un gasto total 269 MUSD (ver Tabla 12) y se tendría un ahorro respecto de mantener el LPP durante los cinco próximos años de 7.5 MUSD. Este escenario, que implica dos cambios de contratos y en el cual el segundo cambio implicaría volver al contrato que se viene operando desde el 2017, que es el LPP, se ve más factible que el

escenario planteado como el óptimo, y además, generaría un ahorro considerable de 7.5 MUSD.

Tabla 13 Escenario alternativo que considera dos cambios de contrato en período de cinco años (valores en MUSD).

Escenario Alternativo	2019 (MUSD)	2020 (MUSD)	2021 (MUSD)	2022 (MUSD)	2023 (MUSD)	2024 (MUSD)	TOTAL (MUSD)
Gasto anual Contrato	61.2	55.6	44.3	40.2	36.4	31.6	269.3
	LPP	LPP	MARC	MARC	LPP	LPP	

9. CONSIDERACIONES Y MEJORAS PROPUESTAS PARA LOS CONTRATOS ANALIZADOS

En este capítulo se proponen mejoras a considerar al momento de definir un contrato de servicios de mantención de equipos mineros de producción, en función de los análisis del capítulo anterior.

Si bien en el análisis del caso del capítulo anterior, se podría concluir que el contrato que mejor dio resultado para la empresa minera fue el LPP, en comparación al contrato CPT y contrato MARC desde un punto de vista netamente financiero (gasto promedio mensual), no necesariamente podemos concluir que el contrato más económico siempre será un contrato LPP. Va a depender de lo que se está pagando mensualmente por ejemplo con el contrato actual, cualquiera sea este, y que tan buena sea la negociación que adjudique los servicios a un nuevo contrato o bien que en la negociación se mejoren las tarifas asociadas a los servicios disminuyendo así el gasto mensual y manteniendo el contrato original. En otras palabras, la negociación y por ende los resultados obtenidos nos dirán qué tan beneficioso fue para la empresa mandante las nuevas condiciones contractuales, independiente del tipo de contrato inicial y final.

Por otro lado, como se comentó el capítulo 5, otra variable de decisión que tiene una correlación indirecta con el gasto mensual de un servicio de este tipo es la disposición a asumir el riesgo financiero de cada parte, a menor riesgo asumido por el mandante mayor debería ser el gasto pagado a la contraparte y viceversa.

9.1 CONSIDERACIONES Y MEJORAS PARA CONTRATO CPT

En el caso de los contratos de costo por tonelada, las consideraciones principales que debe tener la empresa mandante del servicio deben ser, entre otras, las siguientes:

Dado que la definición de la tarifa a pago (usd/ton) depende fuertemente de la estimación que entrega la empresa minera de la cantidad de tonelaje a transportar por cada año, se debe ser muy riguroso en los cálculos de esta variable, ya que puede haber tres escenarios posibles: un escenario en el que la producción estimada sea menor a lo que realmente se transportó en el año, en este caso, la empresa minera habrá incurrido en un sobregasto respecto de su

presupuesto producto de una mayor producción. Si bien es beneficioso para la empresa minera, ya que la sobre producción se transformará eventualmente en mayores ingresos a lo largo de la cadena de valor, la rentabilidad de esta sobre producción dependerá si su origen fue producto de optimizaciones operacionales (mejor disponibilidad, uso y rendimiento de los equipos) que llevaron a transportar mayor tonelaje que el planificado siendo así altamente beneficioso para ambas partes versus que si el origen fue producto de una mala estimación de la producción para ese año en particular. Si la mala estimación hace que el tonelaje a transportar quede subestimado la empresa minera habrá salido perjudicada ya que habrá pagado una tarifa mayor a la que realmente podría haber pagado. En caso de que la mala estimación sobreestimara el tonelaje a transportar, la empresa minera habrá salido beneficiada ya que habrá pagado una tarifa menor a la que realmente debería haber pagado.

En la tabla 14 se muestra numéricamente lo señalado en párrafo anterior:

Tabla 14 Efecto de cometer un error en presupuesto de tonelaje anual a transportar para un contrato CPT.

Estimación gasto anual servicio	100 MUSD
Tonelaje presupuesto	100 Mton
Tarifa pactada (a)	1.0 USD/ton
Escenario 1: tonelaje ppto OK y mayor tonelaje real	
Tonelaje real transportado (b)	120 Mton
Gasto anual (a) x (b)	120 MUSD
Sobre gasto vs presupuesto	20 MUSD
Escenario 2: tonelaje ppto subestimado	
Tonelaje presupuesto corregido	120 Mton
Tarifa pactada corregida (a')	0.8 UDS/ton
Tonelaje real transportado (b)	120 Mton
Gasto anual corregido (a') x (b)	100 MUSD
Escenario 3: tonelaje ppto sobrestimado	
Tonelaje presupuesto corregido	80 Mton
Tarifa pactada corregida (a'')	1.3 UDS/ton
Tonelaje real transportado (b)	120 Mton
Gasto anual corregido (a'') x (b)	150 MUSD

Dado lo anterior, otra consideración relevante para este tipo de contrato es cuando se define una producción mínima a pago, ya que la tarifa, al estar en función de las toneladas transportadas, y de no haber un mínimo a pago, la empresa contratista estaría asumiendo un riesgo enorme respecto del no cumplimiento del plan de producción. Por otro lado, la empresa mandante debe negociar y definir un mínimo de producción a pago que sea justo para ambas partes, por ejemplo, que sea tal que la empresa prestadora del servicio pueda cubrir al menos sus gastos fijos.

Una tercera propuesta de mejora es definir premios y multas por el no cumplimiento de los KPIs de calidad de las mantenciones (tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparar) y disponibilidades de la flota de equipos, que finalmente afectarán en gran medida al plan de producción estimado.

9.2 CONSIDERACIONES Y MEJORAS PARA CONTRATO MARC

En el caso de un contrato MARC, las consideraciones principales que se deben tener presente al momento de definir un contrato de este tipo, deberían ser las siguientes:

Dado que la composición del pago se define principalmente por las tarifas horarias garantizadas (usd/hr) se debe definir cuáles serán las horas que se considerarán a pago, por ejemplo, las horas en que efectivamente el equipo estuvo operando y en producción, ya que se puede dar el caso de que se estén pagando horas que no necesariamente los equipos estuvieron operando y en producción, es decir, en el pago se podría estar absorbiendo las ineficiencias mayoritariamente inherentes a la producción (ejemplo clásico: equipos con motor andando pero detenidos, avanza el horómetro del equipo pero no está produciendo o transportando carga).

Por otro lado, otra variable que debe ser definida en detalle, será la proyección de la cantidad de horas a pago, ya que al igual que en el caso de un contrato CPT, si la estimación no fue acertada y esta no replique las horas reales que se pagarán de los equipos se puede dar el caso en que la minera caiga en un sobregasto producto de una mala estimación y, por lo tanto, puede llevar a tomar una mala decisión respecto a que si el contrato está funcionando como debería. En este caso la empresa prestadora de servicio se vería beneficiada y la minera quedará en una situación de disconformidad absoluta.

9.3 CONSIDERACIONES Y MEJORAS PARA CONTRATO LPP

Dado que la forma de pago es principalmente de acuerdo con el consumo de repuestos y cambio de componentes principales de los equipos, se debe poner énfasis en los precios de lista de los repuestos y componentes, así también, en los factores por los cuales se irán reajustando los precios en función del tiempo.

Por otro lado, para el pago de los componentes principales, el foco debe estar en la curva de prorrata que definirán ambas partes, tanto en el tramo de garantía como en el tramo de duración promedio del componente y el tramo que estará por sobre la duración recomendada del componente, es decir, quién asumirá el riesgo de no cambiarlo a tiempo, ya sea por mandato de la minera o bien porque la prestadora de servicio no pudo tener a tiempo el componente para poder realizar el cambio cuando se necesitaba.

Un factor común que se debe considerar para todos los tipos de contratos estudiados es cómo se definió y explicó la consideración en el caso del CPT respecto de premios y multas asociados a KPIs y SLAs, esta cláusula debería existir siempre en los contratos de servicios de mantención de flota de equipos mineros, ya que es un driver para poder exigir calidad de los trabajos ejecutados por la empresa contratista.

9.4 ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN PARA MINERA ABC

De acuerdo con lo analizado en el capítulo anterior, se plantean dos estrategias posibles para la contratación de los servicios de mantención en la flota de camiones de la empresa minera ABC. El primer escenario plantea mantener hasta el 2024 el contrato actual LPP que viene operando desde inicios del 2017, con esto, y dada la información de tarifas horarias y tarifas con tonelada transportada de los contratos anteriores se estaría minimizando el gasto anual al compararlo con cambiarse de contrato ya sea al CPT o MARC y mantenerlos por los cinco próximos años.

Por otro lado, se plantea un escenario óptimo, pero poco probable en el que se debe cambiar tres veces de contrato en un período de cinco años, generando un ahorro 10.7 MUSD para la compañía, que se obtienen de restar a los 276.9 MUSD (proyección de mantener el LPP por los próximos cinco años, Tabla 9) a los 266.1 MUSD del escenario óptimo de cambiar tres veces de contrato, como se propone en la Tabla 11. De acuerdo con la experiencia práctica y a los tiempos

asociados en negociar y cambiar un contrato de esta envergadura es que se define como un escenario poco factible.

No obstante, y de acuerdo con la práctica, un escenario más probable y a la vez conveniente para minera ABC es cambiar dos veces de contrato en el período de cinco años, manteniendo el primer cambio por un tiempo de dos años, pasando de LPP a MARC y luego volviendo a LPP. Con esto se logra un escenario favorable para minera ABC, logrando un ahorro de 7.5 MUSD en comparación al escenario de mantener el contrato LPP por los próximos cinco años hasta el 2024. Los 7.5 MUSD se obtienen de restar a los 276.9 MUSD (proyección de mantener el LPP por los próximos cinco años, Tabla 9) a los 269.3 MUSD del escenario alternativo y factible de cambiar solamente dos veces de contrato, como se propone en la Tabla 13.

Por otro lado, independiente de la estrategia elegida, cada vez que haya un cambio de contrato se deben definir nuevos polinomios de reajuste de las tarifas o bien del reajuste de los precios de los respuestas y componentes principales de los equipos, ya que es en esta instancia cuando se fijan los polinomios de reajuste los cuales, como se analizó en el caso de minera ABC, pueden llegar a elevar el costo del contrato considerablemente. O bien, como lo fue en el caso del contrato LPP, prescindir de estos polinomios fijando algunas partidas del contrato en valores de UF.

Respecto de los costos asociados a una negociación y posterior cambio de contrato, no se incluyen en este análisis ya que se considera que el equipo negociador se conforma mayoritariamente con el personal interno de la compañía, o bien, si se hace a través de un externo, por ejemplo, una consultora, los valores asociados a son un orden de magnitud menor a los potenciales ahorros mostrados en este análisis. En el caso particular de minera ABC, cuando se cambió de contrato MARC a LPP se trabajó con una consultora que cobró no más de 200 kUSD, cifra menor en comparación a los ahorros potenciales generados efectivamente luego del cambio.

Complementariamente, se calculó una tarifa usd/ton y usd/hr operativa con el fin de poder comparar rápidamente el contrato LPP versus un contrato MARC y un contrato CPT, es decir, se hizo una equivalencia de LPP a MARC y CPT:

Tabla 15 Equivalencia gasto contrato LPP a tarifa MARC (usd/hr) y tarifa CPT (usd/ton).

Contrato	Unidad	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Promedio
LPP	MUSD	61.2	55.6	48.7	43.3	36.4	31.6	46.1
Tarifa MARC	USD/hr	182.3	166.8	161.8	143.8	120.7	104.7	146.7
Tarifa CPT	USD/ton	0.422	0.380	0.337	0.297	0.254	0.216	0.318

Finalmente, un factor común que se debe considerar para todos los tipos de contratos estudiados es cómo se definió y explicó la consideración en el caso del CPT respecto de premios y multas asociados a KPIs y SLAs, esta cláusula debería existir siempre en los contratos de servicios de mantención de flota de equipos mineros, ya que es un driver para poder apalancar los resultados esperados por las compañías.

10. CONCLUSIÓN

En primer lugar, no se puede definir una receta para indicar qué contrato es mejor que otro, desde el punto de vista económico, ya que dependerá de cuánto evalúe económicamente la empresa mandante los beneficios y riesgos asociados para cada contrato, por ejemplo, riesgo asociado al gasto en repuestos y componentes de los equipos (principal gasto de los contratos). Para poder definir si un contrato es mejor que otro se deberá tener claridad respecto del gasto mensual o anual del contrato actual y compararlo con la proyección del gasto de un nuevo contrato o compararlo con las mejoras en precios y tarifas para el nuevo contrato ofrecido por la empresa prestadora del servicio de mantención de equipos mineros móviles.

Para capturar efectivamente las eficiencias y productividades ofrecidas por el mercado, de acuerdo con los distintos contratos disponibles, se debe tener un sistema riguroso de gestión y control de los contratos, en el que se evalúe periódicamente su rendimiento, productividad y avance financiero (gasto real versus el gasto proyectado), entre otras variables principales, de tal manera de tener tiempo de reacción para evaluar planes de acción en el caso que el contrato esté aumentando inesperadamente su costo por razones no previstas.

Es clave en los procesos de análisis de los gastos de estos tipos de contratos hacer estimaciones certeras y de calidad de parámetros de producción con los cuales serán definidas las tarifas horarias garantizadas o bien los planes de producción asociados a los tonelajes del plan de producción de la minera, ya que se puede dar el caso de que una o ambas partes no queden conforme con los ingresos o gastos percibidos explicados solamente por una mala proyección de estos parámetros y por ende de las tarifas asociadas.

Para contrato CPT se delega mayoritariamente en empresa contratista la gestión de los indicadores principales del estado de la flota de equipos (disponibilidad y confiabilidad), por lo que el foco de la empresa mandante estará principalmente en su *core bussines*, en consecuencia, la empresa prestadora del servicio asume el riesgo financiero asociado al cambio de componentes mayores de los equipos mineros.

Para contrato LPP empresa mandante requiere de mayor foco en indicadores principales de estado de flota, se recomienda la internalización de área de

planificación y confiabilidad para mayor seguimiento y gestión de estos indicadores, ya que para este contrato se tendrá control absoluto sobre los planes de cambio de componentes mayores de los equipos, y en consecuencia la empresa minera asume la totalidad del riesgo financiero.

Se debe poner énfasis en los factores y polinomios de reajuste de los costos fijos y costos variables, ya que estos polinomios pueden hacer que el contrato se encarezca en función del tiempo más allá de lo esperado o aceptable por la empresa minera. De ser este el caso, es recomendable tomar acción y renegociar al menos estos indicadores.

Se deben analizar en detalle los gastos en los que incurrirá la empresa mandante en escenarios de bajas considerables en el nivel de producción (o producción nula), por ejemplo, en el tonelaje transportado, ya que si bien son escenarios poco probables se puede caer en pagos muy desfavorables para la minera, por ejemplo, en un contrato de tarifa por tonelada. En este caso se recomienda la revisión de las partidas de pagos mínimos en los contratos, o bien, pagos por concepto de fuerza mayor.

Para el caso particular analizado de minera ABC se plantea una estrategia de contratación factible, es decir, se plantea una definición del tipo de contrato más conveniente en un horizonte de cinco años en función de minimizar el gasto anual y cumplir con los objetivos del plan de producción futuro, descrito en la sección 9.4. Con la estrategia planteada se espera generar un ahorro de 7.5 MUSD en cinco años, en comparación a mantener el contrato actual durante ese mismo período.

Finalmente, con toda la información expuesta en este trabajo y con los análisis realizados se concluye que la variable para decidir el tipo de contrato a elegir por la empresa mandante será función del nivel de riesgo financiero que estará dispuesta a asumir la empresa. Además, dependerá también de que tanto involucramiento quiere tener la empresa en funciones que no son esenciales o propias de su giro (*core business*).

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comisión Chilena del Cobre, Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Bases%20de%20Datos/Precio-de-los-Metales.aspx> [consulta: 14 diciembre 2018]
- [2] Comisión Chilena del Cobre, Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. 2015. https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Informe_caracterizacion_de_los_costs.pdf#search=Caracterizaci%C3%B3n%20de%20los%20costos%20de%20la%20gran%20miner%C3%ADa%20del%20cobre
- [3] Comisión Chilena del Cobre, Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. 2016. <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/062016%20Seguimiento%20Costos.pdf> (Registro Propiedad Intelectual N 266.674)
- [4] Consejo Minero Chile. Julio 2018. Cifras actualizadas de la minería. <http://www.consejominero.cl/>
- [5] Instituto Nacional de Estadísticas, Chile. 2018. <http://www.ine.cl/>
- [6] Banco Central de Chile. 2018. <http://www.bcentral.cl/>
- [5] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2018. Código Civil chileno, Art. 1438 <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=172986>
- [6] Hitt, M., Ireland, R. and Hoskisson, R. (2004): Administración Estratégica. Competitividad y Conceptos de Globalización. Quinta Edición. México, D.F., Thomson Learning.
- [7] Torres Meza, Rubén Alvaro. (2015). Gestión de Contratos de Servicios a la Minería. Tesis de MBA. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- [8] Mejía Mendoza, Pablo Ignacio. (2008). Propuestas de Mejoras en la Gestión de Contratos en Codelco. Tesis de Ingeniería Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- [9] Rojo Latapiat, P. (2008). Modelo de Gestión para Contratos de Mantenimiento de Activos Fijos. Tesis de Ingeniería Civil Industrial e Ingeniería Civil Mecánica. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

[10] Comisión Chilena del Cobre, Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. 2017. [https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Análisis%20Mercado%20de%20los%20Insumos%20Cr%C3%ADticos%202017%20\(empresas\).pdf](https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Análisis%20Mercado%20de%20los%20Insumos%20Cr%C3%ADticos%202017%20(empresas).pdf)

[11] Dirección del Trabajo. Causales Artículo 159. 2018. <http://www.dt.gob.cl/portal/1628/w3-article-60490.html> [consulta: abril 2018]

12. ANEXOS

a. Anexo 1: ineficiencia operacional en contrato MARC

Ejemplo de un caso particular que se dio en una minera fue que cuando los operadores de los equipos debían hacer su colación del turno noche en la cabina del camión (ya que en la noche no funcionan los casinos al interior de la mina), estos dejaban el motor andando para poder tener calefacción en la cabina producto de que en las noches las temperaturas son bastante bajas. La tabla 1 muestra el gasto mensual por este concepto:

Tabla 16 Cálculo del gasto por motor andando en proceso de colación cabina turno noche flota camiones de extracción para contrato MARC

1 hora avance horómetro (tarifa MARC)	150 usd/hr
Horas colación	1 hr
Cantidad de Equipos	49 CAEX
Costo 1 hora avance horómetro 45 CAEX	7,371 usd/día
Días mes	30 días
Total, gasto por avance horómetro	221,117 usd/mes
Consumo combustible ralentí	70 lts/hr
Horas colación	1 hr
Cantidad de Equipos	49 CAEX
Consumo Diario Combustible	3,430 lts/día
Días mes	30 días
Consumo Mes Combustible	102,900 lts/mes
Precio Diesel	0.66 usd/lts
TOTAL, gasto combustible en ralentí	67,914 usd/mes

Al anualizar este gasto se llegaba a la suma de 3,47 MUSD por año por concepto de pago por avance de horómetro y consumo de combustible de los equipos, siendo que los equipos efectivamente no estaban produciendo, pero si avanzaba su horómetro (ineficiencia absorbida por la empresa mandante).